

01087

2

vol. 1 y

vol. 2

dej de c/s

"LA PROBLEMATICA SOCIOEDUCATIVA DE LA FORMACION DE  
CIENTIFICOS EN MEXICO. PROBLEMAS DEL POSGRADO, LA  
INVESTIGACION Y EL DESARROLLO TECNOLOGICO"

Tesis presentada por

MIGUEL ANGEL CAMPOS HERNANDEZ

como requerimiento parcial para obtener el título de

DOCTOR EN PEDAGOGIA

ASESOR: DR. CARLOS MUÑOZ IZQUIERDO

I

Facultad de Filosofía y Letras  
División de Posgrado  
Universidad Nacional Autónoma de México

México, D. F., 1990

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

INTRODUCCION	1
1. CARACTERIZACION GENERAL DEL PROBLEMA	8
2. ANALISIS DEL DESARROLLO HISTORICO DEL POSGRADO Y DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA	24
2.1. Desarrollo histórico del posgrado	24
2.2. Desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología	35
2.3. La articulación tecnológica en la estructura económica de México	55
3. UNA PROXIMACION TEORICA AL ANALISIS DEL POSGRADO Y DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	62
3.1 Problemática sociológica del posgrado	62
3.2 La formación de científicos: limitantes estructurales del mercado laboral para personal altamente especializado	68
3.3. Problemática teórica del desarrollo tecnológico	80
4. ANALISIS DE LA SITUACION DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA Y DEL POSGRADO EN MEXICO	107
4.1. Un perfil del sistema de ciencia y tecnología	107
4.2. Un perfil general de los estudios de posgrado	151
ANALISIS Y CONCLUSIONES	
Notas	
Referencias bibliográficas	

## INTRODUCCION

El análisis de la formación de científicos es de primordial importancia para nuestro país, ya que constituye un espacio socioeducativo que se ubica en la intersección de tres grandes y complejas estructuras sociales: sistema de educación superior, especialmente en el posgrado, el sistema de ciencia y tecnología, y el aparato productivo en lo que se refiere al desarrollo tecnológico. Cada una de estas estructuras tiene dinámica propia, por lo que parece posible estudiarlos en forma aislada. No obstante, cuando se piensa el posgrado como base de la formación de científicos en los los campos tecnológicos, no sólo en las ciencias naturales y las sociales, es posible visualizar una vertiente importante que se vincula con el desarrollo tecnológico en el aparato productivo.

Desde esa perspectiva es más clara la relación que existe entre formación de científicos en el posgrado, "campo natural" del proceso educativo, y el desarrollo científico-tecnológico del país. El desarrollo de la ciencia y la tecnología se entiende en este trabajo como un proceso estrechamente vinculado al posgrado y al aparato productivo, especialmente en los campos tecnológicos. En ese sentido, el posgrado, la ciencia y la tecnología poseen una dimensión



socioeconómica que constituye un elemento imprescindible para el desarrollo económico y social de un país, especialmente si se plantea en el contexto de un proyecto nacional de desarrollo.

Así, la formación de científicos es un problema socioeducativo porque constituye un espacio social complejo con varias dimensiones: sus características pedagógicas; su contenido epistemológico; su base institucional; sus relaciones con la comunidad científica; sus relaciones con el aparato productivo, especialmente en los campos tecnológicos; su ubicación en el marco de política científica, tecnológica, educativa e industrial; etcétera. En este sentido, el posgrado tiene que hacer un aporte relevante, dadas las necesidades del entorno, manifestadas en las varias dimensiones señaladas anteriormente.

En este trabajo analizo el potencial del posgrado nacional para responder a las necesidades de formación de científicos en el plano del desarrollo tecnológico. Para ello tomo como punto de partida la problemática empírica del posgrado, que se manifiesta en cuatro problemas fundamentales sobre su dinámica de crecimiento y sus relaciones con la investigación y el desarrollo tecnológico.

Desde el punto de vista metodológico, he abordado las tres dimensiones del objeto de estudio (posgrado, investigación y

desarrollo tecnológico) en aproximaciones sucesivas, una vez planteada la problemática indicada:

(a) La primera aproximación consiste en el análisis del desarrollo del posgrado, de la ciencia y la tecnología, y de aspectos relevantes del desarrollo tecnológico del país, así como de las políticas que dieron marco a todos estos aspectos, con el propósito de contar con un encuadre histórico que sirva como elemento explicativo de la situación actual;

(b) una segunda aproximación consiste en la construcción de un esquema analítico teórico-metodológico, con el propósito de entender mejor la problemática planteada y llevar a cabo el análisis de la información empírica sobre el posgrado, la ciencia y la tecnología;

(c) una tercera aproximación consiste en el análisis de las características actuales del posgrado y del sistema de ciencia y tecnología; en lo posible, se analiza la información por campo científico; para ello se utilizan diversas unidades de análisis como descriptores del potencial de los programas de posgrado (matrícula, personal docente, programas y proyectos de investigación, convenios, etcétera) y de las instituciones y grupos de investigación científica y tecnológica (organización, tamaño, productividad, etcétera). Aunque en este trabajo el interés está enfocado a la inves-

tigación en los campos tecnológicos y en las ciencias naturales, se incluye el campo de las ciencias sociales con propósitos comparativos;

(d) la cuarta aproximación consiste en el análisis teórico de las interacciones detectadas entre el posgrado, la investigación y el desarrollo tecnológico. Se integra con ello un planteamiento conceptual que sintetiza los resultados de esta investigación: el potencial real del posgrado y del sistema de ciencia y tecnología ante las actuales condiciones socioeducativas de la formación de científicos. Es decir, los retos y exigencias que plantea la situación actual y futura en el plano del horizonte científico tecnológico, el horizonte industrial y el horizonte sociopolítico y cultural.

En cuanto a la organización de la tesis, el capítulo primero contiene la caracterización de la problemática. El análisis histórico (primera aproximación) se encuentra en el capítulo segundo. El capítulo tercero contiene el planteamiento teórico (segunda aproximación) y el capítulo cuarto contiene el análisis de datos (tercera aproximación). El análisis de los resultados, que incluye el planteamiento sobre las condiciones y retos de la formación de científicos (cuarta aproximación), se encuentra en el capítulo final sobre análisis y conclusiones. En este mismo capítulo he agregado elementos de política para un desarrollo más ade-

cuado del posgrado y de sus relaciones con la investigación y el desarrollo tecnológico, con el propósito de pensar en formas más pertinentes para superar las limitaciones estructurales que ahora tiene el propio posgrado.

En principio, el posgrado (especialmente en los campos tecnológicos), el sistema de ciencia y tecnología y el aparato productivo se alimentan mutuamente. El posgrado forma profesionales y científicos, mientras que el sistema de ciencia y tecnología es un mercado laboral potencial para el egresado, con exigencias académicas muy específicas (carrera académica, discurso científico, etcétera). Por su parte, el aparato productivo requiere de profesionales y científicos, así como del trabajo de la comunidad científica para un desarrollo más sólido y en beneficio de la sociedad.

Sin embargo, estas interacciones teóricas muestran contradicciones concretas que tienen que ser resueltas, ya que la problemática que presenta la formación de científicos en el posgrado, en el sistema de ciencia y tecnología y en el aparato productivo, no es sólo la continuación de las graves deficiencias que ya se conocen, sino una situación con severas desventajas ante un entorno nuevo: el avance del conocimiento científico y del desarrollo tecnológico, y las nuevas modalidades del contexto socioeconómico internacional que enfrenta el país. A esta situación se agregan problemas nacionales que tienen que ver con las demandas de mayor

participación política, situación que abre una nueva vertiente de discusión sobre los grandes problemas nacionales, incluyendo por supuesto, la formación de científicos; también se agregan problemas que tienen que ver con necesidades ya impostergables para la sociedad mexicana: educación de mayor calidad, construcción de una cultura científico-tecnológica más sólida, y comprensión más precisa del proceso de formación de científicos.

Esta investigación apunta hacia esos elementos, tratando de plantear la necesidad de entender en forma integrada la formación de científicos. Es decir, el posgrado, especialmente en los campos tecnológicos y científicos, no puede entenderse en sí mismo, como si fuera una estructura educativa aislada. La discusión sobre metodologías y parámetros curriculares de la formación de científicos tiene que hacerse tomando en cuenta las coordenadas políticas y económicas del momento que vive el país. Así mismo, el establecimiento de políticas en materia de desarrollo científico-tecnológico e industrial no pueden hacerse en forma aislada, sectorial. Así, la discusión sobre estos subsistemas tendrá que hacerse con base en el espacio socioeducativo que representa la formación de científicos, como espacio privilegiado de generación de ideas y propuestas científicas y tecnológicas sobre los problemas que enfrenta el desarrollo del país en el plano del posgrado, de la investigación científico-tecnológica y del desarrollo

tecnológico.

## CAPITULO 1: CARACTERIZACION GENERAL DEL PROBLEMA

El sistema de educación superior, en particular en su nivel de posgrado, y el sistema de ciencia y tecnología están articulados por definición. Es decir, del sistema de educación superior surgen los estudiantes del posgrado y de éste, aquellos que se dedicarán a la investigación; y en la comunidad científica, base del sistema de ciencia y tecnología, se encuentra la masa crítica que da soporte a la docencia de excelencia en el posgrado, mediante sus proyectos y programas de investigación. Así, el posgrado es teóricamente el espacio educativo formal para la formación de investigadores, obviamente en estrecha relación con la investigación.

Existen muchas formas de conceptualizar el posgrado, las cuales se pueden sintetizar muy bien, para el caso de la educación científica y tecnológica, en palabras de Reséndiz y Barnés (1987, 4):

las labores de investigación, desarrollo tecnológico e introducción de sus resultados en la corriente económica mediante innovaciones técnicas requieren no sólo de un grado de información más profundo, y por tanto especializado, sino, sobre todo, de una formación adicional y diferente: un hábito intelectual y una práctica de trabajo apropiados para la identificación, el planteamiento y la solución de problemas nuevos mediante el método científico

Por supuesto, existen diferencias concretas, a veces muy marcadas, en los hábitos y prácticas que se ofrecen en el posgrado, ya que tienen una doble definición: una proviene del propio campo, ya que la investigación científica en el extremo del espectro de las ciencias naturales es diferente a la que se realiza en el extremo de la investigación tecnológica; la otra definición proviene del desarrollo histórico en ambos campos, ya que las actuales exigencias teóricas, metodológicas y técnicas que plantea la especialización, provoca que se generen hábitos y prácticas diferentes a las que se daban anteriormente, más claramente visibles en el caso de los campos tecnológicos.

En este contexto, los requisitos académicos de ingreso y promoción de personal académico en la investigación formal, y los requisitos escolares de ingreso y promoción de estudiantes de posgrado son variables por campo científico y por institución.

De las definiciones teóricas a la situación concreta, pasando por las mediaciones históricas y del campo, hay a veces distancias insalvables que es necesario analizar con cuidado. Algunos de los aspectos de esta situación concreta serán estudiados histórica (capítulo dos), teórica (capítulo tres) y empíricamente (capítulo cuatro) en este trabajo. Antes de entrar en el análisis, presentaré a con-



tinuación una caracterización general del problema del posgrado, objeto social cuyos determinantes se encuentra en tres dimensiones:

(a) el desarrollo propio y la estructura interna del posgrado;

(b) sus intersecciones con la investigación, es decir, con la ciencia y la tecnología; y

(c) sus intersecciones con el desarrollo tecnológico en el aparato productivo.

Considero que estos tres ejes son imprescindibles para abordar la problemática socioeducativa del posgrado, nivel de análisis en que está ubicado este trabajo.

El posgrado en México, en el sentido moderno, es relativamente reciente, ya que surgió apenas poco después de 1940, por lo que en realidad la formación de investigadores y de profesionales especializados es una experiencia tardía en el desarrollo social del país. El posgrado ha recibido cada vez más atención, dada la creciente demanda de formación especializada orientada a un mercado laboral restringido, tanto en la investigación y la docencia en el sistema de educación superior, como en el campo profesional en general.

La problemática del posgrado nacional es amplia, con una historia reciente, y con características de surgimiento y desarrollo muy diferentes a las de otros países en donde el posgrado tiene una historia estable de casi un siglo.

El posgrado nacional, de tamaño minúsculo antes de 1960 y de cuya calidad se sabe poco, creció desmesuradamente en la década de los setentas. Se abrieron nuevos programas en las pocas instituciones de educación ya existentes en esa época, y se crearon nuevas instituciones que además empezaron a ofrecer a su vez poco a poco nuevos programas de posgrado. Después de casi treinta años de crecimiento se ha generado una problemática que se manifiesta en diversas formas, como las siguientes:

#### **Expansión violenta del posgrado**

La expansión del posgrado a partir de los años sesenta se inició con un crecimiento explosivo en los primeros años, con un crecimiento cada vez menos acelerado a partir de entonces. La matrícula creció en 1644% de 1960 a 1970, y 423% en los siguientes diez años,<sup>[1]</sup> con un incremento anual del 7.2% de 1980 a 1988 (Programa para la Modernización Educativa 1989-1994, 151).

Este gran total fue atendido por un también creciente número de instituciones de educación superior (IES) con sus respectivos programas: de 13 instituciones que ofrecían 226 programas en 1970, a 98 instituciones con 1232 programas en 1980 (Barrón, 1982, 15) y 155 instituciones en 1986 (El Posgrado, 1987, 25-66).

Aunque este crecimiento es muy grande en números absolutos, es todavía muy pequeño si se compara con el crecimiento de los estudios profesionales, de nivel licenciatura, fuente natural del posgrado. La matrícula en los estudios profesionales también experimentó un importante crecimiento entre 1960 y 1980: en la primera década creció 319%, mientras que entre 1970 y 1980 creció 324%.<sup>[2]</sup> En este contexto, la matrícula del posgrado equivalía al 0.05% de la matrícula de licenciatura en 1960, al 2.1% en 1970 y al 3.0% en 1980, proporciones que son definitivamente bajas.

### **Crecimiento desordenado del posgrado**

Este proceso de expansión no ha surgido en relación con las necesidades del aparato productivo primario y secundario, y tampoco ha tenido correspondencia con las políticas sectoriales establecidas por el gobierno federal a lo largo de los diversos sexenios del México moderno (Programa Na-

cional de Educación, Recreación, Cultura y Deporte, 1984, 20). Por ello, la expansión del posgrado ha derivado en un crecimiento desordenado, evidenciado en la concentración de algunos campos profesionales, especialmente en las áreas sociales y administrativas (Programa Nacional de Educación..., 1984, 20), y en la también concentración de este nivel de estudios en la zona metropolitana de la ciudad de México. La concentración de la infraestructura industrial en la zona metropolitana de la Ciudad de México produjo una demanda creciente de personal de servicios. Dada la expansión del empleo en este sector, hubo una expansión en la demanda de personal calificado en ramas de la administración y de servicios en general. Esta situación no redujo en casi ningún aspecto el problema de la demanda de personal calificado para el desarrollo industrial en las áreas científicas y tecnológicas.

El crecimiento desigual del posgrado por campo científico y por regiones del país constituye uno de los problemas más graves en la contradictoria situación del posgrado. El efecto directo del desigual crecimiento regional sobre el posgrado es la concentración de personal, recursos y apoyos diversos que absorben el financiamiento en un proceso vicioso que se está rompiendo poco a poco, con mucha dificultad, ya que el personal docente y los programas más importantes de posgrado todavía se localizan en la zona metropolitana de la ciudad de México, afectando el desarro-

llo del posgrado en el interior del país tanto en su tamaño como en su calidad.

Por el otro lado, el crecimiento desigual por campo profesional y científico ha limitado la formación de una base científica y tecnológica lo suficientemente sólida para enfrentar los retos del desarrollo industrial. Hace algunos años Reséndiz (1984, 107) señaló que el país era deficitario en ingenieros, ya que había 13 por cada 10,000 habitantes, contra una necesidad estimada en siete veces mayor a esa proporción. La atención que se dio al desarrollo a corto plazo, a través de diversas políticas sectoriales, en un contexto de severas limitaciones estructurales, impidió la creación de condiciones básicas para el fortalecimiento de programas de formación de personal calificado de acuerdo a las exigencias del desarrollo nacional.

**Desajustes estructurales del mercado laboral para personal altamente calificado y la profesionalización del personal académico**

El lento crecimiento de la oferta de empleo entre 1960 y 1980 se vio acompañado de mayores exigencias de escolaridad: 13 o más años (Castrejón, 1984). Sin embargo, el mercado laboral se expandió en forma desigual, debido a la selección de la fuerza laboral calificada disponible, de acuerdo con

los requerimientos del propio mercado. En esta estructura laboral la acreditación educativa es un factor de eliminación, y produce desajustes entre escolaridad y ocupación. Un ejemplo de estos desajustes es la proporción, bastante considerable, de profesionales que no ocupa posiciones laborales correspondientes a su nivel de formación escolar (Castrejón, 1984). El status laboral del posgraduado probablemente se encuentra en la misma situación.

La violenta expansión del posgrado fue absorbida desigual y parcialmente por la estructura industrial. La expansión de la educación superior en la década de los setenta amplió las oportunidades laborales para la creciente población escolarizada a nivel profesional, y de esta manera se constituyó rápidamente un mercado académico que se distribuyó también en forma desigual al interior de las instituciones de educación superior: mayor proporción en la docencia, menos en la administración académica aunque fue muy significativa por su peso institucional, y una proporción menor en la investigación.

Los egresados de los posgrados tuvieron cabida parcial en este nuevo mercado, especialmente los interesados en dedicarse a la investigación. A esta tendencia se unen otros factores: el proceso de cierre de dependencias y cancelación de programas gubernamentales que realizaban investigación;

la contracción del financiamiento para investigación proveniente del gobierno federal; y la siempre pobre inversión privada en ciencia y tecnología, que nunca ha rebasado el 10% del total nacional dedicado a este rubro. Todo ello provocó que la investigación, tradicionalmente concentrada en las instituciones de educación superior, todavía hasta en un 52% en 1970, se concentrara aún más.

#### **Débil vinculación entre posgrado y estructura industrial**

El posgrado nacional, en las áreas científicas y tecnológicas, ha tenido un débil impacto en el proceso de desarrollo tecnológico vinculado al aparato productivo. Las exigencias del desarrollo estructural del aparato productivo no parecen haber sido resueltas con personal calificado en los momentos de despegue económico de los años cuarenta, ya que hay un retraso de casi veinte años entre el crecimiento industrial acelerado y el crecimiento del posgrado. El violento crecimiento del posgrado se dio en la época más estable de crecimiento económico.

Sin embargo, sólo una proporción menor de egresados del posgrado se ha involucrado en investigación científica y tecnológica. Para darnos una idea de estas grandes desproporciones, se pueden considerar los siguientes datos: en 1985

sólo había 37,955 estudiantes de posgrado en todo el país (El Posgrado, 1986), de una población escolar en IES estimada en un millón. Es decir, sólo el 3.8% de los estudiantes registrados en IES se encontraban en el nivel de posgrado. Del total de estudiantes de posgrado, 24,218 se encontraban realizando estudios de maestría (63.8%) y 1,481 de doctorado (3.9%). La mayoría de los estudiantes de doctorado se asocian a grupos de investigación ya constituidos, especialmente en los campos tecnológicos, aunque no necesariamente permanecen en la investigación. Por ejemplo, un estudio de Malo et al. (1982) sobre los egresados de la UNAM, indicaba que el 50.2% de los doctorados y 20.9% de los egresados de maestría se dedicaban a la investigación, proporciones que no están muy lejos de la realidad global del país aun en la actualidad.

Debido el acelerado proceso de sustitución de importaciones en la época de despegue económico, el aparato industrial se basó en tecnología importada, por lo que la demanda de tecnología nacional fue mínima; la apertura a la inversión extranjera en la década de los sesenta y el crecimiento diferenciado del mercado nacional sin competitividad hicieron posible que continuara el proceso de importación de tecnologías (Casar y Ros, 1984). La baja demanda de tecnología sólo absorbió personal especializado para operar a nivel de ingeniería de detalle. Este nivel de demanda sólo requiere personal profesional actualizado mediante la



capacitación, o la especialización en el mejor de los casos, para operar la tecnología disponible. El hecho que el desarrollo industrial del país se haya dado sin tecnología nacional, significa que el desarrollo tecnológico se ha dado a partir de otros procesos: la importación completa de tecnologías, o la transferencia de componentes tecnológicos (conocimientos o procesos), que si bien son procesos necesarios y muy útiles, no obstante generan dependencia económica y debilitan la capacidad tecnológica y científica del país.

En este contexto, el surgimiento y desarrollo del posgrado careció desde sus inicios de una vinculación formal con el desarrollo tecnológico dentro del aparato productivo. La falta de comunicación entre academia e industria y las limitantes estructurales de la estructura socioeconómica del país, tales como el bajo interés y la baja capacidad de riesgo del sector privado para desarrollar tecnología propia, así como la ausencia de sistemas formales de interacción entre la producción científico-tecnológica y las necesidades del aparato productivo, han derivado en un aislamiento de las actividades de investigación que se llevan a cabo en instituciones de educación superior, principalmente las de carácter público, y cuyos productos tecnológicos (diseño de equipo, maquinaria e instrumentos de medición, diseño de sistemas y procedimientos, etc.) permanezcan encerrados en el laboratorio, sin salida hacia las cadenas

industriales, es decir, como desarrollo tecnológico en las cadenas productivas.

El desarrollo tecnológico tiene que darse en el contexto de la innovación tecnológica, no sólo en el plano de la reproducción o de la adaptación de tecnología. El proceso de desarrollo tecnológico limitado a la adaptación o transferencia ha impedido acercarse a la investigación tecnológica de frontera, y a la revolución tecnológica actual. La revolución tecnológica es una forma concentrada del desarrollo tecnológico, basada en procesos innovativos que han tenido un impacto profundo y complejo en las cadenas productivas, además de tener un importante impacto social y cultural.

La actual revolución tecnológica está basada en los siguientes campos: la microelectrónica, la biotecnología, la tecnología de materiales y la investigación en superconductores. Cada uno de ellos tiene amplias aplicaciones industriales cuyo impacto social es evidente. Entre otras aplicaciones, tal vez las más importantes son las siguientes: en instrumentación y equipo, diagnóstico clínico e industrial, control de producción y de calidad (microelectrónica); en fermentación, producción de hormonas y anticuerpos, tratamiento de enfermedades, producción vegetal y animal (biotecnología); producción de partes en aviación, la industria automotriz, electrónica, herramientas (materiales); en

microelectrónica y ahorro de energía (superconductores).

Los avances que han tenido otros países en este terreno han hecho posible vislumbrar cambios en muchos aspectos de la vida social: la conformación misma de las clases y grupos sociales, nuevas formas de participación o integración social, nuevas formas de ver el mundo, etcétera. De acuerdo con Labra (1986, 8), la velocidad de los cambios tecnológicos de los países avanzados en varias ramas industriales clave es mayor a la tasa histórica de incorporación de progreso técnico en Latinoamérica. México no escapa a esta problemática y no es posible admitir que el rezago ya existente sea cada vez mayor si no se toman medidas relevantes al respecto.

Para innovar tecnológicamente un proceso de producción se requiere una base o masa crítica, que produzca insumos necesarios de conocimientos y procesos novedosos en alguno de los puntos o nodos de las cadenas productivas. Es obvio que la sola presencia de masa crítica, operando desde la perspectiva del desarrollo tecnológico, no modificará en sí misma la estructura industrial. Se requiere voluntad política en el marco de un proyecto global de desarrollo, políticas sociales y sectoriales propositivas y agresivas, consenso entre los sectores involucrados, etcétera. Sin embargo, también es obvio que es necesario contar con personal altamente calificado para un adecuado desarrollo tec-

nológico de carácter innovativo, en un contexto de severa crisis económica y estancamiento industrial. Esta masa crítica debe ser formada en el posgrado.

De acuerdo con esta problemática, me interesa analizar las características del sistema de posgrado en México, así como las de la investigación científico-tecnológica. Algunas de las muchas interrogantes que se pueden plantear al respecto son las siguientes: (Cuáles son sus características más relevantes? (Sus tendencias? (Cuál es el potencial de cada uno de estos sistemas? (Qué efectos ha tenido el desarrollo de cada uno de ellos en la estructura industrial, la estructura social, la estructura educativa? (Qué significado y qué relevancia tienen el posgrado y la investigación en la actualidad? (Cuáles son los retos que enfrentan, dada la problemática planteada? Algunas de estas interrogantes serán abordadas en este trabajo, tratando de encontrar un marco explicativo de este conjunto de problemas complejos que configuran la actual situación del posgrado.

De esta manera, el propósito de esta investigación es analizar la capacidad de respuesta del posgrado para formar científicos innovadores que estén en condiciones de participar creativamente ante los retos del desarrollo tecnológico en México, orientándose hacia la solución de problemas sociales. Es decir, (a) analizar las condiciones históricas

del desarrollo del posgrado en México, especialmente en los campos tecnológicos y sus tendencias actuales; (b) analizar las implicaciones que este tipo de desarrollo tiene para responder a los retos que plantea la revolución tecnológica actual.

A partir de este planteamiento, se establecen las siguientes hipótesis de trabajo, a manera de ejes conductores de la investigación que propongo:

(a) que no existen condiciones adecuadas de respuesta, por parte del posgrado, para la formación de científicos, ante las necesidades del desarrollo científico y tecnológico en México, especialmente en campos de frontera y los relacionados con la revolución tecnológica; y

(b) que no existen condiciones estructurales adecuadas de respuesta, por parte de la ciencia y la tecnología, para responder a las necesidades del desarrollo científico-tecnológico, especialmente en el contexto de la revolución tecnológica; esta limitación incide a su vez sobre el proceso de formación de científicos, ya que la hipótesis planteada implica la primera, es decir, se carece de la masa crítica suficientemente amplia y sólida para sostener un proceso sostenido de formación de científicos.

Para ello me propongo abordar la problemática más reciente del posgrado y la investigación científico-tecnológica a partir de la información empírica más reciente. Para entender mejor este abordaje, analizaré las características tendenciales históricas tanto del posgrado como de la investigación científico-tecnológica, y de las políticas que incidieron en ellos, todo desde la perspectiva del contexto histórico-social, a manera de encuadre de la problemática y el análisis empírico ya mencionado.

Es importante hacer explícita la problemática teórica que implica el pensar el posgrado y la investigación científico-tecnológica como objeto de estudio. Esta explicitación servirá para entender mejor la problemática histórica y las tendencias empíricas observadas, y abrirá un campo importante de análisis al revisar la situación reciente de los sistemas bajo estudio en este trabajo.

## CAPITULO 2: ANALISIS DEL DESARROLLO HISTORICO DEL POSGRADO Y DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

### 2.1. Análisis del desarrollo histórico del posgrado

El posgrado nacional es relativamente joven, con un período de rápida evolución en los últimos veinte años. Durante muchísimos años sólo existieron instituciones que ofrecieron los más altos estudios posibles debido a las necesidades inmediatas de formación de personal para el manejo de los conocimientos y técnicas más refinadas de la época, por lo que el posgrado aparece prácticamente hasta el final de la década de los treinta, con unos cuantos programas pequeños y aislados. De hecho, podría decirse que es hasta fines de la década de los cincuenta cuando el posgrado empieza a generalizarse.

He dividido este proceso de surgimiento del posgrado actual en tres períodos, de acuerdo con el carácter formal de las políticas formuladas por los sucesivos gobiernos en las diferentes épocas de la historia del país, la orientación de estas formulaciones con respecto al desarrollo económico del país, y el grado de desarrollo del propio posgrado. Estos períodos son: el del surgimiento, hasta 1959; el del crecimiento explosivo, de 1959 a 1982; y el actual, desde 1982. Las fechas son, por supuesto, sólo puntos de referencia para el análisis, con el propósito de hacer notar

cambios importantes en la orientación del posgrado o en su contexto.

El primer período se caracteriza por un desarrollo incipiente del posgrado a partir de 1937. En el segundo período (1959-1982) se da un crecimiento acelerado del posgrado en lo que se refiere a instituciones, programas y matrícula, así como una gran diversidad de programas en varias regiones del país. En un primer subperíodo (1959-1970) el crecimiento es más acelerado, mientras que en un subperíodo posterior (1970-1982), el crecimiento continúa pero con tasas anuales menores. En el período actual, de 1982 a la fecha, se observan crecimientos en la matrícula, en los programas y en el número de instituciones que imparten estudios de posgrado, en un contexto de mayor atención que se deriva en estrategias más orientadas a vincular el posgrado con la investigación. A continuación señalaré algunos aspectos importantes de cada uno de estos períodos.

#### 2.1.1. Período de surgimiento del posgrado: hasta 1959.

En este período el desarrollo del posgrado es mínimo. Los estudios superiores propiamente dichos aparecieron hasta 1860, salvo la existencia anterior de la Real y Pontificia Universidad de México (desde el siglo XVI), el Real Seminario de Minería y el Jardín Botánico (ambos abiertos a



finés del siglo XVIII). Hacia 1860 los estudios superiores se conformaban con diversas especialidades relacionadas con las profesiones liberales: de Jurisprudencia, de Ingenieros (en varias subespecialidades), de Arquitectura, y de Agricultura y Veterinaria (Castrejón, 1982, 31). En 1880 ya existía educación técnica, que se amplió en 1907.<sup>123</sup> En 1897 se abrieron varias escuelas de medicina. Las diversas sociedades científicas y literarias existentes entre 1900 y 1910 conformaron la base para la creación de universidades estatales que se abrirían poco después: la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (1917); la Universidad de Yucatán (1922); la Universidad de San Luis Potosí (1923); y la Universidad de Guadalajara (1925); otras más se abrieron después de 1930 (Wuest, 1984, 290-291).

En 1910 se abre la Universidad Nacional, formada por las Escuelas Nacionales Preparatorias y diversas escuelas de especialidades: de Jurisprudencia, de Medicina, de Ingeniería, de Medicina, de Ingeniería y de Bellas Artes, y la de Altos Estudios. Esta última, absorbida más tarde por la Facultad de Filosofía y Letras, fue la primera institución "dedicada a cultivar en su más alto nivel la ciencia y a promover la investigación en todas sus ramas" (Castrejón, 1982, 50).<sup>124</sup> De esta manera, en este período quedan claramente diferenciados los estudios superiores de los preparatorios y técnicos, tanto en los estudios universitarios, con el surgimiento de las universidades, como en los tecnológicos,

con la creación del Instituto Politécnico Nacional (IPN) en 1935.

Sin embargo, tales estudios superiores no constituían programas de posgrado en el sentido moderno. Fue hasta 1937 que se abrió un programa de posgrado en la Facultad de Filosofía y Letras en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La sección de Ciencias de esa Facultad se convirtió en Facultad en 1939, y desde ese año otorgó títulos de maestría y doctorado en ciencias, en las especialidades de Física, Matemáticas y Biología (Castrejón, 1982, 65), convirtiéndose así en el segundo programa de posgrado en el país.

En 1935 se creó el Consejo Nacional de la Educación Superior y de la Investigación Científica, apoyando en diversas formas el desarrollo de la educación superior. También se atendió a la educación técnica. En 1946 se organizaron los estudios de posgrado en la UNAM, a través de su Escuela de Graduados. Esta Escuela dirigía y organizaba las funciones docentes de diversas instituciones ya existentes dentro y fuera de la UNAM. Entre 1946 y 1955 se abrieron varias especialidades en áreas médicas en el país, y las universidades Iberoamericana (UIA) y de las Américas (UdLA), ambas privadas, abrieron diversos programas de posgrado.

Como se puede ver, las políticas educativas se orientaron fuertemente a la educación elemental para cubrir el vacío educativo que existía en el período posrevolucionario, ya que la oferta en el nivel elemental era mínima. Al final de este período se atendió a los estudios medios y técnicos, principalmente. El crecimiento del posgrado se basó más en la especialización, en las áreas médicas principalmente, que en la formación de maestros y doctores. Es decir, eran posgrados orientados al campo profesional, no a la investigación. Al sostener un posgrado con base en la formación de especialistas orientados al campo profesional, el perfil del personal docente tenía precisamente las características del campo profesional, tanto en los campos tecnológicos como en los campos de la salud, y en sector económico de los servicios (es el caso de los estudios de administración). Así, los docentes que hacían investigación se encontraban principalmente en el campo de las ciencias naturales, haciendo investigación básica, y formando a su vez a otros investigadores en sus propias especialidades, en un esfuerzo basado en gran medida en el interés personal.

#### 2.1.2. Período de crecimiento: de 1959 a 1982.

En este período se pueden reconocer dos subperíodos: de 1959 a 1970, caracterizado por un gran crecimiento del posgrado, y de 1970 a 1982, con crecimiento, aunque menor, vinculado

más intencionalmente con la investigación.

Primer subperíodo: 1959-1970. En el gobierno de López Mateos (1958-1964) se creó la Subsecretaría de Enseñanza Técnica y Superior, para coordinar los trabajos en esas áreas, y en 1961 se abrió el Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del IPN, que ofrecía programas de maestría y doctorado en varias especialidades de las ciencias naturales. Entre 1965 y 1969 se crearon maestrías en ciencias naturales, de la administración y médicas en el IPN, en la Universidad de Chapingo (UdeCh), en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), así como en humanidades y ciencias de la administración en la Universidad de Nuevo León (UNL), la Autónoma de Guadalajara (UAG) y la Autónoma de Guerrero (UAdeG). La matrícula en la educación superior alcanzaba un total de 25,021 estudiantes en 1959, de los cuales 98 eran estudiantes de posgrado.

Segundo subperíodo: 1970-1982. La Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Educación Superior (ANUIES), creada en 1950, resolvió en 1971 crear e impulsar los estudios de posgrado, ya que sólo algunas instituciones ofrecían posgrados, entre ellas: UNAM, IPN, UIA, UdeCH, ITESM, UAG, el Colegio de México (ColMex), el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), la Universidad Autónoma de Coahuila (UACoah) y el Instituto Nacional de Astrofísica,

### Óptica y Electrónica (INAOE).

Se crearon numerosos centros de estudios técnicos preparatorios como base educativa para la educación tecnológica superior y de posgrado. También se crearon numerosos centros de estudios técnicos de carácter terminal, que deberían preparar a personal calificado para trabajar con profesionales egresados de las escuelas tecnológicas de nivel superior. Hacia el final de este período se crearon 67 nuevos posgrados en universidades públicas, y 14 más en los Institutos Tecnológicos Regionales.

Se creó la Dirección General de Investigación y Graduados, la Unidad Profesional Interdisciplinaria y de Investigación en Ciencias Sociales y Administrativas (UPIICSA) y el Centro de Investigaciones en Ciencias Sociales en el IFN. Entre 1970 y 1980 el sistema educativo de nivel superior experimentó una gran expansión: la matrícula se incrementó por un factor de 3.5, de 271,275 en 1970 a 935,789 en 1980, mientras que la matrícula del posgrado se incrementó a una tasa un poco menor, de 5,753 a 18,206. Los crecimientos dispares, en términos absolutos, provocó que la matrícula del posgrado disminuyera ligeramente en relación a la de estudios profesionales en la década: de 2.1% a 1.95%. En general la oferta del posgrado se amplió: de 13 instituciones en 1970, había 98 en 1980. Desde el punto de los niveles académicos, 11 instituciones ofrecían programas de

maestría y 6 de doctorado en 1970; para 1980, el número había crecido a 93 y 15, respectivamente. Además, de tres instituciones que ofrecían especialización en 1970, ya había 29 que lo hacían diez años después.

Los programas también habían aumentado: de un programa en 1937 se llegó a 8 en 1959, 190 en 1970 y 1,396 en 1980. Desde el punto de vista de los niveles académicos, había tres programas de maestría en 1939 y sólo 4 en 1959, pero en 1970 ya había 124, mientras que en 1980 ya eran 809; en cuanto al doctorado, en 1937 había uno solo, pero en 1970 ya se tenían 52 y 124 en 1980. Además se ofrecían 137 especialidades en 1980, comparadas con 21 en 1970 y 15 en 1967. Sin embargo, a pesar de este crecimiento tan grande, 49.5% de los programas de posgrado carecían de matrícula en 1980: 53.3% de los programas de doctorado y 49.8% de los de maestría. Por su parte, 49.5% de los programas de especialización carecían de matrícula.

De los 98 estudiantes de posgrado en 1959 se llegó a 5,737 en 1970 y 18,206 en 1980. El incremento de la matrícula se presentó principalmente en los estudios de maestría entre 1970 y 1980: de 3,342 a 15,681, mientras que en el doctorado sólo se incrementó en un poco menos del 5% en diez años, de 746 a 775 estudiantes.

En cuanto a las instituciones de educación tecnológica (IPN e Institutos Tecnológicos Regionales), la matrícula de estudios profesionales, incluyendo posgrado, aumentó de 50,217 a 133,515 entre 1970 y 1980. La matrícula total en los campos tecnológicos se incrementó ligeramente del 51.6% al 54.3% en esa década. Aunque ya había muchas instituciones y numerosos programas de posgrado hacia 1980, se carecía de infraestructura adecuada y se experimentaba una alta concentración de instituciones, programas y matrícula en el Distrito Federal: 63% de los programas y 55.5% de la matrícula.

### 2.1.3. El periodo actual: desde 1982.

El gobierno de De La Madrid (1982-1988) ordenó sus actividades en apoyo al posgrado a partir del Programa de Fortalecimiento del Posgrado Nacional, que proponía "contribuir al desarrollo de un sistema de posgrado de mayor calidad, más amplio, más equilibrado... y mejor vinculado con los requerimientos prioritarios del desarrollo del país", de acuerdo con los criterios establecidos por el propio gobierno federal en el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico 1984-1988 (1984, 59). El apoyo consistió en patrocinar el intercambio de profesores nacionales y extranjeros, contratación de ex-becarios, reforzamiento de acervos bibliográficos y servicios de información, y complementación de la infraestructura experimental (Reséndiz y Barnés, 1987, 11); a través del Programa se

apoyó la formación especializada en investigación (Programa Tutorial de Formación de Investigadores Clínicos y Programa Interinstitucional de Posgrado en Alimentos) y la actualización profesional (Estancias Industriales de Diseño Mecánico), así como mediante becas. El total anual de becas otorgadas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) aumentó ligeramente de 1,801 en 1982 a 2,540 en 1983, para llegar a 1,800 en 1986 (CONACYT, 1986, 46). El total de instituciones que impartían posgrado aumentó a 125 en 1984, ofreciendo un total de 1,495 programas: 892 de maestría y 147 de doctorado, más 456 de especialización (Reséndiz y Barnés, 1984, 10). El problema de los programas sin matrícula, aunque había disminuido considerablemente, no deja de ser preocupante, ya que todavía en 1984 el 24.5% de los programas en los tres niveles no tenían matrícula (p. 10).

La matrícula en 1,129 programas vigentes había alcanzado un total de 39,048 estudiantes, más del doble que en 1980, de los cuales 32% cursaba programas de especialización, 64% de maestría y sólo 4% de doctorado. Se había logrado cierto nivel de descentralización, ya que sólo el 38% de las instituciones que ofrecían posgrado se encontraban en el Distrito Federal, concentrando el 49% de la matrícula y el 50% de los programas, mientras que en 1970 era el 53.8%, el 75% y el 86%, respectivamente.



La proporción de matrícula de posgrado con respecto de la licenciatura alcanzó 3.8%, un índice muy bajo si se le compara con el de otros países: desde un 16% en Alemania Federal hasta un 50% en Francia. Por otra parte, la eficiencia terminal sigue siendo baja: de 23% global; desde el punto de vista de los niveles académicos, la eficiencia terminal es muy heterogénea: 25% en especialización, 15% en maestría y 14% en doctorado. En general, muy pocos programas de posgrado se encuentran vinculados a la investigación. La situación ha mejorado, pero dista mucho de ser la deseable, tanto en su cobertura como en su calidad.

En síntesis, el posgrado ha recibido atención sustancial sólo a partir de 1970, con una base científica sólida solamente en algunas áreas, las de mayor tradición en México (ciencias naturales y medicina). El fuerte sesgo del posgrado hacia los perfiles de diversos campos profesionales ha disminuido las posibilidades de fortalecer la investigación científica y tecnológica.

En el período posrevolucionario se dio atención a necesidades inmediatas, como la alfabetización y la educación elemental, y más tarde se fortaleció la educación técnica. Ambas acciones fueron la base del desarrollo de la educación técnica media, media superior y superior a partir de 1940 y especialmente entre 1959 y 1982. Es hasta la década de los setenta, con el crecimiento de la matrícula en la educación

superior, cuando se puede hablar de una base educativa formal sustancial para el crecimiento adecuado del posgrado. Debido al crecimiento económico en esa época, se amplió la oferta de empleo especializado, principalmente en ingeniería de proceso y en el sector servicios en general, por lo que los programas de posgrado se orientaron a cubrir esa demanda. El posgrado creció desproporcionada y prematuramente, sin criterios específicos de desarrollo y sin articulación sólida con la investigación científico-tecnológica y el desarrollo tecnológico industrial.

## **2.2. Análisis del desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología**

La evolución de la ciencia y la tecnología en México presenta diversas características. He agrupado esta evolución en tres grandes periodos, como en el caso del posgrado, de acuerdo con el carácter formal de las políticas formuladas por los sucesivos gobiernos en las diferentes épocas de la historia del país, la orientación de estas formulaciones con respecto al desarrollo económico del país, y el grado de desarrollo del propio sistema de ciencia y tecnología. Estos periodos son el pre-moderno, hasta 1910; el moderno, de 1910 a 1982; y el actual, de 1982 en adelante.

El primero de los tres periodos se analiza en este trabajo en forma sumamente sintética, por necesidad, pero sirve bien a los propósitos del análisis que aquí presento, como ubicación de un proceso histórico cuyo desenlace hasta la actualidad atravesó por una época no menos conflictiva desde 1910 hasta 1982. Así, podrían reconocerse tres subperiodos en este primer periodo: uno hasta 1810; otro, entre 1810 y 1870, y un tercero, de 1870 a 1910. He dividido el segundo periodo también en tres subperiodos: de 1910 a 1935, de 1935 a 1970, y de 1970 a 1982. El tercer periodo, el actual, abarca apenas los últimos siete u ocho años, por lo que no propongo ninguna subdivisión en este caso.

#### 2.2.1. El periodo pre-moderno

Primer subperiodo: hasta 1810. El desarrollo científico y tecnológico nacional en la época colonial fue mínimo. Los logros alcanzados por el México prehispánico en matemáticas y astronomía, los conocimientos empíricos en medicina, y las técnicas agrícolas fueron totalmente sustituidos por los conocimientos técnicos y científicos de la cultura española, importados del Imperio. Si bien la introducción de nuevos conocimientos y técnicas, a niveles semejantes a los usuales en los países más avanzados de la época, provocó un salto tecnológico en relación al desarrollo de la tecnología indígena (Chavero, 1984, 66), no hubo mayores cambios por casi

trescientos años (Alvarez et al., 1982, 40). Para fines del siglo XVIII La colonia se encontraba ya retrasada con respecto a otros países que se encontraban en plena revolución industrial.

El conocimiento científico tuvo un desarrollo igualmente débil, salvo por la influencia de la Ilustración, que estimuló el interés por las ciencias naturales (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984, 7). Fue hasta finales del siglo XVIII, con la creación del Real Seminario de Minería, que el espíritu científico de la revolución industrial se introdujo en México (Corona, 1984, 171).

Segundo subperíodo: 1810-1870. En este período, de gran desarticulación política y social, el desarrollo industrial apenas existió. La minería, motor de la industria en la época colonial, perdió su dinamismo (Corona, 1984, 171). Surgieron las industrias textiles y del papel, los ingenios y el ferrocarril. Este último abriría una nueva fase del desarrollo industrial. Sin embargo, la importación de maquinaria, equipo y personal para la industria más avanzada, aunada a una baja capacidad de demanda de productos industriales (Chavero, 1984, 67), hizo que el desarrollo tecnológico fuera prácticamente nulo. La poca investigación científico-tecnológica que se llevaba a cabo estaba desvinculada de la producción, limitándose a "adquirir catálogos de artefactos, diccionarios de ciencias y artes,

manuales de técnica aplicada" (Argüello, citado por Corona, 1984, 172).

Tercer subperíodo: 1870-1910. Existe una industrialización incipiente, basada prácticamente en el ferrocarril. Se fortalece la industria textil, con avances tecnológicos re-basando los procesos artesanales. Tanto en el ferrocarril como en la industria textil la tecnología era importada, en todas sus formas: "se compraba todo el equipo; el personal que se encargaba de la supervisión y del manejo del equipo en los primeros momentos de su instalación era personal extranjero" (Chavero, 1984, 67). De acuerdo con Argüello (citado por Corona, 1984, 172), se abría la puerta a la dependencia tecnológica y al atraso científico. La gran oportunidad que tuvo el régimen porfirista de iniciar el despegue industrial, acompañado de un desarrollo tecnológico sólido, no fue aprovechada en lo más mínimo, dejando al país con un proceso industrial acelerado, pero sin capacidad tecnológica independiente.

Como se puede ver, este período de la historia en México muestra avances político-sociales, como el triunfo del movimiento de independencia; y algunos avances en materia de desarrollo económico, aunque todavía en forma inequitativa. El desarrollo tecnológico, asimilado de las metrópolis dominantes según las diversas fases del desarrollo histórico del país, fue poco importante, salvo en el tercer subperíodo.

El carácter dependiente de la tecnología se había reforzado, mientras que la investigación científica, ligada a sectores acomodados de la sociedad en el porfiriato, heredaban una herencia cultural academicista de la ciencia francesa y alemana, que en esa época dominaba el avance del conocimiento. La carencia de una política científico-tecnológica en sentido estricto, propició que el desarrollo científico-tecnológico tomara este cariz, casi fortuito.

### 2.2.2. El periodo moderno

Primer subperíodo: 1910-1935. Este subperíodo se inició con la ruptura del orden social mantenido por el régimen porfirista, estableciendo un nuevo orden, constituido lenta y dolorosamente, sin base tecnológica o científica sustancial. La empresa nacional seguía siendo tradicional y minoritaria: textiles, alimentos, cigarros, etc., mientras que las grandes empresas extranjeras utilizaban la tecnología más avanzada de la época; se introdujeron diversas técnicas en la agricultura y la minería; sin embargo, la estructura industrial era básicamente la misma que se tenía al final del porfiriato (Alvarez et al., 1982, 38). Las prioridades gubernamentales se enfocaban al desarrollo de la infraestructura y los servicios de salud y educación, por lo que la ciencia y la tecnología no se vislumbraban como problemas prioritarios (Chavero, 1984, 67).

Segundo subperíodo: 1935-1970. Una vez establecidas las bases políticas de la sociedad nacional, se fomentó la industrialización y la generación de infraestructura en el período posrevolucionario. El gobierno cardenista llegó a concebir a la ciencia y a la tecnología como elementos integrados a los programas de desarrollo económico del país (Corona, 1984, 172), y creó el Consejo Nacional de Educación Superior y de la Investigación Científica. Los gobiernos subsecuentes orientaron la investigación hacia la producción y se crearon diversos organismos coordinadores para estos propósitos. La Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC) fue creada en 1942, y convertida en 1950 en Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC), para realizar y promover investigación. El INIC fue reformado en 1961, a instancias de la Academia de la Investigación Científica (creada en 1959), para dedicarse a fomentar, no realizar, la investigación, así como continuar con la tarea de establecer laboratorios industriales.

La investigación científica comienza a configurarse más sólidamente. La base de este desarrollo incipiente era un pequeño grupo de académicos dedicados a realizar investigación de buena calidad, con reconocimiento dentro y fuera del país, conformando pequeños grupos de investigación en condiciones institucionales precarias. Las pocas institu-

ciones de altos estudios, especialmente la Universidad Nacional de México, abierta en 1910, y el Instituto Politécnico Nacional, creado en 1935, dieron cabida a estos esfuerzos de investigación. Aunque el presupuesto del INIC se mantuvo casi sin incremento durante sus primeros diez años, antes de ser reformado (Pérez Tamayo, 1976, 38), se abría de hecho una importante etapa para el desarrollo de la investigación científica, especialmente en ciencias naturales: se institucionalizaba la investigación científica, todavía débil.

Sin embargo, el desarrollo tecnológico surgía con graves contradicciones. A pesar de que se formalizaba la política científica y tecnológica por primera vez en México,<sup>33</sup> el desarrollo industrial del país se daba al margen del desarrollo tecnológico. En la última sección de este capítulo analizaré con más detalle las características del desarrollo tecnológico a partir de las condiciones económicas establecidas en la etapa de industrialización desde los años cuarenta.

Las limitadas condiciones para el desarrollo de una ciencia y una tecnología fuertes llevó, al final de este subperíodo, a realizar diversos análisis importantes, así como intentos de formulación de política al respecto. Por ejemplo, en 1967 se llevó a cabo la Primera Reunión sobre Ciencia y Tecnología en el Desarrollo Nacional, promovida por el Centro



Nacional de Productividad. Ahí se plantearon propuestas de fomento a la investigación y a la formación de investigadores. También se propuso la creación de un organismo nacional encargado de coordinar la enseñanza superior y la investigación científica y tecnológica (Corona, 1984, 173).

Por su parte, el INIC llevó a cabo un estudio diagnóstico del estado de la ciencia y la tecnología en México, (Política y Programas Nacionales en Ciencia y Tecnología, 1970), el primero de su tipo por su alcance y el manejo de datos con gran detalle,<sup>54</sup> cubriendo instituciones de educación superior, centros de investigación, recursos humanos, presupuestos, áreas de investigación, etcétera. El diagnóstico y las propuestas del INIC abrirían una nueva etapa del desarrollo de la ciencia en México.

Tercer subperíodo: 1970-1982. El primer diagnóstico global del estado de la ciencia y la tecnología en el país que se llevó a cabo en 1970, mostró graves deficiencias, de diversa índole: había una gran desvinculación entre investigación e industria, especialmente la del sector privado. La vinculación entre investigación y educación superior era muy pobre, a pesar de que la mitad de la investigación que se realizaba en el país se hacía en instituciones de educación superior. Se carecía de programas adecuados de formación y participación profesional, mientras que los bajos salarios y la carencia de incentivos limitaban el crecimiento de la co-

munidad científica. Se observó que el sector industrial manufacturero mostraba una exagerada absorción de tecnología extranjera, aunada a una mínima participación del sector privado en los pequeños esfuerzos de desarrollo científico y tecnológico.

A partir del primer diagnóstico del estado de la ciencia y la tecnología realizado por el INIC, se creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) que, de acuerdo con el texto de la Ley de su creación (1971), se encargaría de fijar, instrumentar, ejecutar y evaluar la política nacional de ciencia y tecnología, así como de planear, programar, coordinar, orientar, sistematizar, promover y encauzar las actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología, y su vinculación con el desarrollo nacional.

Se implantaron varias estrategias de diversa índole para reforzar el sistema de ciencia y tecnología y su vinculación con las instituciones de educación superior; se expandió y descentralizó la educación superior; se multiplicaron y reforzaron los centros de investigación básica y aplicada, se ofrecieron estímulos a la investigación y el desarrollo tecnológico; se expandieron los programas de formación de recursos humanos con alto nivel de preparación (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984, 24); y se establecieron diversas legislaciones para definir, fomentar o articular la actividad tecnológica. <sup>103</sup>

A través de estas acciones se lograron algunos avances en materia financiera: el gasto nacional en ciencia y tecnología, en relación al producto interno bruto (PIB), se incrementó de 0.17% en 1970 a un máximo de 0.59% en 1981 (El CONACYT en cifras, 1986, 6). En cuanto al personal dedicado a la investigación, de poco más de 4,000 en 1970 (Política y Programas..., 1970), se llegó a contar con más de 5,000 en 1974 (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984, 25), y con alrededor de 13,000 en 1979 (Márquez, 1982, 47).

El impulso que se dió a las actividades de ciencia y tecnología a partir de 1971 permitió obtener logros importantes además de los mencionados. Se apoyó una gran cantidad de proyectos de los diversos campos científicos: el total de proyectos en 1968, que fue de 2,659, se multiplicó por un factor de 3.5 en seis años, para alcanzar 9,166 en 1974 (Rodríguez Sala, 1988, 28). Se apoyó a varios programas de posgrado para la ampliación de su infraestructura y personal. Se crearon 25 nuevos centros de investigación científica y tecnológica entre 1972 y 1980, con los propósitos complementarios de "descentralizar la investigación, atender problemas específicos regionales y propiciar la formación de grupos de investigación en la provincia" (Márquez, 1982, 108), dado que el 76% de los institutos y centros de investigación científica del país se encontraba ubicado en el área metropolitana de la ciudad de México, realizando el 90%

de la actividad científica del país (Chavero, 1984, 68).

Se impulsó en gran medida la formación de recursos humanos: entre 1971 y 1980 el gobierno federal y otras instituciones públicas (Banco de México, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, etcétera) otorgaron 31,214 becas (Márquez, 1982, 100). El CONACYT otorgó 27,598 de ellas. De este subtotal otorgado por el CONACYT, 1,961 fueron para estudios de doctorado y 10,343 para maestría (El CONACYT..., 1986, 44).

La masa crítica configurada en la década anterior y su base financiera y material hizo posible algunos avances importantes en varios aspectos de la ciencia y la tecnología. Entre otros, se pueden mencionar los relacionados con el conocimiento de los sistemas ecológicos y los recursos bióticos; en materia de petroquímica, en el mejoramiento de semillas y de alimento para ganado, etcétera (Márquez, 1982; Alvarez et al., 1982).

Se logró tener investigación de calidad en algunos campos dentro de las ciencias agropecuarias, las biomédicas y la física,<sup>24</sup> pero había muy pocos grupos de investigación sólidos en campos tales como las ciencias de la tierra, la meteorología y la oceanografía, y en campos más amplios como la biología, la química y la economía, todos ellos considerados muy importantes por el gobierno federal, dado

su potencial para aportar conocimiento significativo que pueda utilizarse en forma tecnológica o para explicar procesos importantes en varios aspectos de la naturaleza del país o de su desarrollo social (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984). La distribución por campo científico había llegado a tener un fuerte sesgo hacia algunos campos de la ciencia.

### 2.2.3. El período actual

La investigación básica en ciencias naturales ha recibido más atención, aun antes de 1935, que otras formas más "aplicadas" en esos campos. Con mayor tradición, muestra mayores avances. No obstante, sólo alrededor del 25% de los investigadores en ciencias naturales tenían el grado de doctor en 1983, la mayoría de ellos dedicados precisamente a la investigación básica. La inscripción nacional total en programas doctorales en ese año, se distribuía de la siguiente forma: 45% de los estudiantes de doctorado estaban inscritos en algún programa dentro de las ciencias sociales y humanidades (CSH); 23% en ciencias exactas y naturales (CEN); 17% en tecnologías y ciencias de la ingeniería (TCI); 12.5% en tecnologías y ciencias médicas (TCM) y 2.4% en tecnologías y ciencias agropecuarias (TCA).<sup>57</sup>

La situación de la ciencia y la tecnología en la década de los ochenta no ha alcanzado los niveles de crecimiento observados en los diez años anteriores. En realidad, todavía es la misma básicamente. En la Reunión de Consulta Popular para la Planeación de la Ciencia y la Tecnología para el Desarrollo, realizada en 1982, se mencionó la "deficiente vinculación con el aparato productivo, la escasez de científicos y técnicos, la excesiva centralización y la necesidad de remontar la dependencia tecnológica extranjera" (Saldaña y Medina, 1988, 1113). Es decir, el sistema de ciencia y tecnología seguía siendo "muy deficiente, por pequeño, incompleto y desarticulado" (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984, 24).

Los avances de tipo cuantitativo que se dieron en la década de los setenta no fueron suficientes para superar los problemas fundamentales mencionados anteriormente. Doce años después del primer estudio sistemático sobre la situación de la ciencia y la tecnología en México, se había logrado triplicar el apoyo financiero por parte del gobierno federal, principal fuente de financiamiento (siempre de alrededor o superior al 90% del gasto nacional en este rubro). Sin embargo, en 1983 el financiamiento se encontraba en los mismos niveles que en 1979 (Saldaña y Medina, 1988, 1114), mientras que entre 1983 y 1988 apenas aumentó el 18% en términos reales (id., 1115). El gasto nacional en ciencia y tecnología, con relación al producto in-

terno bruto, cayó a 0.32% en 1986, el nivel de financiamiento más bajo desde 1970, cuando se inició la implantación de los programas de apoyo al sector. El sector privado seguía participando con una bajísima proporción, casi igual a la de 1974, del 5% del gasto nacional en este rubro (Chavero, 1984, 72). En todo caso, el gasto nacional en ciencia y tecnología nunca ha alcanzado la proporción recomendada por la ONU para países no industrializados, del 1% del PIB. Al parecer, el gasto en ciencia y tecnología equivalente a 1% o más del PIB tiene un efecto importante en el nivel de desarrollo de un país (Reséndiz, 1984), aunque es importante también considerar la distribución del gasto por campo científico.

El número de investigadores se incrementó, así como el total de investigadores con posgrado. De acuerdo con Saldaña y Medina (1988, 1115), había 16,000 personas involucradas en investigación en 1984. Este total cuadruplica el correspondiente a 1970, pero está todavía por abajo del nivel deseable, convencionalmente aceptado en una proporción mínima igual a 2.5 investigadores por cada 10,000 habitantes.<sup>57</sup> El total de investigadores con posgrado había crecido de 2,299 en 1974 a alrededor de 6,000 en 1983, pero es un total equivalente apenas a 0.8 investigadores por 10,000 habitantes (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984, 25).

Las contradicciones fundamentales que presenta el sistema de ciencia y tecnología siguen vigentes, en un contexto de crisis económica que ha hecho visibles los problemas básicos. Además, en realidad se ha empeorado la situación tanto en lo que se refiere al apoyo financiero, la pérdida en el salario del investigador, el nulo crecimiento de la comunidad científica, y la pérdida de académicos de alto nivel en los últimos años, especialmente en algunos campos de investigación básica en las ciencias naturales y en las biomédicas. Esta insuficiencia es más notoria si se toma en cuenta que la política de ciencia y tecnología desde 1970 ha enfatizado precisamente el crecimiento de la comunidad científica.

De acuerdo con el diagnóstico del gobierno federal presentado en 1984 (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984), algunos campos científicos y tecnológicos habían logrado avances importantes, pero algunos de los más avanzados no necesariamente se encontraban en la frontera del conocimiento en su campo. Esta situación tiene fuertes implicaciones en el propio desarrollo futuro de la ciencia y la tecnología, así como en sus relaciones con otros sectores de la estructura social y económica del país como son el educativo y el industrial.

La formación de personal especializado en el campo de las tecnologías se ha realizado más en la línea de



administradores que de productores. Esta administración se realiza sobre procesos, operaciones y sistemas que no son necesariamente los más avanzados en su área de aplicación. Por su parte, los resultados de la investigación que se realiza en las ciencias exactas y naturales no se han canalizado hacia la superación de problemas básicos de la sociedad. Además, se ha planteado repetidamente el hecho de que una buena parte de la investigación que se realiza en el país es "subrogada" (Cappello, 1982), es decir, responde a problemas de interés de los grandes centros de la ciencia en países industrializados, y en menor medida a problemas prioritarios del país (Pérez-Pascual, 1982).

En síntesis, la ciencia y la tecnología en México hasta principios de la actual década, siguen constituyendo un sistema pequeño, heterogéneo, lejos de la ciencia de frontera en la mayoría de los campos, y dependiente.<sup>10</sup> Además, el origen de las actividades científicas y tecnológicas, que plasmó poco a poco ciertas formas de ver el mundo, la realidad, la propia ciencia, el quehacer científico, etcétera, así como su fuerte encasillamiento en la academia por muchos años, ha llevado a la ciencia y la tecnología por caminos ajenos al desarrollo nacional deseable.

En lo que se refiere a la evolución de la política científica en México, se puede afirmar que durante el período pre-moderno (hasta 1910) se careció de una política científica y

tecnológica formal. El desarrollo de la ciencia y la tecnología en este período se debió más al desarrollo industrial, que trajo consigo diversas tecnologías, y a la evolución de las instituciones educativas de nivel superior, las cuales formaron científicos y técnicos que se incorporaron de una forma o de otra al desarrollo industrial.

El valor analítico de este largo período radica en que muestra como se fue forjando el retraso científico y tecnológico en casi todos los órdenes. Los avances a fines del siglo XVIII y los de finales del siglo XIX no fueron suficientes para construir una base industrial sólida para el acceso al siglo XX.<sup>113</sup> La característica principal del desarrollo científico y tecnológico del país en esa época fue la de dependencia.

En el período moderno (1910-1982), el primer subperíodo sirvió como una fase de transición entre el período antiguo y el actual, dada la necesidad de fomentar el aparato productivo industrial y el apoyo a las instituciones de educación superior, en un contexto de establecimiento institucional del nuevo orden social en el período posrevolucionario. Siendo otras las prioridades, como la construcción de una sociedad nacional, la atención a problemas fundamentales de la población como salud y educación, y la distribución de la tierra, casi no aparecieron la ciencia y la tecnología en la constelación de procesos que dieron paso al

México moderno.

A partir del segundo subperíodo del período 1910-1982, es decir, de 1935 a 1970, se formaliza la política científico-tecnológica. Desde ese momento se puede hablar de un apoyo formal y estratégico a la ciencia y la tecnología. Esto no significa que se haya dado en toda su amplitud, pues treinta y cinco años después se observaron contradicciones insostenibles: desarrollo industrial acelerado sin desarrollo de tecnología ni demanda de profesionales o investigadores que la produjeran; crecimiento de la educación superior, pero carente de una orientación adecuada hacia el trabajo profesional que sirviera de base para el desarrollo tecnológico deseado, y carente también de una orientación adecuada hacia la investigación; éstas dos carencias se hacían más graves porque no existía un posgrado articulado que compensara las debilidades de la formación profesional; el financiamiento del posgrado, la ciencia y la tecnología era definitivamente inadecuado. Aunque se tenían políticas y se daban apoyos concretos, la situación prácticamente seguía siendo la misma.

El tercer subperíodo (1970-1982), a pesar de caracterizarse por la gran expansión de los recursos financieros, del personal y de personal potencial mediante el apoyo a los posgrados, parece ser el último estirón de la poca elasticidad que le quedaba al modelo económico que hizo posible la ex-

pansión. En realidad, la expansión se dio con base en una política de asignación de financiamiento directo para el desarrollo de programas, proyectos, formación de recursos, etc. Sin embargo, la articulación de la investigación tecnológica con el aparato productivo nunca llegó a ser fuerte y sostenida, por lo que el desarrollo tecnológico siguió siendo prácticamente igual de débil que antes. Los resultados netos de esta situación son, entre otros: insuficiencia de personal profesional y de investigación en los campos tecnológicos; casi nula participación del sector privado; y bajo volumen, agravado con bajo impacto, de la tecnología producida y patentada por mexicanos en el país.

El tercer periodo (1982 a la fecha) muestra los mismos problemas fundamentales. El esfuerzo en investigación científica es ya reconocido por su alta calidad en diversos campos. Algunos campos de la investigación tecnológica son también importantes. Las condiciones institucionales para el desarrollo de la ciencia y la tecnología son mejores que nunca, pero los requerimientos en infraestructura, organización e intercambio son también más complejos que antes, por lo que el apoyo con que se cuenta ahora es todavía precario.

Las posibilidades de desarrollo están totalmente subordinadas a la actual crisis económica por lo que las perspectivas a corto plazo son poco prometedoras. Las políticas más

recientes no han tenido efectos positivos sustanciales (del período gubernamental de 1982 a 1988), o no se han observado sus efectos todavía (en el período que se inicia en 1988). Así, ante la carencia de políticas por más de trescientos años, y la presencia de políticas insuficientes y orientadas en forma inadecuada por otros cincuenta, se tiene una estructura científico-tecnológica débil, como señalé anteriormente.

Estas características estructurales de la ciencia y la tecnología, surgidas a través de un proceso histórico complejo, están estrechamente vinculadas al proceso de desarrollo socioeconómico del país, como he tratado de señalar en esta sección. En la siguiente sección analizaré con mayor detalle la forma de articulación científico-tecnológica a partir de 1940, época que abrió el proceso de industrialización del México moderno y que coincide prácticamente con los períodos moderno y actual del desarrollo de la ciencia y la tecnología.

### 2.3. La articulación tecnológica en la estructura económica de México

Existe una estrecha relación entre el desarrollo de la ciencia y la tecnología y el desarrollo socioeconómico del país. El modelo de desarrollo que se siguió desde los años cuarenta, de sustitución de importaciones y con una estrategia financiera de estabilización, prácticamente detuvo el desarrollo tecnológico, dejando que la de por sí débil investigación tecnológica quedara encerrada en las instituciones de educación superior.

De acuerdo con Casar y Ros (1984), se puede dividir este periodo del desarrollo económico en por lo menos tres subperiodos: de 1940 a 1954, de 1954 a 1970 y de 1970 en adelante. El primer subperiodo se caracteriza por un crecimiento acelerado, en el que la producción fabril sustituyó a la artesanal, dando prioridad a la producción de bienes de consumo e intermedios sobre la producción de bienes de capital. La economía se contrajo entre 1953 y 1954, lo cual abriría un nuevo ciclo en la evolución de la estructura económica.

En el segundo subperiodo, de 1954 a 1970, se favoreció la inversión extranjera y se privilegió la producción de bienes de consumo sobre los intermedios, los duraderos y de capital: hasta 1970 la importación de bienes de consumo no duradero se había reducido al 7% y la de los bienes interme-

dios al 18%, mientras que la de bienes de capital se redujo al 47% (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984, 9), lo que muestra la fuerte orientación de la estructura industrial hacia los mercados de consumo inmediato.

Entre 1960 y 1970 la inversión pública se canalizó en sólo 19% al sector agropecuario, mientras que el 67% de ella se orientó al sector industrial paraestatal. La industria en general creció a tasas anuales superiores a la media nacional (6%) entre 1940 y 1970. Sin embargo, no se generaron empleos suficientes, se hizo más inequitativa la distribución del ingreso, siendo la población rural la más afectada; y no se redujo la dependencia de insumos y bienes de capital (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984, 9-10). Por su parte el sector servicios creció desmesuradamente. En este período también hubo una contracción económica entre 1960 y 1963, seguida de otra expansión al final del período.

En el tercer período, de 1970 en adelante, se intenta corregir el modelo de desarrollo en el marco de una desaceleración de la expansión industrial, con un mercado altamente segmentado, de baja competitividad y poca tecnología. La importación de productos a pesar de la "desustitución de importaciones", aumentó entre 1970 y 1980 de 7% a 13% en bienes de consumo, de 18% a 25% en bienes intermedios y de 47% a 55% en bienes de capital; uno de los factores que generaron esta situación fue la incapacidad de

la planta industrial para satisfacer las demandas de producción de bienes en esos varios niveles (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984, 10). Por otra parte, y desde el punto de vista tecnológico, el 48% de los contratos para adquisición de tecnologías en 1979 estaban "dedicados a ramas de la producción y de los servicios considerados como no prioritarios y por lo mismo fácilmente prescindibles", mientras que sólo el 7% de las patentes registradas entre 1970 y 1979 eran mexicanas (Chavero, 1984, 73). La industria de inversión extranjera mostraba claras ventajas competitivas: disponibilidad y costo de recursos financieros, potencial de acumulación, acceso a la tecnología y tamaño de planta (Casar y Ros, 1984, 35).

Desde el punto de vista del desarrollo sectorial (Casar y Ros, 1984, 37ss.), este proceso histórico ha generado la siguiente configuración: en la industria manufacturera se puede observar un desarrollo paralelo entre la industria metal-mecánica por un lado, y las industrias textil y de alimentos por el otro. La primera "nace moderna", lo cual genera un lento crecimiento de la productividad en relación al rápido crecimiento del empleo y el nivel de producción en la rama correspondiente, y además no requiere saltos tecnológicos importantes incorporados al proceso de ampliación de la capacidad productiva.



Las industrias textil y de alimentos se encuentran atrasadas tecnológicamente en el momento del despegue industrial, por lo que entran en una fase de modernización debido a las políticas favorables, con rápido crecimiento de la productividad y reducción en el empleo. Como se ve, el sector industrial tendió a la homogenización tecnológica.

En el sector agropecuario se encuentran tres estructuras de producción: agricultura empresarial, agricultura articulada a zonas urbano-industriales, y agricultura de subsistencia. La primera, establecida principalmente en el norte del país, se caracteriza por un rápido crecimiento de la mecanización, alto rendimiento por hectárea y alta productividad por trabajador, especialmente hasta los años sesentas. La agricultura cercana a centros industriales se caracteriza por un crecimiento de productividad en base a una mecanización mediana y trabajo intensivo hombre/hectárea, lo cual provoca reducción del empleo y fuertes migraciones a centros industriales o urbanos. En el sector de subsistencia existe bajo rendimiento por hectárea y baja productividad por trabajador, con bajo nivel de mecanización.

En el sector de los servicios se ha dado un lento crecimiento de la producción, con gran crecimiento del empleo, especialmente de los servicios técnicos "funcionales" (de reparación y financieros) y en los sectores de mayor atraso tecnológico, en un proceso precisamente a la inversa

del sector manufacturero.

Así, se puede afirmar que las características principales del desarrollo industrial, desde el punto de vista tecnológico, son las siguientes (Casar y Ros, 1984, 36-37): concentración tecnológica en la industria; heterogeneidad y asimetría tecnológicas; limitada "irradiación tecnológica" del proceso de industrialización, que se agrava a partir de los años sesentas; los patrones sectoriales de crecimiento de la productividad son dispares, con tendencia a la homogenización en los sectores más atrasados en el sector industrial.

En este panorama se ven las causas de la actual situación de la industria: dependencia de tecnología extranjera, con algunas excepciones, como en el caso de ciertas tecnologías de proceso en la industria del petróleo. Una buena parte de la industria y el comercio sigue manteniendo una alta proporción de inversión extranjera, importando insumos para la producción y bienes de consumo, bajo la protección de políticas todavía favorables. El problema con esta situación es que la inversión extranjera no ha requerido ni promovido ninguna actividad tecnológica sustancial en beneficio del país. Además, la industria privada nacional sigue manteniendo baja su participación en el gasto total del país en ciencia y tecnología, nunca mayor al 10%. En suma, el modelo de desarrollo, en transformación por sus

fases recientes de agotamiento y crisis, ha presentado una demanda limitada de tecnología nacional.

Las relaciones entre desarrollo económico, ciencia y tecnología son extensivas al posgrado en buena medida. Las limitaciones estructurales del modelo de desarrollo para la industrialización del país no sólo ha impedido el avance de la investigación tecnológica, sino que el sistema educativo no ha sido capaz de hacer aportes sustanciales a la formación de una cultura científica y tecnológica; la necesidad de formar investigadores en las áreas tecnológicas ha sido cubierta sólo en la medida en que se requiere personal con alta especialización para aplicar la tecnología disponible, en gran medida importada, y en algunos casos para mejorarla.

La problemática señalada en el capítulo primero no es sino el resultado de el proceso económico que he descrito aquí. En síntesis, la política educativa se fue orientando, a partir de 1910, a desarrollar el sistema educativo desde los niveles más elementales, por períodos tan largos que pasaron 60 años antes de iniciar el apoyo sustancial al posgrado, en forma casi simultánea al apoyo que empezó a darse a la ciencia y la tecnología. Este retraso está obviamente desfasado, por lo menos en cuarenta años, al desarrollo acelerado de la industrialización. De esta manera, es fácil ver cómo se desvirtuó el desarrollo científico y tecnológico, tanto en el lo que se refiere a la investigación

en ambos campos, como en la formación de investigadores a través del posgrado.

### CAPITULO 3: UNA APROXIMACION TEORICA AL ANALISIS DEL POSGRADO Y DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

#### 3.1. Problemática sociológica del posgrado

El análisis de las relaciones entre educación superior y sociedad en México ha estado dominado por posturas que ubican éstos ámbitos como polos, muchas veces opuestos. Estas relaciones se han conceptualizado de diversas formas. Por ejemplo, se afirma que existe una clara dependencia de la educación con respecto al Estado, como en los enfoques marxistas clásicos; otros enfoques plantean una interdependencia funcional, como en los enfoques funcionalistas; mientras que otros plantean que la educación es un sistema social que reproduce las estructuras sociales, como en el caso de las teorías althusserianas o bien que se reproduce la cultura, a la manera de Bordieu y Passeron. A estos análisis les siguen otros, de carácter histórico, que intentan explicar las características actuales de la educación, como un sistema de absorción o expulsión de la demanda, sus fases violentas de burocratización, la incidencia de la política educativa gubernamental, o el impacto de las fluctuaciones del financiamiento casi siempre en descenso.

Estudios más recientes han intentado conceptualizar en forma más integrada esa diversidad de procesos (Brunner, 1987), y

analizar las estructuras constitutivas de las instituciones académicas (Baldrige, 1981; Kent, 1987) para entender mejor esos procesos sociales complejos al interior de la institución (Fuentes, 1984). Este acercamiento a problemas concretos y estructuras sociales históricas específicas ha permitido entender mejor algunos problemas fundamentales que ha experimentado la universidad mexicana en los últimos veinte años.

De acuerdo con Brunner (1987), la educación superior en América Latina comparte por lo menos cuatro grandes problemas modernos, que fácilmente se pueden ver presentes en nuestro país, a saber: el surgimiento de la profesión académica, la burocratización de la universidad, su masificación y los acelerados procesos de politización.

El surgimiento acelerado y prematuro de la profesión académica puso de manifiesto que la universidad no es una simple aplicación de modelos educativos ideales, sino un conjunto de diversos procesos internos y externos de carácter económico, político y social. En este conjunto de procesos aparece un mercado laboral especializado de carácter académico que dio cabida a un gran número de docentes, administradores y, en menor proporción, de investigadores, durante la etapa de expansión del sistema educativo superior en la década de los setentas. El surgimiento de este mercado laboral tuvo marcadas restricciones, agravándose la

distribución del empleo especialmente en la década de los ochentas.

El crecimiento de personal académico se vio acompañado de una abultada administración que produjo lo que Cohen y March<sup>13</sup> llamaron "anarquía organizada", ya que las instituciones de educación superior son difíciles de gobernar y es casi imposible que funcionen dada su gran diversidad interna, levantando algunos cuestionamientos con respecto a su identidad. La diversidad de acciones, disciplinas, orientaciones, grupos, intereses, etc., no parece coincidir con una imagen de homogeneidad que se desea ver en las instituciones de educación superior.

La masificación hizo evidente la ruptura de la aparente funcionalidad entre la universidad y la sociedad. El supuesto básico en el análisis funcional es que a través de la educación se solventan los problemas relativos a la formación de recursos humanos y a la generación de cultura, tareas encargadas a la universidad, entre otras. Sin embargo, la violenta ampliación de la oferta educativa sin contar con la infraestructura y el personal académico adecuados, agudizó las dificultades de los diversos estratos sociales para acceder a la movilidad social y de incorporarse con relativa facilidad a la estructura ocupacional. Es decir, la noción de una relación funcional entre educación y sociedad supone que la movilidad social y la incorporación a la estructura

ocupacional se puede obtener mediante la escolarización, o en otros términos, mediante las credenciales o títulos adquiridos en la escuela.

Por su parte, la politización de la universidad, que la ha convertido en una institución políticamente demandante,<sup>[2]</sup> ha ampliado las dimensiones de sus relaciones políticas y sociales con sectores circundantes del entorno social. Las nuevas relaciones no se reducen a aquellas relaciones formales con el Estado, o con su gobierno, sino que han quedado evidentes o se han ampliado otras relaciones con diversos sectores de la sociedad civil, especialmente con partidos políticos.

En este complejo conjunto de procesos se ha dado lo que Brunner llama "conflicto de valores": entre libertad y excelencia; entre excelencia e igualdad; entre responsabilidad social y excelencia; entre libertad e igualdad; entre lealtad y libertad; y entre igualdad y autonomía. Al proceso de surgimiento de un mercado laboral académico, que incluye una creciente burocracia, subyace la existencia de grupos institucionales diferenciados por sus intereses, sus prácticas, su discurso, su imagen, con lo cual se establecen formas de vinculación con la institución como un todo, con los otros grupos institucionales y con el o los proyectos políticos existentes en juego en la propia institución.



Las diferencias son a veces poco claras, pero formalmente existen docentes, investigadores, funcionarios académico-administrativos y funcionarios administrativos. Las características laborales, académicas, profesionales, políticas, ideológicas, etc., establecen procesos complejos que matizan los procesos estructurales del mercado académico con respecto a sus relaciones con el entorno. Las formas orgánicas e institucionales que sostienen estos procesos no son simples formas de una burocracia convencional. Se trata de una estructura orgánica "compleja" (Baldrige, 1981), en donde existe una alta desarticulación entre los grupos existentes. Esta situación estructural interna dificulta la definición y logro de propósitos, objetivos y metas; de ello se deriva la dificultad de definir las formas de alcanzar propósitos y objetivos en condiciones de ambigüedad. Se tiene además una fuerte vulnerabilidad ante el entorno, debido a las diferencias y dificultadas ya mencionadas, y a la inestabilidad diferencial que tiene cada grupo dentro de la institución, tanto los "profesionales" del mercado académico (investigadores y profesores) como los grupos laborales (funcionarios y empleados) y no laborales (estudiantes) que se encuentran en él.

En este contexto se da la educación de posgrado, que participa de los aciertos y desaciertos de la educación superior, con algunas particularidades que no han sido plenamente estudiadas. En lo que respecta al personal aca-

démico, una proporción menor está vinculada al posgrado, en el cual los investigadores constituyen una proporción aún menor. El crecimiento acelerado de un mercado laboral especializado, se vio acompañado de una también creciente demanda de empleo y de educación certificada, produciendo a su vez una planta docente de por lo menos tres tipos:

(a) los docentes dedicados de tiempo completo a la docencia, cuyo contacto directo con el campo profesional o con la investigación es mínimo;

(b) aquellos docentes con dedicación parcial a la docencia, pero con tiempo completo o parcial dedicado al campo profesional (especialmente en áreas vinculadas a campos profesionales: medicina, ingeniería, arquitectura, etc.); y

(c) los docentes con dedicación parcial a la docencia, pero con tiempo completo dedicado a la investigación.

Este personal académico especializado opera en condiciones institucionales a través de varios niveles de acción que van desde el trabajo en el aula hasta la participación en decisiones sobre problemas de diversa índole como son los aspectos docentes, los curriculares, los relativos a la organización académica, la organización colegiada, etc.

### 3.2. La formación de investigadores: limitantes estructurales del mercado laboral para personal altamente especializado

#### 3.2.1. Consideraciones básicas

Para el análisis de la formación de investigadores, es necesario discutir también algunos aspectos teóricos de carácter económico, ya que las condiciones laborales en que se desenvuelve el investigador, que supuestamente constituyen la infraestructura de la ciencia y la tecnología, son factores importantes para la existencia e incremento de posibilidades de tener y fortalecer una comunidad científica sólida. En este sentido, es necesario discutir las relaciones entre el mercado laboral y su capacidad de absorción de la demanda de empleo especializado. Para ello, haré algunas consideraciones teóricas en términos generales.

Existen diversas teorías que intentan explicar estas relaciones, algunas con un componente fuertemente sociológico (Gómez, 1981a) y otras basadas principalmente en consideraciones económicas (Gómez, 1981b; Levin, 1989). Las teorías de la correspondencia funcional entre educación y sociedad (la "funcionalidad técnica de la educación") conjunta ambas vertientes, ya que se basan en la noción de educación como un factor determinante del desarrollo social. Esta noción permite abordar el análisis de las relaciones entre edu-

cación y sociedad desde el punto de vista de "las transformaciones de la universidad a partir de cambios e innovaciones en la economía, particularmente a través de la demanda de personal calificado y de conocimientos instrumentales, requeridos ambos por el nuevo modo de producción industrial" (Brunner, 1987, 23).

Los programas orientados a ajustar la relación entre educación y sociedad interpretan el desarrollo deseable de la educación como un proceso de modernización en el contexto del desarrollo social, "no como una conexión cualquiera, sino, precisamente, como una contribución de la educación al desarrollo económico mediante el incremento de capital humano dentro de la sociedad" (Brunner, 1987, 31).

Esta particular forma de conceptualizar la educación tiene su forma teórica más completa en el análisis preopuesto originalmente por Schultz (1961), y desarrollado por él mismo y otros, especialmente Mincer (1989). La teoría, según Levin (1989, 14), parte del supuesto de que

una sociedad puede incrementar su producción nacional o un individuo puede aumentar su ingreso al invertir en capital físico (p.ej. planta y equipo, para incrementar la productividad) o en capital humano (p.ej. educación y salud, que también incrementa la productividad). Cada tipo de inversión tiene un costo económico en los recursos gastados, y cada uno tiene una ganancia económica en el mayor nivel de producción e ingreso que se obtiene.

Con esta idea se intenta explicar (id., 14):

(a) la relación entre las inversiones de la sociedad en educación y su desarrollo económico;

(b) la relación entre la inversión educativa de una persona y la ganancia económica derivada de esa inversión;

(c) las relaciones entre la distribución de la inversión educativa dentro de la población y la distribución del ingreso;

(d) la demanda educativa como una respuesta a las ganancias que ofrece, en tanto que inversión; y

(e) la inversión global de la capacitación laboral así como la división de la carga financiera entre el trabajador y la compañía. Es decir, se atribuye a la educación un carácter fundamental en el proceso económico.

Por su parte, Mincer (1989, 27) enfatiza el carácter de inversión de la educación formal y de otros procesos que la configuran:

La idea central es que las habilidades humanas se adquieren y desarrollan en gran medida a través de la educación formal e informal tanto en el hogar como en la casa, y a través de la capacitación, la

experiencia y la movilidad en el mercado laboral. Estas actividades son costosas; involucran tanto gasto directo y salario o consumo de las familias, los estudiantes, los aprendices y los trabajadores en el proceso de movilidad laboral. Debido a que los beneficios que se derivan de estas actividades se acumulan para ser apreciados en el futuro, la costosa adquisición de las habilidades aprendidas puede verse como una inversión.

Para él (id., 31), la teoría de capital humano juega un doble rol en el proceso de crecimiento económico, ya que en tanto que base de conocimiento, es fuente del cambio tecnológico; pero a la vez el desarrollo de habilidades en la fuerza laboral se induce a través del cambio tecnológico. A partir de esta postura es muy importante preguntarse si el rápido crecimiento tecnológico que conlleva un rápido incremento de la productividad implica mayor utilización de capital humano.

Para Schultz, y también para Welch,<sup>33</sup> la respuesta es positiva. Esto significa que los rápidos avances científicos y tecnológicos generan un incremento en el trabajo con mayor nivel de calificación, obtenida mediante educación formal escolarizada previa al empleo o mediante capacitación en el trabajo,<sup>34</sup> ejerciendo presión en el volumen de empleo no calificado, que tiende a desaparecer.<sup>35</sup> Se infiere, por tanto, la necesidad de formar recursos humanos altamente calificados. Esta conceptualización supone una correspondencia entre la formación individual, manifestada en

conocimientos y habilidades, y la estructura ocupacional de acuerdo con las necesidades del aparato productivo.

La correspondencia establecida por el progresismo liberal, es una explicación que, de acuerdo con Karabel y Halsey (1977, 13), carece de bases empíricas sólidas, ya sea en la estructura del empleo o en la del ingreso. Esto último es particularmente cierto en el contexto latinoamericano, ya que si bien se ha documentado para varios sectores o ramas en el contexto norteamericano (Mincer, 1989, 31-34), las características estructurales del desarrollo económico en países como el nuestro muestra efectos diferentes. Como afirma Brunner (1987, 40) sobre la situación latinoamericana al respecto, "ni la expansión de la matrícula ni el patrón de evolución institucional, a partir del modelo de modernización,... replicaron el tipo de desarrollo europeo o norteamericano".

La teoría de capital humano ha sido fuertemente criticada desde los años setenta, tanto en los Estados Unidos, en donde se originó (Levin, 1989), como en México y en América Latina (Pescador, 1981; Gómez, 1981b). La situación latinoamericana muestra que el proceso de selección en el mercado laboral no se basa en las calificaciones del individuo, sino en procesos atribuibles a la estructura interna del propio mercado de trabajo en términos particulares (por sector, rama y aún por empresa), y bajo condiciones sociales,

económicas y políticas mucho más complejas.

La selección de la fuerza laboral determina las competencias técnicas para determinada tarea u ocupación, diferenciando entre ellas y entre candidatos al mercado de trabajo (Gómez, 1981b, 54); es decir, se exigen mayores y más variadas calificaciones para ciertas tareas aunque éstas no varíen sustancialmente con el tiempo. La acreditación educativa de las calificaciones requeridas para el acceso al mercado laboral no garantiza el ingreso a determinada tarea dentro de la jerarquía ocupacional, sólo aumenta la probabilidad de acceso.

Esta situación contradice la teoría en varios aspectos que, siguiendo a Pescador (1981, 169-170), se puede plantear en los siguientes términos:

- (a) el trabajo no es pagado de acuerdo con lo que produce;
- (b) la educación no es el factor necesario para la elección del empleo en el mercado laboral;
- (c) la demanda de educación no incide directamente en la distribución del ingreso, ni la oferta de empleo está en condiciones de absorber la demanda calificada de empleo; y
- (d) no hay elección individual del empleo, ya que hay fac-



tores socioeconómicos que la sobredeterminan.

En otros términos, "el nivel de salario... no depende de la interacción de la oferta y la demanda de trabajo en un mercado libre de competencia, sino en las características propias de cada trabajo", de acuerdo con una dinámica que genera "múltiples divisiones y desigualdades existentes en el mercado laboral", a partir de una estructura de mercado con segmentaciones diferenciales "persistentes y estables, con poca movilidad entre los mismos" (Muñoz Izquierdo, 1987, 12-14).

De esta forma, suponer que existe una correspondencia entre formación (educación) y estructura del mercado de trabajo implica asignar un doble "papel" a la educación (Gómez, 1981b, 50), es decir:

- (a) que la educación cumple una función técnica en la producción al "asociar la empleabilidad y la productividad de la fuerza laboral al tipo y nivel de acreditación educativa requerida"; y
- (b) que la educación es el proveedor de recurso humano para la producción.

Estos supuestos permiten afirmar la necesidad de incrementar las calificaciones de la fuerza laboral mediante el proceso educativo (escolarización), interpretando al recurso humano como un factor de producción al que "se somete a los criterios racionalistas y eficientistas que rigen para los demás factores de la producción" (id., 51).

En el caso de México, el carácter altamente especializado del mercado a partir de los años sesentas (véase el capítulo anterior), que eliminó la competitividad profesional, propició las bases para el fortalecimiento de un sistema de acreditación educativa particularizado por sector, generando un mercado laboral segmentado. Este aspecto ha sido estudiado intensamente en México,<sup>[4]</sup> con la intención de explicar el funcionamiento interno del mercado interno de trabajo en la sociedad (Gómez, 1981b, 57).

Se ha observado que el carácter diferencial del empleo no se basa en la escolarización y la elección del individuo, sino en las características sectoriales y organizacionales de la empresa. De acuerdo con Gómez (id., 57) se trata en realidad de

varios mercados de trabajo altamente desiguales y segmentados entre sí, cada uno estrechamente asociado con ciertas ocupaciones que conforman los grandes niveles en los que se encuentra dividida la estructura ocupacional jerárquica; nivel de concepción y gestión de la producción (trabajo intelectual), nivel técnico-administrativo, y nivel de ejecución de la producción (trabajo manual).

Estos niveles ocupacionales están altamente diferenciados entre sí en términos de salarios, prestaciones sociales, condiciones de trabajo, grado de autonomía y responsabilidad laboral, y requisitos educativos y adscriptivos... exigidos para el empleo en cada nivel.

En este contexto, debe hacerse notar que, como he señalado anteriormente, el desarrollo tecnológico en nuestro país no se ha dado de la misma manera que en los países industrializados: su aparición tardía, dependiente y concentrada en sólo una pequeña proporción de poderosas industrias, no ha demandado tecnología nacional ni se ha utilizado la tecnología más avanzada en forma generalizada. Los diversos niveles de complejidad de tecnología disponible por sector y rama de la economía y por tamaño de industria, determinan en buena medida el acceso de la demanda de empleo, cuya base social ha obtenido educación de alta calificación pero de baja escolarización, mediante la oferta educativa de nivel técnico postsecundaria. Por su parte, este tipo de oferta educativa tiene un aporte muy relativo al desarrollo tecnológico. De hecho, de acuerdo con Karabel y Halsey (1977, 13), la voluminosa oferta de personal escolarizado no se articuló al aparato productivo sino que se convirtió en un proceso de masificación "contra el mercado", desarticulando las posibilidades de interacción entre oferta y demanda de empleo por un lado, y entre demanda satisfecha y desarrollo tecnológico por el otro.

Como se puede apreciar, las relaciones entre educación y economía no son claras en una estructura socioeconómica con fuertes contradicciones:

(a) crecimiento explosivo de la matrícula de educación superior con una proporción considerable de analfabetismo: la matrícula cubre sólo alrededor del 13% de la población demandante en edad de 19-24 años, mientras que el analfabetismo supera el 10% de la población mayor de 15 años;

(b) crecimiento de cada nivel escolar a tasas casi dobles que en los países industrializados;

(c) crecimiento de la matrícula de educación superior en campos profesionales que se relacionan con el sector de servicios y no con aquellos sectores más dinámicos de la economía; y

(d) crecimiento desigual de la economía.

### 3.2.2. El mercado laboral de la ciencia y la tecnología

La relación entre formación de investigadores y su incorporación al mercado laboral no ha sido estudiada plenamente. Existen algunos estudios empíricos al respecto, como el de

Rodríguez Sala y Chavero (1982), quienes analizaron la situación de los graduados en el extranjero que se incorporaron al país entre 1970 y 1980, o el de Malo, Garst y Garza (1982), quienes analizaron algunos aspectos ocupacionales del posgraduado en la UNAM.

En estos estudios se puede observar la existencia de condiciones diferenciales del empleo por grado académico, lo cual parece indicar segmentación estructural de acuerdo con las diversas exigencias que se establecen por campo científico e institución, y aún departamento académico. Además de las reglamentaciones formales establecidas en los estatutos académicos y contratos colectivos de las diversas instancias contratadoras de personal para la investigación, especialmente en el caso de las instituciones públicas y privadas de educación superior, existen procesos concretos de ingreso y promoción que, sin romper el marco jurídico e institucional en que se insertan tales disposiciones reglamentarias, propician la heterogeneidad laboral creando un mercado académico diferenciado por segmentos que aluden a credenciales académicas aparentemente homogéneas (títulos académicos), pero que reciben valoraciones diferenciadas por entidad contratante.

Por otra parte, existe una débil dinámica de oferta y demanda laboral en el mercado académico altamente especializado de la investigación, debido en gran medida a

los bajos salarios, las severas exigencias de ingreso y promoción, y la casi nula posibilidad de movilidad entre centros de trabajo. A estos problemas se agregan otros, como el bajo valor social asignado a la investigación, el apenas reciente interés de las instancias políticas de decisión sobre la investigación como factor activo del sistema de ciencia y tecnología, y la falta de una cultura científica y tecnológica en el país. Todo ello produce una reducida capacidad de absorción del mercado.

En un contexto de restricción financiera, de bajo valor cultural de la ciencia y la tecnología, y de la casi invariabilidad cultural de la comunidad científica debido al fuerte apego a la noción de calidad académica y científica, el egresado de los estudios profesionales orienta sus decisiones hacia el mercado laboral mejor remunerado. El acceso al área de los estudios tecnológicos se orienta hacia los eslabones finales de las cadenas productivas principalmente, quedando la tecnología básica de diseño y producción, en los esquemas tecnológicos importados. Con ello, se genera un círculo vicioso en el que los posgraduados se incorporan al mercado laboral no académico, desde el cual forman nuevos profesionales con perfiles similares. Así, la investigación tecnológica sigue debilitándose, mientras que el mercado profesional en esta área no cubre plenamente los procesos productivos que fortalecerían la independencia nacional.

### 3.3. Problemática teórica del desarrollo tecnológico

#### 3.3.1. Constitución de la investigación tecnológica como práctica científica

La ciencia y la tecnología son factores importantes de desarrollo social, ya que son "fuente no sólo de conocimiento puro, de un sistema de ideas con que se interpreta al mundo, sino también como una fuente de tecnología y de medios para producir riqueza social", para lo cual "se requiere de una importante infraestructura científica" (Burgueño, 1984, 83).

Si se define el corpus científico-tecnológico como el conjunto de teorías, procedimientos y sistemas que fundamentan la actividad científica por un lado, y que se relacionan directamente con la tecnología por el otro, se puede ver claramente el fuerte peso que tiene la estructura social sobre esta actividad científica. El reconocimiento del valor del proceso científico y de sus productos o resultados, ha llevado a considerar a la ciencia y a la tecnología como factores importantes del desarrollo social.

La actividad científica es una práctica social realizada por una masa crítica, con características particulares históricamente definidas, como son, entre otras: las condiciones

institucionales en que se desarrolla; su tradición; su enfoque predominante; su vinculación con problemas de frontera en sus respectivos campos; la relación temática, o con base en líneas particulares de investigación, entre campos afines; su vinculación con problemas sociales y nacionales. Todas ellas se pueden analizar desde el punto de vista de su calidad, su nivel de productividad, su organización interna, etc. Desde estas dimensiones es posible evaluar su nivel de desarrollo en términos del avance científico como producción del conocimiento, así como de su papel en la sociedad.

Para muchos investigadores, el desarrollo de un proyecto de investigación implica apegarse a la estructura interna de la metodología científica como único criterio determinante de la calidad de los productos de investigación. Cuando a esta idea se suma la de libertad académica de investigación, surge la idea de que la investigación no debe sufrir la intromisión de agentes externos a la investigación misma. La metodología científica y la libertad académica son aspectos válidos, pero reducen el carácter de la ciencia a su componente individual, por lo que es parcial y limitada.

A propósito de la libertad académica, es importante señalar que esta noción se originó como una reacción a las ataduras eclesiásticas o imperiales que impedían la libertad de pensamiento y la búsqueda de conocimiento. Sin embargo, se ha



interpretado como "libertad individual de investigar" y por tanto, de decidir qué investigar. Esta connotación de la libertad académica no es aceptable precisamente porque enmascara el status ideológico del discurso científico y la ubicación histórica e institucional de la actividad científica.

La investigación se concentra en áreas, temas y líneas de búsqueda que no están desligadas de intereses y percepciones institucionales, sociales y políticos. Flores (1989) ha señalado cómo la investigación en física en México y América Latina en los años ochentas se concentró sólo en algunas áreas, de acuerdo con el apoyo financiero disponible, y determinada por las decisiones de cuerpos editoriales internacionales.

Por otra parte, la investigación se materializa en proyectos específicos, que se desarrollan en condiciones institucionales muy concretas: se absorben recursos, se publica en ciertas revistas bajo ciertos criterios y se siguen líneas de acuerdo a exigencias temáticas de la ciencia internacional dominada por los países industrializados. La investigación científica es un factor determinante en el conocimiento de nuestro universo, nuestro mundo, nuestra realidad social. En ese sentido es un importante producto cultural, mediado por las condiciones históricas, sociales e institucionales mencionadas anteriormente.

Hasta muy recientemente, se entendía a la ciencia sólo como la actividad científica estructurada según problemas metodológicos y la lógica interna (MacLeod, 1977, 150). Sin embargo, la misma actividad científica es una práctica social que, manteniendo la problemática sobre el método y la teoría, debe ser analizada de acuerdo a las condiciones concretas de su desarrollo. MacLeod (id., 173) describe algunos casos en los que se ve claramente el desarrollo de ciertos campos científicos de acuerdo a condiciones particulares de carácter institucional o político.

Esta situación es más clara en el caso de la tecnología, la cual ha estado ligada históricamente al desarrollo industrial. En las sociedades modernas tanto las ciencias naturales como la investigación tecnológica están muy vinculadas con el desarrollo económico (Burgeeffo, 1984, 79), concretamente a las condiciones establecidas por la necesidades de producción (David, 1984).

Las relaciones entre la ciencia y el aparato productivo son muy complejas. La revolución industrial del siglo XVIII significó un gran avance tecnológico al utilizar maquinaria y equipo más eficiente que el trabajo manual. Sin embargo, ese gran avance tecnológico se logró en gran medida sin contar con la aportación científica para la explicación de los procesos involucrados. Méndez (1989, 8-9) señala que

La ciencia era una rama de la filosofía que trabaja con el conocimiento... Los científicos, con raras excepciones, hasta el final del siglo XIX, no se preocupaban por las aplicaciones de su nuevo conocimiento y aún menos con el trabajo tecnológico necesario para hacer aplicable el conocimiento. Similarmente, el tecnólogo, hasta muy recientemente, rara vez tenía contacto con los científicos y no consideraba importantes sus hallazgos para el trabajo tecnológico. La ciencia requiere de su propia tecnología, una muy avanzada. Pero los avances tecnológicos logrados por el científico constructor de instrumentos, como una regla, no fueron extendidos a otras áreas y no condujeron a nuevos productos para el consumidor o nuevos procesos para el artesano y la industria.

Los avances científicos logrados desde fines del siglo pasado hasta la actualidad han acercado más a la ciencia y la tecnología, y cada vez más ésta descansa en la primera. La diferencia entre investigación científica e investigación tecnológica no es definitiva, ya que puede analizarse desde el punto de vista conceptual, como desde el punto de vista de las formas concretas de su desarrollo.

Desde el punto de vista conceptual, hay diferencias de método. El complejo proceso de generación de conocimiento en las llamadas ciencias naturales requiere de:

(a) el planteamiento preciso de un problema, de acuerdo con los avances reportados en la literatura;

(b) la formulación y prueba de hipótesis, de diversos tipos, de acuerdo con procedimientos experimentales y, en gran medida, análisis estadístico.

Por su parte, la investigación tecnológica tiene una lógica un tanto diferente. De acuerdo con Méndez (id., 11), se trata de:

- (a) definición de una necesidad;
- (b) un objetivo claro;
- (c) identificación de los pasos principales y de las piezas que hay que elaborar;
- (d) retroalimentación de los resultados del plan de trabajo;
- (e) organización del trabajo de modo que cada segmento principal se asigna a un equipo de trabajo específico.

En este proceso, los métodos experimentales tienen lugar entre la cuarta y la quinta fase, por lo que la investigación tecnológica también es investigación científica.

A pesar de que se ha superado la disputa generada por las nociones de "investigación pura" e "investigación aplicada" (Mulkay, 1977), es claro que todavía existen diferencias im-

portantes entre la investigación en ciencias naturales y la investigación que resulta directamente en tecnología. La primera puede llevar eventualmente a nuevos o mejores desarrollos tecnológicos, mientras que la investigación tecnológica puede generar nuevos problemas en ciencia básica.

Ames<sup>27</sup> ha intentado relacionar los diferentes insumos y resultados de un sistema de investigación y desarrollo (Cuadro 1). En su esquema se puede apreciar que la clasificación de tipos de investigación es difícil de por sí. En este sentido, las diferencias son menos conceptuales y más ligadas a los contextos en que se desarrolla la investigación (Mulkay, 1977, 95). Además, es claro que las audiencias interpretan la investigación en forma diferente, ya que las agencias gubernamentales o privadas de financiamiento, los tomadores de decisiones, las autoridades académicas y los cuerpos académicos y colegiados, no necesariamente tienen una interpretación igual sobre lo que es la actividad científica. Lo que para unos es investigación científica, para otros no lo es.

Por otra parte a pesar de que el uso industrial de conocimiento científico no parece ser inmediato, es muy difícil tratar de establecer límites rígidos entre investigación científica y tecnológica. De hecho, hay casos muy importantes en que la investigación científica está claramente relacionada con el desarrollo industrial, como en la

industria química y la de comunicaciones. La participación del gasto en investigación básica en otras industrias norteamericanas (petroquímica, metales primarios, aeroespacial y electrónica) es proporcionalmente menor, pero es importante (David, 1980, 136).

Dada las similitudes metodológicas existentes entre la investigación científica y la investigación tecnológica, así como las diferencias basadas en la idea de utilidad, de acuerdo con el interés de producir resultados utilizables inmediatamente en la industria o los servicios, otras formas de investigación, como la llamada investigación básica, la investigación aplicada o el desarrollo experimental son sólo éso: formas, parcialmente diferentes, de aportar al avance del conocimiento y de su uso social.

De acuerdo con el análisis del desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología que presenté en el capítulo anterior, la situación concreta en nuestro país es diferente a la que se da en Estados Unidos o en Europa. En Estados Unidos existe una tendencia a desarrollar investigación básica en la universidad, y a desarrollar investigación aplicada en la industria o el gobierno (Mulkay, id., 1977, 95), aunque es necesario aclarar que esta tendencia debe ser matizada por las interacciones particulares que existen en ese país. En México, la industria casi no ha participado ni en el desarrollo de la ciencia ni en el de la tecnología.

La investigación nacional se ha reducido a la academia en prácticamente todas sus modalidades. Estas condiciones particulares de producción científica han generado una desarticulación entre objetivos y necesidades de la producción industrial, y los objetivos e intenciones de la comunidad científica. Las estructuras académicas que sustentan la producción de conocimiento establece condiciones particulares que dependen más de sus propias necesidades de crecimiento que del desarrollo científico-tecnológico articulado al aparato productivo.

De esta manera las condiciones institucionales de la investigación científica en México abren una problemática desde la cual se debaten las ideas de libertad y excelencia académicas, en un proceso de profesionalización que ha llevado a constituir un particular mercado académico, aprovechando la tradicional constitución de la investigación en ciencias naturales como actividad científica, y la tendencia internacional a considerar a la investigación tecnológica también como actividad científica. Esta estructura académica se sustenta en una estructura laboral que combina mecanismos de ingreso y promoción basados tanto en requisitos formales como son los certificados y los títulos, como en resultados de la investigación que puedan ser cuantificados: publicaciones, participación en congresos, etcétera. Esta estructura académico-laboral ha creado roles, imágenes y discursos particulares que, en caso de la

investigación tecnológica, exige legitimación como campo científico, pero a la vez exige ser evaluada con criterios adecuados a su práctica, no con base en publicaciones solamente, sino tomando en cuenta los diferentes que se obtienen en este caso, como son publicaciones y reportes de avances en el diseño de equipo, prototipos, etcétera.

### 3.3.2. Las condiciones del desarrollo tecnológico

La tecnología es un proceso sumamente dinámico y poco conocido, en comparación con otros procesos socioeconómicos, pero ha sido incorporado como objeto formal de estudio, en cada vez mayor medida, en diversos modelos económicos del funcionamiento de la estructura socioeconómica (Pirela, 1982), especialmente en el actual contexto de estancamiento económico (Botelho, 1988).

Para Layton (1977, 199), la tecnología es el conocimiento sistemático de "las artes industriales". Para Freeman (1977, 225), el concepto de Mansfield es muy claro:

La tecnología es la fuente de conocimiento de la sociedad en relación a las artes industriales. Consiste en conocimiento que se usa en la industria en relación a los principios físicos y los fenómenos sociales,... conocimiento en relación a la aplicación de esos principios a la producción,... y conocimiento en relación a las operaciones cotidianas de producción.



Méndez (1989) presenta varias definiciones al respecto. Antes de entrar en detalles sobre el proceso tecnológico basado en estos conceptos, discutiré brevemente algunos conceptos básicos sobre las relaciones entre tecnología y economía.

Freeman (1977) presenta un análisis histórico del pensamiento económico sobre el factor tecnológico en la sociedad, revisando a Smith, Malthus, Marx y el pensamiento neoclásico. Para Freeman (p. 237), Smith reconoce que "el cambio técnico recibe la influencia tanto de la 'ciencia' fuera del particular proceso productivo, y del carácter inventivo de aquellos que operan el proceso y producen las máquinas" al discutir "las causas del mejoramiento de la productividad, y de ahí, del incremento en la 'riqueza de las naciones'".

La postura de Malthus, al establecer el crecimiento asimétrico entre la población y los medios de subsistencia, lo llevaron a concluir que era necesario controlar el crecimiento poblacional, debido a la imposibilidad tecnológica de aumentar la productividad agrícola para solventar las necesidades de alimentación.

Por su parte, Marx y Schumpeter reconocieron la importancia de la tecnología en la actividad económica, en la medida en

que el cambio tecnológico es un desencadenante de la capacidad y competencia económicas (Pirela, 1982; Corona, 1984a). En el caso de Marx, "las transformaciones históricas de las técnicas productivas en el desarrollo de la sociedad capitalista" son fundamentales (Freeman, id., 242). En cuanto a Schumpeter, el concepto de competencia en el mercado con base en la innovación tecnológica es más importante que el de competencia perfecta como se propone en la teoría neoclásica.

En la perspectiva neoclásica también se reconoce la importancia del cambio tecnológico como fuente de progreso económico, a partir de criterios como la eficiencia y el intercambio comercial, bajo el supuesto de que la tecnología es accesible a todos en condiciones de igualdad (id., 242). Es decir, es un proceso tendencial hacia el equilibrio cuya base en realidad es la exportación y las fuerzas libres del mercado.

En el sentido moderno, Nelson y Winter<sup>[8]</sup> explican la capacidad tecnológica en términos de las condiciones de producción del nuevo conocimiento tecnológico y de los incentivos endógenos (industriales, gubernamentales y de la estructura del consumo) para producirlo. Además existe una creciente orientación a explicar la capacidad tecnológica en términos de las condiciones socioeconómicas, y por tanto políticas, ya que si bien la capacidad y el cambio tec-

nológicos están articulados al crecimiento económico, es evidente que la problemática social y política que les subyace o que generan, no pueden dejarse de lado. Desde este punto de vista el cambio tecnológico es un factor central del crecimiento económico, especialmente si está articulado a un proceso de desarrollo económico más adecuado (Botelho, 1988, 4). Es decir, la tecnología es un factor de producción y distribución de riqueza.

El cambio tecnológico es posible cuando hay invención, innovación y difusión. De acuerdo con Layton (1977, 198), la invención es "cualquier etapa particular en el proceso de desarrollo tecnológico, desde la primera idea hasta el producto final, o todo el proceso", mientras que la innovación "consiste en llevar a cabo el proceso de invención a un uso práctico, generalmente involucrando un período largo de desarrollo, investigación complementaria, así como problemas relativos a la producción y elaboración de herramientas". La difusión es "la diseminación de una innovación entre usuarios potenciales".

Freeman (id., 229) restringe el concepto de invención a "una idea, bosquejo o modelo novedosos de un producto, proceso o sistema mejorado" que puede quedarse en el laboratorio o no llegar nunca a producirse, por lo que para él es más adecuado referirse a la innovación tecnológica, definiéndola más precisamente de acuerdo con Usher (id., 230):

Mientras que las acciones permanezcan dentro de los límites de un acto de habilidad, el insight que se requiere está dentro de la capacidad de la persona entrenada y puede ser realizada en cualquier momento a voluntad. En el nivel de la invención, sin embargo, el acto del insight sólo se puede lograr... bajo constelaciones especiales de circunstancias. Tales actos de insight emergen frecuentemente en el curso de la realización de actos de habilidad, aunque en forma característica el acto del insight se induce por la percepción consciente de un hueco insatisfactorio en el conocimiento o modo de acción.

Finalmente, el concepto de difusión de Freeman es similar al de Layton: "proceso de diseminación de cambios técnicos discretos identificables por cada vez más usuarios".

Estos procesos no carecen de conflictos en condiciones específicas, ya que se producen en un contexto de competitividad (vía procesos industriales) y proteccionismo (vía patentes y leyes internacionales). Precisamente, el acceso a la tecnología parece todavía estar limitado por aquellos que la producen, llevándola a un proceso de privatización que se extiende al mismo proceso de innovación tecnológica y a su uso (Burgueño, 1984, 88).

Esta situación es muy clara en el caso de la industria de bienes de capital, cuya capacidad para llevar a cabo adaptaciones y cambios tecnológicos parece ser cosa de rutina, con lo cual se convierte en fuente incesante de cambio tec-

nológico (Chudovsky, 1984, 9). Para producir bienes de capital se requieren conocimientos tecnológicos, es decir, se requiere ampliar la capacidad tecnológica. Este ciclo de capacidad tecnológica --- producción de bienes de capital --- capacidad tecnológica es un proceso muy complejo que se presenta en los países industrializados, apoyados en las últimas décadas en los grandes avances de las industrias microelectrónica y de las comunicaciones. Una de las razones del funcionamiento de este círculo tecnológico es el flujo de financiamiento para investigación y desarrollo que existe en la industria de los países centrales. De acuerdo con Buckley<sup>[9]</sup> y David (1980), las grandes empresas multinacionales dedican una proporción considerable de reinversión en investigación científico-tecnológica, ampliando con ello su capacidad tecnológica y su competitividad.

Es importante señalar que las condiciones de desarrollo industrial en México y América Latina, sin el componente tecnológico de una industria propia de bienes de capital, ha limitado enormemente el desarrollo tecnológico en todas sus formas. La asimetría entre los países industrializados y los llamados subdesarrollados ha propiciado la aparición de un fenómeno centro-periferia en la estructura de la ciencia y la tecnología, con contrastes muy evidentes en la capacidad productiva y tecnológica (Stolte-Heiskanen, 1987a; 1987b).

En el "centro", la ciencia y la tecnología han alcanzado niveles muy avanzados cuya frontera se encuentra en la investigación en microelectrónica, biotecnología, materiales y superconductores. La investigación en México en estas áreas es también muy activa, con pequeños grupos reconocidos internacionalmente. Sin embargo, no existen todavía condiciones estructurales que permitan su vinculación con el aparato productivo. Son todavía sólo temas de investigación de interés para los científicos. La industria mexicana enfrenta fuertes retos para su modernización y para la ampliación de su capacidad productiva. Uno de los problemas más graves a este respecto es su retraso tecnológico.

En este contexto es importante replantear la idea de que la tecnología, ligada a la distribución de la riqueza, requiere estar incorporada a un crecimiento económico equitativo. Es decir, el problema fundamental de una política adecuada de desarrollo tecnológico es definir por los menos los siguientes aspectos: cuál es el uso de la tecnología, para qué tipo de producción y para qué estrategia de desarrollo económico. Desde esta perspectiva se posibilita el análisis de las implicaciones del desarrollo tecnológico en los procesos productivos.

Las formas posibles de vincular la investigación científico-tecnológica con la industria tienen que replantearse sustancialmente, ya que se han generado cambios importantes en el

status actual de la investigación, tomando características como las siguientes (Corona, 1984b, 167-168):

1) Difusión de la automatización por la introducción de dispositivos electrónicos que permiten crear sistemas productivos autorregulables, y por la diferencia de la quimización en la industria,... sin participación de mano de obra, sólo para supervisión y mantenimiento.

2) Conversión de la ciencia en fuerza productiva directa, al impulsar a partir de ella los cambios tecnológicos en la producción. Las relaciones entre ciencia y técnica se hacen cada vez más complejos existiendo una mayor interdependencia e integración de los conocimientos; los avances técnicos dependen cada vez más de los avances científicos...

3) Desarrollo de nuevas fuentes de energía al caracterizarse el período actual de transición energética con acelerada desvalorización de los medios utilizados en fuentes tradicionales, principalmente en petróleo.

### 3.3.3. Relación entre investigación tecnológica y el desarrollo tecnológico

La investigación tecnológica está basada en una lógica de producción de conocimiento verificable y útil, con fundamento en el método científico. Es posible determinar con relativa claridad los períodos en que se puede llegar a tener productos parciales, pero el impacto social que éstos puedan tener es difícilmente previsible en forma claramente definida. El conocimiento tecnológico, es decir, los sis-

temas que modifican tanto los procesos y sistemas básicos de producción como otros procesos que los sustentan (administrativos, de mercado, etcétera), tampoco se puede ponderar en forma inmediata como para saber su efectividad y utilidad social. A esta situación se suma el hecho de que los proyectos de investigación se llevan a cabo en áreas tecnológicas diferentes, en períodos de desarrollo diferentes, y con resultados también diferentes.

La lógica de la investigación científico-tecnológica es la lógica de la producción de conocimiento, de métodos, de sistemas lógicos y físicos. Sin embargo, dado que la producción tecnológica tiene claramente el componente de aplicabilidad y por lo tanto de utilidad, es necesario articularla precisamente al ámbito propio de aplicación y utilidad: el contexto social, con el del aparato productivo como mediación. A partir del encadenamiento entre producción científico-tecnológica, el desarrollo tecnológico en el aparato productivo y el contexto social, es posible aproximarse al problema concreto desde el punto de vista de las necesidades sociales y por tanto, de las prioridades estructurales y sectoriales, particularmente en el momento actual del desarrollo del país. En este contexto, es que se puede hablar de apoyo a la investigación tecnológica y al sistema de ciencia y tecnología en general.



Es importante señalar que la vinculación entre investigación y el aparato institucional de soporte de la investigación requiere tomar en cuenta o partir de definiciones comunes para identificar las necesidades científicas y sociales. Sin embargo, la investigación y el aparato institucional se basan en lógicas diametralmente opuestas. A la lógica científica se enfrenta, en gran medida como oposición, la lógica que interpreta la realidad social como una lógica administrativo-institucional que termina limitando, más que promoviendo, el desarrollo de la ciencia. Esto se debe, entre otras razones, a que éstos desconocen la estructura y la lógica de la ciencia, su método y su práctica, juzgándola con base en su propia racionalidad, la administrativo-institucional. Así, no es casualidad que la flexibilidad y lógica de la investigación no pueda ser entendida por quienes poseen una lógica de control. En este punto es importante señalar que el aparato administrativo institucional de soporte requiere tener un perfil, en su personal y en su práctica, que efectivamente se convierta en apoyo de la actividad científica, en el plano de las articulaciones con los problemas complejos que se suceden en el entorno social.

Esto es particularmente importante de entender, ya que la lógica administrativa se basa en una racionalidad de equilibrio, entre los diversos factores del control de recursos financieros y materiales, tanto en lo que se refiere a la calidad de los insumos como a los procedimientos y

los resultados. Sin embargo, la administración de la ciencia no puede hacerse de la misma manera, ni con los mismos criterios que se tienen para la administración de la producción industrial o de los servicios.

En este conjunto de relaciones hay que reconocer que la estructura productiva requiere contar con una base tecnológica para autodesarrollarse. Esta interacción entre necesidades sociales, estructura industrial de producción y producción científica no es necesariamente secuencial (Kuznetz, 1981) y mucho menos susceptible de planificación de manera simplista (Escobar, 1981).

La figura 1 ilustra la interacción entre las demandas sociales, la industria, la investigación y la política de ciencia y tecnología. Las demandas de tecnología pueden ser "latentes", por parte de la sociedad y de la industria, como "explícitas". He separado las demandas sociales de las industriales con propósitos analíticos, ya que no necesariamente coinciden, sin que esto signifique que las demandas industriales no sean sociales.

Es deseable que las demandas industriales de tecnología tengan estrecha relación con las demandas sociales (línea punteada). El papel de la investigación en este esquema de relaciones es fundamental, ya que es imprescindible que la investigación sepa interpretar las demandas latentes y

explícitas de la sociedad y la industria (línea gruesa), y produzca el conocimiento científico y tecnológico como base de la satisfacción de las demandas de ambas (línea doble).

La política científica debe interpretar las demandas sociales y las industriales, y vincularlas entre sí (óvalo superior de la figura 1), de tal manera que las demandas satisfechas por parte de la industria sean la base para cubrir las demandas de la sociedad, y éstas se conviertan a su vez en satisfechas (línea quebrada, abajo). La interpretación de las demandas sociales, industriales y de la ciencia y la tecnología tiene que instrumentarse, apoyando a los tres sectores (óvalo inferior) para que la investigación se convierta en un insumo real en el desarrollo de las tecnologías que la sociedad y la industria requieren (línea doble, abajo). Las líneas continuas en cada nivel ilustran el flujo de acciones en el ciclo completo, incluyendo la retroalimentación en cada nivel.

En un sistema de relaciones como éste, el desarrollo tecnológico" tiene lugar en el espacio señalado con asteriscos en la unión entre investigación y demandas explícitas de tecnología por parte de la industria. La figura 2 muestra la forma en que Waissbluth y Gutiérrez (1982) visualizan el desarrollo tecnológico en forma de "paquete", es decir, como "el conjunto de conocimientos,

técnicos o científicos, nuevos o copiados, de acceso libre o restringido, tecnológicos, jurídicos o comerciales, que permiten la implantación o modificación de un proceso productivo" (p. 90). En este esquema, la instrumentación de política científica se orientaría hacia la investigación dentro de la empresa (cuadro inferior) y hacia la investigación en la academia, vinculándola a la empresa como insumo (globo de la izquierda).

La dinámica de esta interacción se puede entender mejor de acuerdo con los elementos que se presentan en la figura 3, siguiendo a Renfro y Morrison (1983), en donde se puede notar claramente el flujo de las actividades que ubican a la investigación en el contexto de la normatividad, dando sentido a ésta. La secuencia ideal se inicia en la parte superior y desciende por el centro hasta la fase de selección de estrategias; sin embargo, la propia interacción entre investigación y normatividad produce secuencias diferentes, identificadas con las flechas que parten del flujo central.

En cualquier caso, el inicio de este proceso es el mismo: la integración de las propuestas de investigadores en el contexto de los requerimientos del entorno. A partir de esta integración se definen los temas de investigación y su ubicación en líneas de investigación de carácter institu-

cional. Los estudios exploratorios permiten definir con mayor precisión los problemas de investigación y su evaluación indica el posible impacto social e industrial.

En la definición y la evaluación marcan el momento en que se materializa la instrumentación de política científica (figura 2), ya que al establecer prioridades, es posible el apoyo, seguimiento y evaluación de la actividad científica y tecnológica. Dado que la interacción entre investigación y política científica no es simple, las diferencias que existan entre prioridades y los proyectos pueden reciclarse a la fase de definición de líneas y áreas de investigación (figura 3). En caso de que no existan esas diferencias o que aquellas que existan puedan superarse, se pasa a la fase de decisión para apoyar proyectos con un impacto importante sobre los problemas sociales e industriales previamente definidos. Es necesario que tanto los investigadores como los que se dedican a elaborar políticas científicas trabajen en coordinación a través de las fases aquí señaladas. Esta dinámica puede entenderse en tres niveles:

(a) Nivel de referencia. En este nivel se analizan las necesidades sociales e industriales y su posible integración con la orientación y políticas de la institución a que pertenece el investigador. Este nivel está representado por la parte superior de la figura 3 ("procesos in-

ternos" y "análisis del entorno").

(b) Nivel de decisión. En este nivel se toman decisiones sobre la investigación que se va a apoyar. Constituye el núcleo de la interacción entre la normatividad, las demandas y la investigación. Este nivel aparece en la figura 3 como el conjunto de fases en la parte central y sus ramificaciones.

(c) Nivel de procedimiento. Este es el nivel en el cual el investigador define el procedimiento a seguir a través de la metodología científica, tanto en el desarrollo de conocimientos básicos como en lo que respecta al desarrollo tecnológico. Este nivel se ilustra con la última fase de la figura 3 (parte inferior).

A través de estos tres niveles se puede entender la interacción entre las demandas sociales e industriales o del entorno (nivel de referencia), la normatividad (nivel de decisión) y la investigación científica (nivel de procedimiento). Es necesario enfatizar que el planteamiento sobre estos aspectos en forma de niveles no presupone la exclusividad de las acciones para cierto grupo, excepto en el nivel de procedimiento. Es decir, las acciones en los niveles de referencia y de decisión no son exclusivas de los "administradores" de la ciencia, sino que es deseable la participación de los investigadores en

ellas. En lo que respecta al nivel de procedimiento, es claro que sólo los investigadores pueden llevar a cabo la investigación, aunque parezca redundante.

Un proyecto de investigación científico-tecnológica es la materialización de la búsqueda fundamental de entendimiento y explicación de la realidad, así como una de las formas de apropiarse de ella y, en cierto modo, controlarla. En realidad constituye el nivel operativo de la vinculación de la investigación con el desarrollo tecnológico. El continuum de la producción científica tiene como un extremo al conocimiento "más puro" y en el otro un conocimiento "más aplicado, concreto e inmediato". Tradicionalmente el investigador decide libremente acerca del tipo de investigación que va a realizar dentro del campo de su especialidad en este continuum y decide quedarse ahí o moverse dentro de él.

Sin embargo, al introducir la noción de normatividad se tiene, por definición, un requerimiento de bajo nivel de incertidumbre, no necesariamente satisfecho. Esta aparente contradicción es la base de las diferencias sustanciales que se pueden dar entre política científica e investigación, y producen el primer reciclaje en el nivel de coordinación (figura 3, a la izquierda). Esta diferencia también se manifiesta en las otras fases y produce reciclajes para alcanzar acuerdos que permitan el desarrollo de los

proyectos (parte derecha).

Desde el punto de vista de la conducción de un sistema de ciencia y tecnología, el tiempo y los costos son parámetros muy importantes en la evaluación de los proyectos de investigación y se requiere un mínimo de incertidumbre. Sin embargo, en la investigación se plantea esta parametrización sólo de manera formal. En realidad, los proyectos de investigación se ven muy parecidos a la fase (1) del desarrollo que se ilustra en la figura 4, en donde la terminación del proyecto y su costo total no están definidos con toda precisión. El tiempo  $t_n$  es sólo una referencia formal, con una gran ambigüedad en la duración del período  $t_1$  a  $t_{n+k}$ . Los costos  $c_i$  probablemente puedan determinarse con mayor claridad, pero siempre existen necesidades durante el desarrollo del proyecto que pueden aumentarlos.

Aunque las referencias formales son necesarias, una visión administrativa, especialmente si se está aislado de la comunidad científico, quisieran saber que los proyectos son como aparecen en la fase (n) de la figura 4. Es decir, como un continuum predeterminado con sus fases  $f_1, f_2, \dots, f_n$ , en donde se conocen con mayor precisión y detalle los períodos ( $t_1, t_2, \dots, t_n$ ) y su costo  $c$ , con mucho menor incertidumbre para la administración.



La definición de estos parámetros, integrando la política científica y la metodología de la investigación, facilita la evaluación de los proyectos y su implantación, pero requiere del entendimiento de aquellos que sin ser investigadores se dedican a elaborar política científica. Es necesario reiterar que el tiempo y los costos estimados de los proyectos son muy importantes y constituyen la forma más visible, aunque cuestionable, de integración entre política científica e investigación. Sin embargo, las definiciones sustanciales radican en el nivel de coordinación (parte central de la figura 3) y no en el de procedimiento. Es decir, la discusión sustancial en política científica se da en su integración con la investigación a través de la definición de problemas y el análisis de su impacto en el ámbito de las demandas sociales e industriales.

**CUADRO 1. INSUMOS Y PRODUCTOS DEL SISTEMA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO**

ETAPA	EJEMPLOS DE INSUMOS	
	ORIGEN	OTROS
INVESTIGACION BASICA	Solicitudes de Empresarios	Científicos
		Laboratorios
	Investigacion básica	Trabajo en general
	Trabajo creativo	Materiales: Energéticos
	Desarrollo	
	Errores	
TRABAJO CREATIVO E INVESTIGACION APLICADA	Solicitudes de Empresarios	Resultados de Investigación básica
		Científicos
	Investigación básica	Ingenieros Laboratorios
	Desarrollo	Trabajo en general
	Errores	Materiales: Energéticos
DESARROLLO EXPERIMENTAL	Solicitudes de Empresarios	Resultados creativos
	Desarrollo	Ingenieros Técnicos
	Errores	Otros

**CUADRO 1. INSUMOS Y PRODUCTOS DEL SISTEMA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO (CONTINUACION)**

ETAPA	EJEMPLOS DE INSUMOS	
	RESULTADOS	OTROS
INVESTIGACION BASICA	Nuevos problemas científicos	Hipótesis y Teorías
	Resultados de Laboratorio	Artículos de investigación: Fórmulas
TRABAJO CREATIVO E INVESTIGACION APLICADA	Nuevos problemas científicos	Patentes
	Resultados de Laboratorio	Invenciones no patentables: memos, modelos, bosquejos
	Exitos y fracasos inexplicables	Artículos de investigación

**CUADRO 1. INSUMOS Y PRODUCTOS DEL SISTEMA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO (CONTINUACION)**

---

DESARROLLO EXPERIMENTAL	Nuevos problemas científicos	Esquemas
		Especificaciones
	Necesidad de invenciones	Muestras
	Éxitos y fracasos inexplicables	Plantas piloto
		Prototipos patentes, manuales
	Errores	Nuevo tipo de fábrica

---

Fuente: C. Freeman, Economics of research and development, Tabla 2, p.233.

FIGURA 1. INTERACCION DE DEMANDAS Y POLITICA DE DESARROLLO TECNOLOGICO

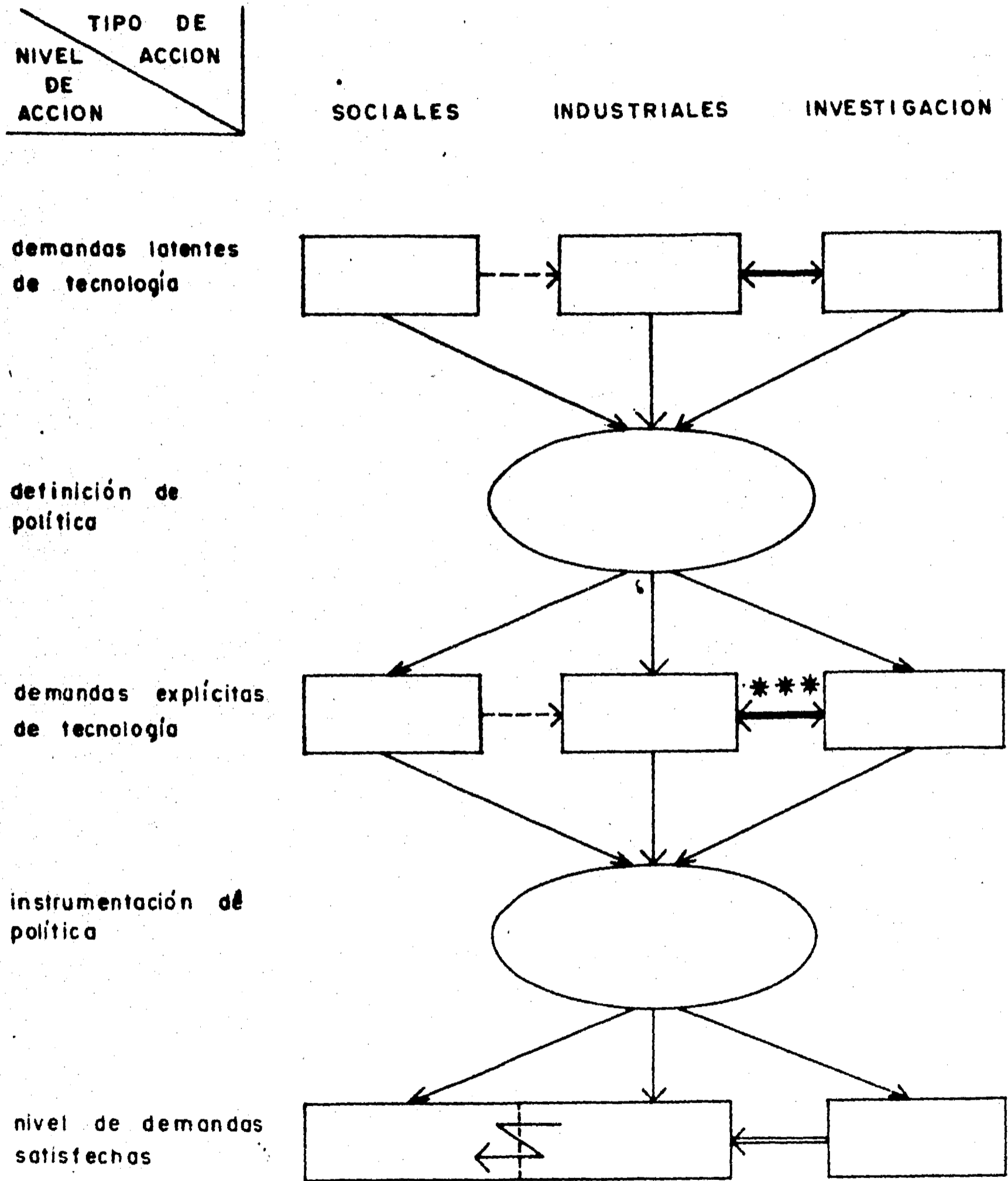
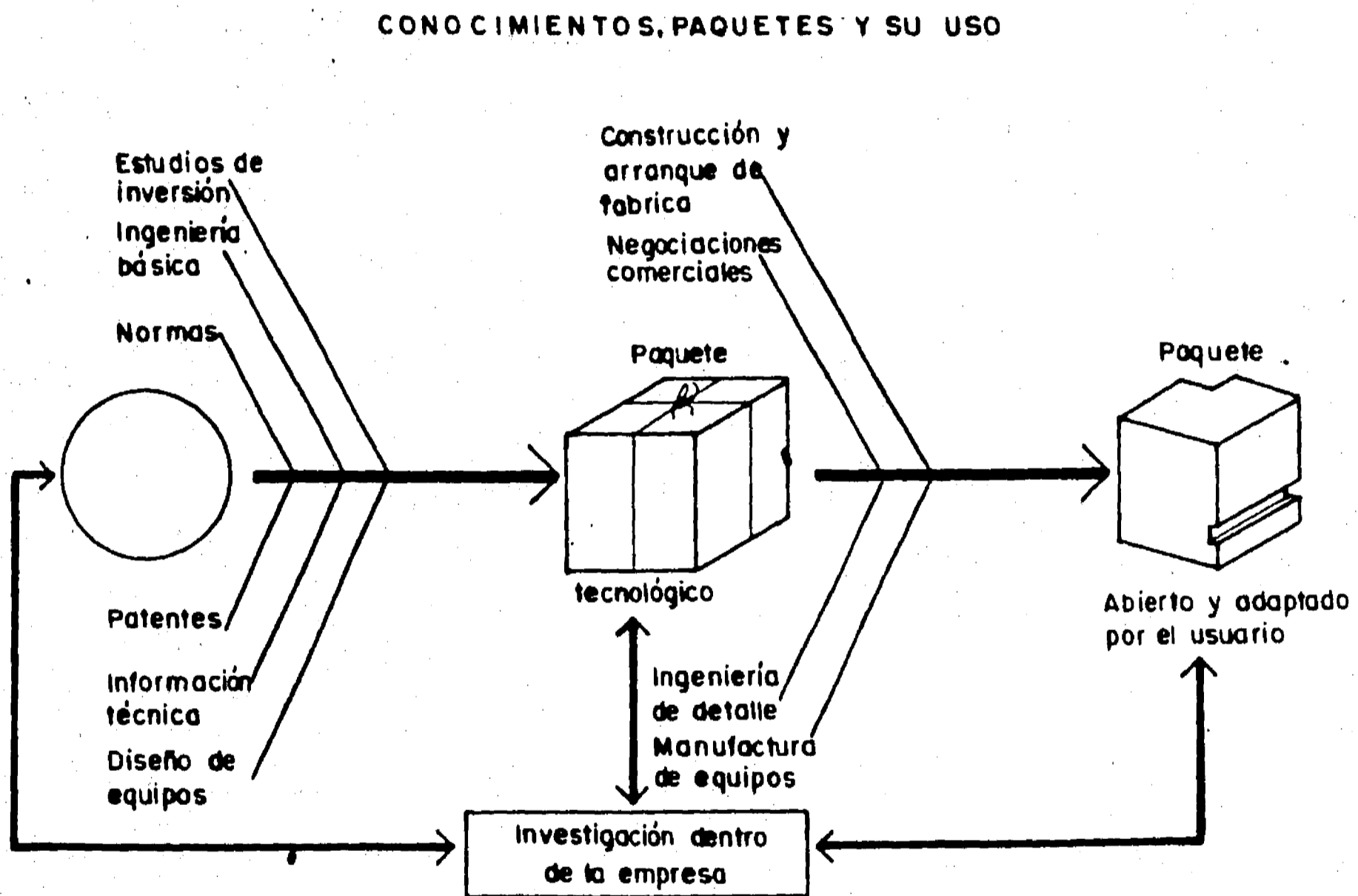


FIGURA 2. DESARROLLO DE PAQUETES TECNOLOGICOS



Fuente: Mario Warsbluth e Ignacio Gullerrez Arce, "Elementos para una estrategia de desarrollo científico y tecnológico," pág. 92. Ciencia y Desarrollo, julio-agosto de 1982, págs. 88-106

FIGURA 3. FLUJO DE ACCIONES EN LA INTERACCION ENTRE DEFINICION E INSTRUMENTACION DE POLITICA, Y LAS DEMANDAS DE DESARROLLO TECNOLOGICO

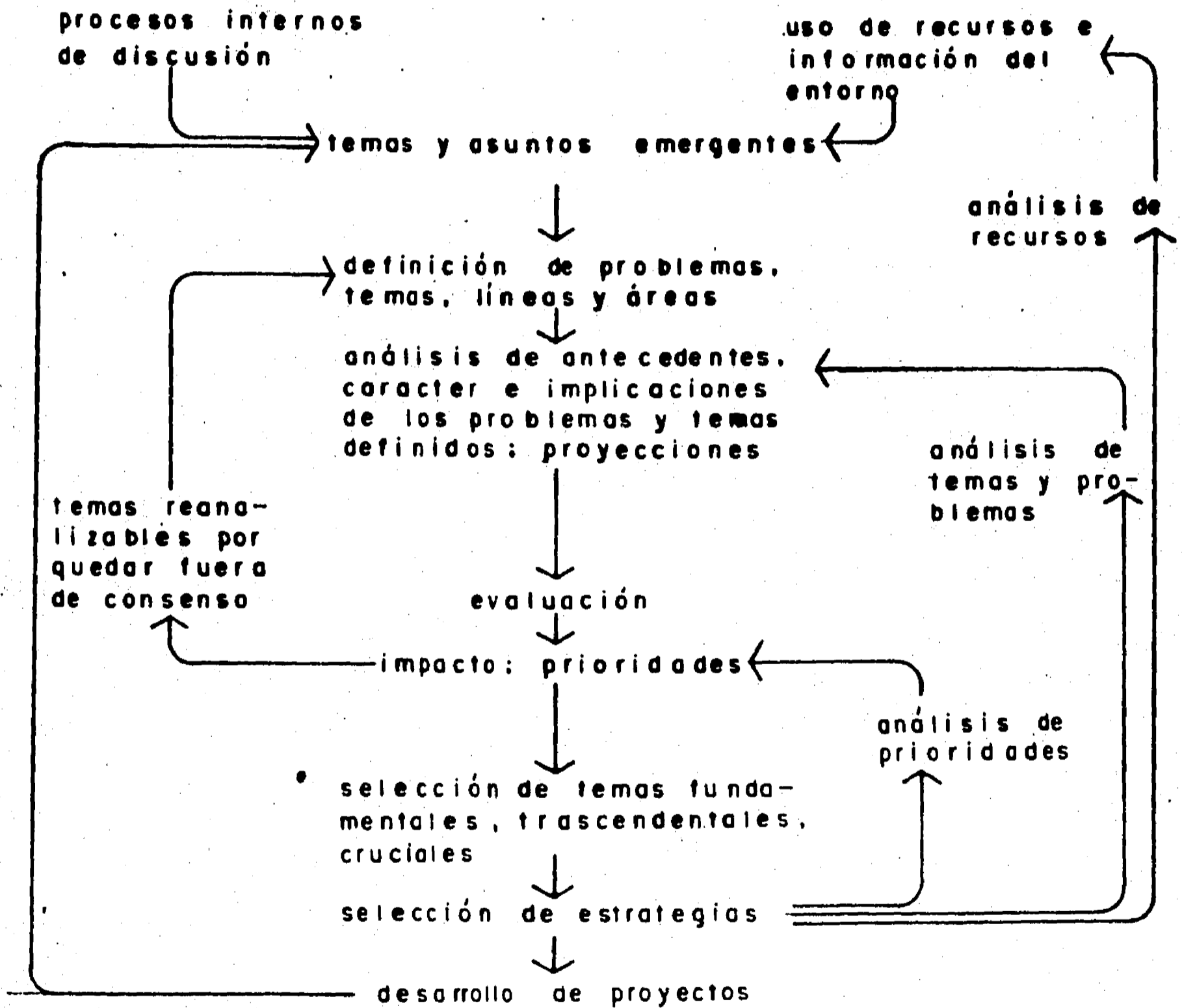
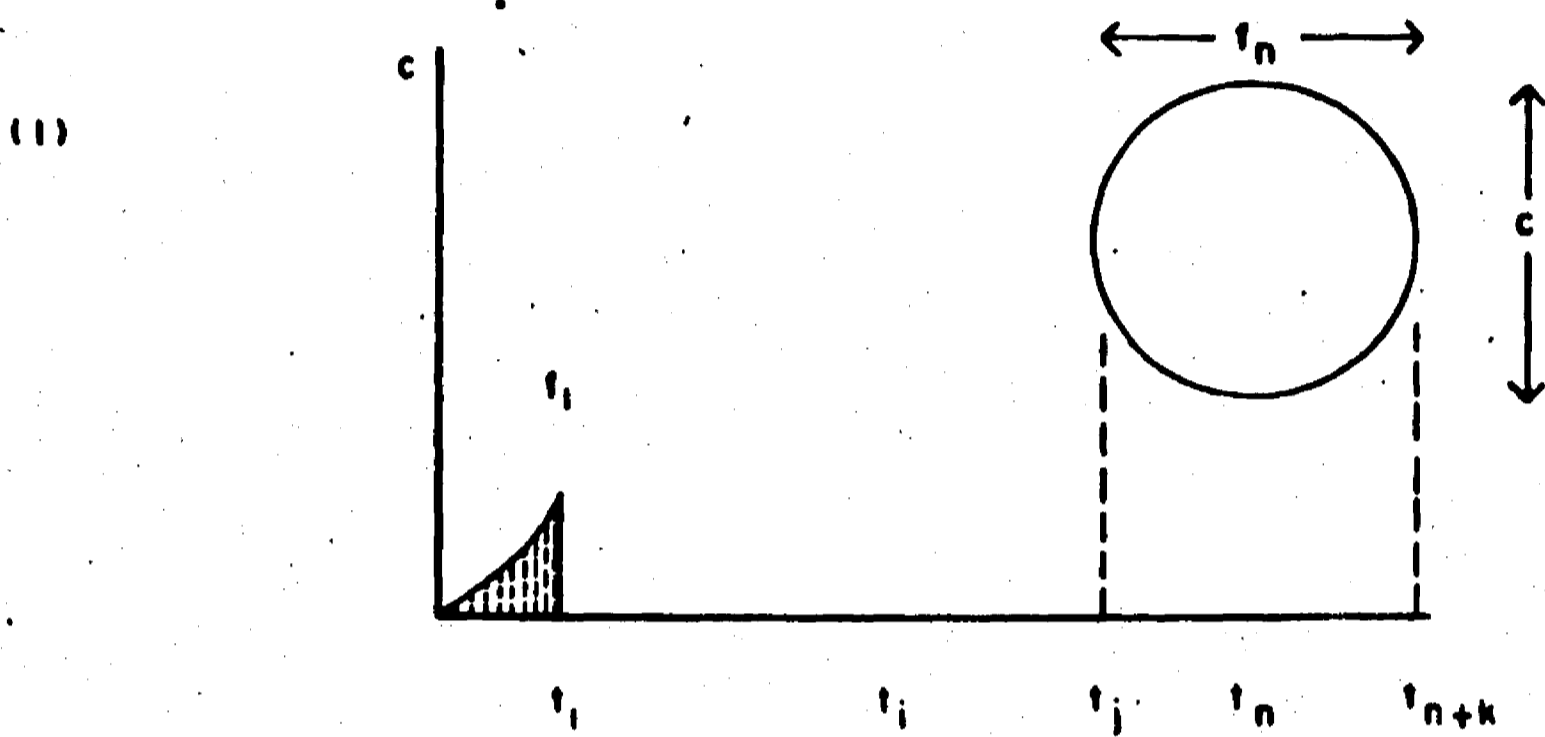
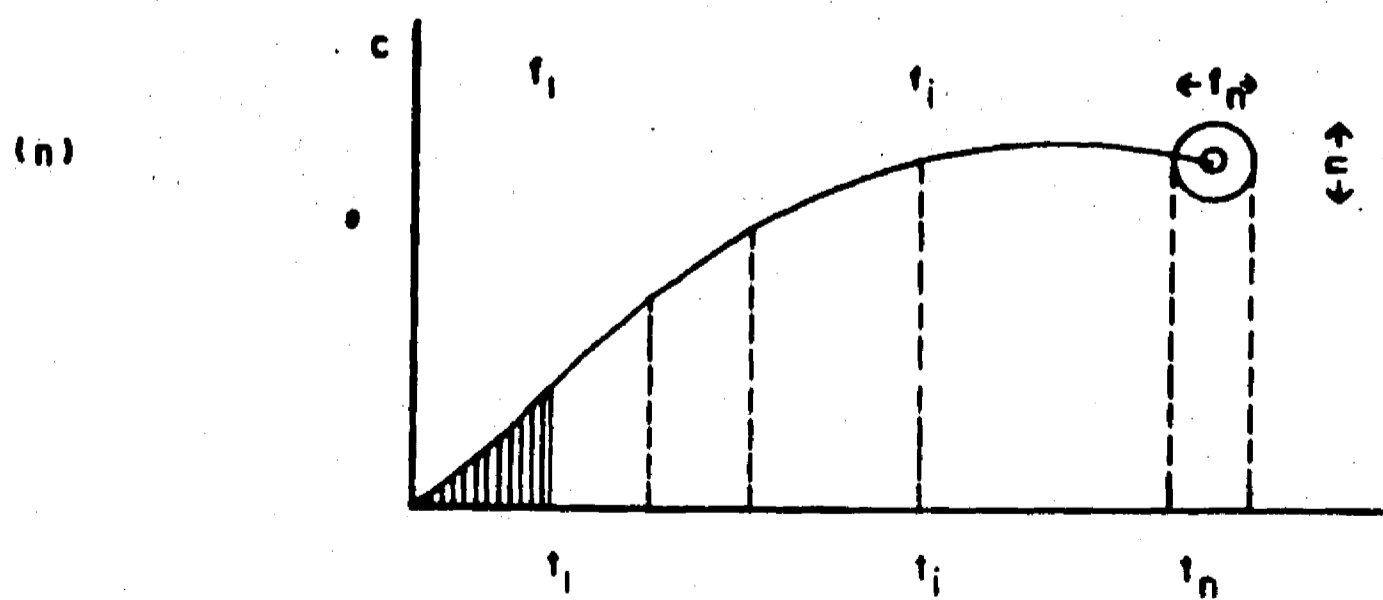


FIGURA 4. AVANCES DE UN PROYECTO DE INVESTIGACION, CON COSTOS Y TIEMPOS ESTIMADOS



⋮  
(i)  
⋮



$\leftarrow t_n \rightarrow =$  fase n, con tiempo y costos estimados



## CONTENIDO

<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>1. CARACTERIZACION GENERAL DEL PROBLEMA</b>	8
<b>2. ANALISIS DEL DESARROLLO HISTORICO DEL POSGRADO Y DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA</b>	24
2.1. Desarrollo histórico del posgrado	24
2.2. Desarrollo histórico de la ciencia y la tecnología	35
2.3. La articulación tecnológica en la estructura económica de México	55
<b>3. UNA PROXIMACION TEORICA AL ANALISIS DEL POSGRADO Y DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA</b>	62
3.1 Problemática sociológica del posgrado	62
3.2 La formación de científicos: limitantes estructurales del mercado laboral para personal altamente especializado	68
3.3. Problemática teórica del desarrollo tecnológico	80
<b>4. ANALISIS DE LA SITUACION DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA Y DEL POSGRADO EN MEXICO</b>	107
4.1. Un perfil del sistema de ciencia y tecnología	107
4.2. Un perfil general de los estudios de posgrado	151

## ANALISIS Y CONCLUSIONES

Notas

Referencias bibliográficas

## CAPITULO 4: ANALISIS DE LA SITUACION DEL SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA Y DEL POSGRADO EN MEXICO

En este capitulo se describen algunas características del sistema de ciencia y tecnología, así como diversos aspectos del posgrado en general, haciendo énfasis en las características de la investigación que en él se realiza; ésto, con el propósito de analizar su situación actual y el potencial que tienen en el contexto del desarrollo tecnológico nacional.

### 4.1. Un perfil del sistema de ciencia y tecnología

En esta sección, presento una caracterización de la investigación científica y tecnológica en México, a partir de los resultados del proyecto "Estudio internacional comparativo de la organización y el desempeño de las unidades de investigación" (Jiménez, 1988).<sup>13</sup> A través de este estudio se logró conocer diversas características de las unidades o grupos de investigación (GI), como son el tipo de investigación que desarrollan, las formas de organización, los recursos disponibles, los intercambios científicos, la productividad, las orientaciones futuras, y la relevancia del trabajo de la unidad con respecto a los objetivos socioeconómicos del país. El estudio se basó en una muestra de 221

grupos de investigación pertenecientes a 178 instituciones (institutos o centros) dedicados a la investigación en México.

#### 4.1.1. Descripción del universo y de la muestra de grupos de investigación<sup>(2)</sup>

Con base en el Inventario de Instituciones y Recursos Dedicados a las Actividades Científicas y Tecnológicas del Subsistema de Investigación elaborado por CONACYT en 1984, se identificaron 247 instituciones dedicadas a la investigación científica o tecnológica como actividad prioritaria. Se estratificó el universo por región y sector de pertenencia: las regiones fueron la zona metropolitana de la ciudad de México, conocida en el estudio como "el centro" (incluye también a las dependencias que se localizan fuera de esta región pero que pertenecen a instituciones ubicadas en el centro), y la región "fuera de la zona metropolitana de la ciudad de México" (conocida en el estudio como la "periferia"); los sectores fueron: instituciones académicas públicas, instituciones académicas privadas, instituciones o dependencias del gobierno federal, y otras. El Cuadro 1 muestra la distribución estratificada del universo de instituciones, y el Cuadro 2 muestra la distribución de los grupos de investigación identificados en ella. Debido a la distribución de las instituciones por estrato, se decidió censar todos los estratos, excepto el de las académicas

públicas, el cual se seleccionó con fracción muestral de 0.62. Con ello, se obtuvo una muestra de 178 instituciones.

Debido a que el estudio tiene como propósito analizar el comportamiento de las unidades de investigación, se realizó una segunda etapa del muestreo para seleccionar las unidades. El estudio ICSOPRU define a la unidad de investigación como "el grupo más pequeño de personas que forma una célula coherente, encabezada por un jefe y que tiene las siguientes características: llevar a cabo por lo menos un proyecto de investigación, tener por lo menos medio año de existencia y una expectativa de existencia de por lo menos un año, y contar con por lo menos tres investigadores o técnicos, incluido el jefe".<sup>(3)</sup>

A partir de esta definición se seleccionó una unidad de investigación por institución, con probabilidad  $1/x$ , en donde  $x$  es el número de unidades por institución. Por medio de este procedimiento se logró tener 92 unidades del centro y 86 de la periferia. Dado que el estudio requería contar con una muestra de 200 unidades como mínimo, se decidió contar con una muestra de 230 unidades, 115 en cada región, incluyendo 30 de reemplazo. Para ello, se hizo una nueva selección aleatoria de 52 instituciones de las 178 ya incluidas en la muestra, y de cada una de ellas se seleccionó una unidad con el mismo procedimiento, sin

reemplazo, y probabilidad igual a  $1/(x - j)$ , con  $j =$  al número de unidades seleccionadas en la primera selección (en general,  $j = 1$ ).

La muestra resultante, eliminadas las que no respondieron a la encuesta por no cumplir los criterios definidos anteriormente, fue de 221 unidades de investigación, de las cuales 114 son centrales y 107 periféricas. En el Cuadro 3 se encuentra la distribución muestral de unidades de investigación por institución. Es importante notar la gran proporción de instituciones académicas públicas en el universo y de unidades de investigación ubicadas en ellas, lo cual se refleja claramente en la muestra.

El estudio se basa además en la clasificación de grupos de investigación por campo científico, para lo cual se utilizó la clasificación propuesta por UNESCO, que comprende 24 campos.<sup>[4]</sup> Sin embargo, debido a que el CONACYT ha establecido una clasificación propia con sólo cinco grandes campos,<sup>[5]</sup> se realizó la correspondencia entre ambos sistemas de clasificación. Para la presentación de resultados en este trabajo utilizaré la clasificación establecida por CONACYT, a saber: ciencias exactas y naturales (CEN), tecnologías y ciencias agropecuarias (TCA), tecnologías y ciencias médicas (TCM), tecnologías y ciencias de la ingeniería (TCI) y ciencias sociales y humanidades (CSH).

#### 4.1.2. Características generales de las instituciones de investigación<sup>43</sup>

##### Dinámica de crecimiento

De las 178 instituciones que forman parte del estudio, 78 existían desde 1970 o antes, mientras que las 100 restantes fueron creadas en 1971 o después. En cuanto a las instituciones de educación superior (IES), 61 existían en 1970 o antes y 67 fueron creadas en 1971 o después. Esta pequeña distribución muestra claramente la política de expansión del sistema de ciencia y tecnología que implantaron los gobiernos federales de la década de los setenta. El crecimiento de las instituciones académicas públicas (IAP) es más o menos el mismo antes y después de 1971, pero se puede ver claramente que se crearon mucho más instituciones no académicas de investigación (es decir, no ubicadas en IES) entre 1971 y 1985, que en los treinta años anteriores. Este proceso es una clara manifestación de la política de expansión que hizo posible la creación de centros autónomos pero dependientes financieramente del gobierno federal, y de otros departamentos de investigación en diversas dependencias del propio gobierno federal.

### Diversificación orgánico-académica

Las instituciones con mayor número de grupos de investigación (GI) en su interior muestran mayor diversificación académica, por razones de especialización. Se podría pensar que instituciones con hasta tres GI están poco diversificadas; con 4 a 9 están diversificadas y con 10 o más estarían muy diversificadas. De acuerdo con esta clasificación, casi la mitad de las instituciones (44.4%, 79 de 178) están poco diversificadas (Cuadro 4). La distribución por sector es muy heterogénea, ya que también poco más de la mitad de las instituciones académicas públicas (IAP) están poco diversificadas (el 51.9%: 66 de 127), mientras que las instituciones del gobierno federal (IGF) por el contrario, poco más de la mitad están muy diversificadas (52.4%: 22 de 44). Este contrapeso de alta diversificación no es suficiente para modificar la distribución general. Es decir, la investigación que se realiza en las instituciones cubre sólo algunas áreas de conocimiento.

Las 178 instituciones reportan tener 2,350 grupos de investigación (GI) que, aunque representan un promedio de 13.2 GI por institución, se distribuyen de manera muy heterogénea de acuerdo con el nivel de diversificación: las IAP y las IGF poco diversificadas cuentan con 1.6 y 2.1 GI en promedio, respectivamente; las IAP y las IGF medianamente diversificadas cuentan con 5.2 y 6.5 GI en promedio, pero las muy di-

verificadas tienen promedios muy dispares: 30.7 GI en IAP y 51.9 en IGF. Es decir, las IGF muestran mayor cobertura de áreas de conocimiento cuando son más grandes, comparativamente hablando. Los subtotales correspondientes a las instituciones académicas privadas (IAPR) y "otras instituciones" (OTR) son marginales (Cuadro 4).

#### Diversificación académica

El trabajo académico de las instituciones se materializa en proyectos específicos. He agrupado a las instituciones en pequeñas, medianas y grandes de acuerdo con el número de proyectos que realizan: 1 a 9, 10 a 80 y 81 o más, respectivamente. De acuerdo con esta agrupación, poco más de la mitad de las instituciones son medianas (52.3%: 93 de 178), con una distribución similar en el caso de las IAP (55.5%: 71 de 128) y sólo un poco más baja en el caso de las instituciones del gobierno federal (47.7%: 21 de 44). Véase el Cuadro 5. Las IAP y las IGF concentran el 45.7% (4,173) y el 51.7% (4,176), respectivamente, del total de proyectos reportados (9,126).

Por otra parte, el total de proyectos por cada uno de los grupos de instituciones es sumamente variable. Del total de 9,126 proyectos reportados por las 178 instituciones (un



promedio de 51.3 proyectos por institución), las IAP y las IGF pequeñas realizan 5.7 y 5.8 proyectos en promedio, respectivamente; por su parte, las IAP y las IGF medianas llevan a cabo 26.1 y 32.0 proyectos en promedio, respectivamente; en el caso de las IAP y las IGF grandes hay una diferencia considerable: 135.9 y 285.1; esta gran diferencia se explica parcialmente por la mayor diversificación orgánico-académica que presentan las IGF.

Si se combinan estos datos sobre la diversificación académica (Cuadro 5) con los de diversificación orgánico-académica (Cuadro 4), se verá que las IAP cuentan con 7.9 GI en promedio (1,015 GI/128 IAP), lo que las hace medianamente diversificadas, y 32.6 proyectos en promedio (4,173 proyectos/128 IAP), lo que las hace medianas. Por su parte las IGF tienen 28.9 GI en promedio (1,272/44), lo que las hace muy diversificadas, y 107.2 proyectos en promedio (4,716/44), lo que las hace grandes. Como se puede observar, existe una diferencia notable en la organización y volumen de trabajo entre IAP e IGF, ya que a pesar de que el total de IGF es apenas un poco más de un tercio de las IAP, tienen más GI y realizan más proyectos. Es decir, son más grandes y más diversificadas (Cuadro 6).

En general, aunque el promedio de grupos de investigación (13.2) y el promedio de proyectos (51.3) indican que las instituciones son muy diversificadas tanto en su estructura

orgánico-académica como en su trabajo académico, en realidad hay más instituciones que son poco diversificadas en ambos aspectos (44: 25.1%), como se muestra en el Cuadro 7.

Potencial de investigación de acuerdo con el número de investigadores y su nivel académico

He estimado que el total de investigadores de las 178 instituciones encuestadas es de 13,374,<sup>57</sup> de los cuales el 50.7% (6,784) se encuentra en IAP, y el 47.1% (6,296) en IGF. La distribución de doctores no es tan similar, ya que de 3,159 doctorados, 73.7% (2,329) se encuentran ubicados en IAP, mientras que sólo el 22.9% (725) se encuentran en IGF. Así, 34.3% de las investigadores en IAP cuentan con doctorado (2,329 de 6,784), mientras que sólo el 11.1% de los investigadores en IGF (725 de 6,296) tienen el grado (el Cuadro 8 concentra estos descriptores).

Si partimos del supuesto de que cada grupo de investigación debería contar con por lo menos un doctor, y dado que existen 13.2 GI por institución en promedio, se podría clasificar a las instituciones en tres grupos: las que tienen bajo número de doctores (1 a 13), las que tienen un número medio de doctores (14 a 25) y las que tienen un número alto de doctores (26 o más). Esta agrupación convencional nos permite explorar el potencial de las instituciones de

acuerdo con el número de investigadores con doctorado.

Así, hay 32 instituciones (18.1%) en las cuales no hay un sólo doctorado entre sus investigadores (Cuadro 9). En 24 de las 128 IAP (18.8%) y en 7 de las 44 IGF (15.9%) no hay doctorados. Además, el 41.9% de las instituciones (75 de 178) tienen un bajo número de doctores: cincuenta de las IAP (39.1%) y 23 de las IGF (52.2%). El cuadro 9 muestra el número de GI y el número de doctores por clase (número bajo, medio o alto de doctores: número de GI/número de doctores en esos GI). Se puede notar que los promedios de doctores por institución en cada uno de los grupos es similar en el caso de IAP e IGF.

En síntesis, la diversificación orgánico-académica (GI por institución) y la diversificación académica (proyectos por institución) es similar en el caso de IAP e IGF, aunque las primeras parecen estar en mejores condiciones académicas, a juzgar por el número de investigadores y doctorados con que cuenta. La menor diversificación de las IAP, aunada a un mayor número de investigadores y doctorados, indica mayor concentración de personal por GI y proyecto.

### Objetivos principales

Finalmente, los directores de instituciones de investigación indicaron que los objetivos principales de sus respectivas instituciones deberían estar asociados a "aspectos socioeconómicos" (16.9%: 30 de 178), al "adelanto general del saber" (15.7%: 28), y "al desarrollo de los servicios educativos" (15.2%: 27). Véase Cuadro 10. Una proporción menor de instituciones indicaron aspectos específicos asociados a sectores de la economía como sus objetivos principales: 11.8% (21) señaló "el fomento del desarrollo industrial", mientras que el 6.2% (11) señaló "el desarrollo de la agricultura, la silvicultura y la pesca". Es decir, sólo el 18% de los entrevistados consideró específicamente la industria, la agricultura, la silvicultura y la pesca como su objetivo principal, precisamente en las áreas de mayor necesidad de apoyo para el desarrollo nacional, dado su peso y potencial.

Es interesante notar que 20.5% (9) y 17.2% (8) de las IGF indicaron específicamente el desarrollo de los servicios de salud y el fomento industrial, respectivamente, con lo que parecen inclinarse más por una vinculación con el aparato productivo que las IAP; éstas se inclinaron más por el desarrollo de los servicios educativos (27: 21.1%) y el adelanto general del saber (22: 17.2%). Es importante señalar que dos IAPR indicaron orientarse hacia objetivos asociados

al proceso productivo (Cuadro 10).

#### 4.1.3. Análisis del comportamiento de los grupos de investigación

##### Dinámica de crecimiento y distribución por campo científico

El 16.9% de los 221 grupos de investigación (GI) encuestados en 1985 ya existía antes de 1971. Casi la mitad (46.1%) fueron creados entre 1971 y 1980, con el 38.0% restante surgidos en 1981 o después (Cuadro 11). Este ritmo de crecimiento, mayor al de las instituciones, es el resultado de una gran expansión que ha permitido ampliar la cobertura de áreas de conocimiento, con respecto a la existente hasta antes de 1970, apoyada en un gran incremento de personal en la década de los setentas. Esta diversificación es muy clara cuando se analiza por campo científico: el 40.5% (15 de 37) de los GI encuestados que ya existían antes de 1971, pertenecían al campo de las ciencias exactas y naturales (CEN), al cual le seguía el campo de las tecnologías y ciencias de la ingeniería (TCI), con sólo 6 (16.2%).

Sin embargo, de los 101 GI que se crearon entre 1971 y 1980, 33 (32.7%) son de CEN, pero 30 (29.7%) son de las ciencias sociales y humanidades (CSH). De los 81 GI más jóvenes, creados después de 1980, casi la mitad (40: 49.4%)

son también de CSH. Esta distribución muestra un claro predominio de las CSH como área privilegiada de desarrollo a partir de 1970, con marcado crecimiento en los tres periodos. El número de GI de CEN y TCI creció notablemente en los setentas, pero creció muy poco después de 1980 (Cuadro 11).

En el momento de la encuesta la distribución de GI por campo científico se concentra en CSH (82; 37.1%) y CEN (70; 31.2%). Es importante notar la distribución de GI por campo científico y sector: 40.0% de los GI IAP (64 de 156) y 22.8% de los GI de IGF (13 de 57) son de CSH, mientras que 34.0% de los GI de IAP (50) y 29.8% de los de IGF (17) son de CEN (Cuadro 12).

#### Carácter de la investigación

Como he señalado en el capítulo anterior, es casi imposible clasificar a la actividad científica en tipos exclusivos y exhaustivos. Sin embargo, con propósitos analíticos, en el estudio ICSOPRU se utilizaron las siguientes definiciones para intentar aproximarse a una clasificación no reduccionista, pero sí operativa, del carácter de la investigación: <sup>ces</sup>

(a) "investigación fundamental: se lleva a cabo principalmente para adquirir nuevos conocimientos sobre los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin buscar una aplicación o utilización particular y específica";

(b) "investigación aplicada: toda investigación realizada para la adquisición de nuevos conocimientos, pero encaminada principalmente hacia una aplicación práctica determinada";

(c) "desarrollo experimental: todo trabajo sistemático en el que se utilicen los conocimientos obtenidos de la investigación o la experiencia práctica encaminada a producir nuevos materiales, productos y dispositivos, a establecer nuevos procesos, sistemas y servicios, y a mejorar sustancialmente los ya existentes o establecidos".

De acuerdo con esta clasificación, la investigación parece orientarse más hacia aplicaciones en alguna forma, manteniendo las orientaciones que tradicionalmente tienen los diversos campos científicos. Así, 58 GI (26.2%) reportaron dedicarse específicamente a algún tipo de aplicación, y

otros 113 (51.1%) indicaron realizar investigación aplicada en combinación con investigación fundamental, con desarrollo experimental, o con ambas. Por su parte, 70 GI (31.7%) reportaron estar involucrados en desarrollo experimental en combinación con investigación aplicada (42) o fundamental y aplicada (28). Si a este total se suman los 9 GI (4.1%) que reportaron dedicarse sólo a desarrollo experimental, entonces el 37.4% (79) estarían dedicándose a desarrollo experimental en alguna forma.

Esta proporción es menor a la deseable de trabajo científico dedicado a "investigación y desarrollo", propuesta por el gobierno federal en su programa para el sector de ciencia y tecnología: 48% a 65% (PRONDETYC, 1984). El Cuadro 13 muestra la distribución de GI por campo científico y carácter de la investigación, en donde se ve claramente la inclinación de los GI de CEN y CSH por la investigación fundamental, y la de los campos tecnológicos por las aplicaciones. Se podría esperar que el trabajo en los campos tecnológicos se defina más hacia el desarrollo experimental que la investigación aplicada, ya que el primero tiene objetivos y metas más precisas que la segunda, de acuerdo con las definiciones utilizadas. Sin embargo hubo un mayor número de GI en esos campos que indicaron estar dedicados a la investigación aplicada (21 de 69; 30.4%), que los que indicaron dedicarse al desarrollo experimental (sólo 4: 5.7%), aunque 35 más (50.7%) indicaron estar realizando desarrollo experimental



en combinación con la investigación fundamental o la aplicada.

### Especialización

El subcampo científico que realiza un GI indica la especialización dentro de los grandes campos que se han descrito en este trabajo. En el proyecto ICSOPRU se pide que se señalen los proyectos en desarrollo de los GI, especificando que "si hay más de cinco proyectos actualmente en desarrollo, seleccione los más importantes, en términos del trabajo involucrado y su relevancia científica";<sup>103</sup> en los casos en que se señalan dos proyectos o más, he tomado el que aparece primero como el más importante. De acuerdo con este criterio, los 221 proyectos más importantes se agrupan en 106 subcampos,<sup>104</sup> (Cuadro 14). Los 82 GI de CSH hacen investigación en 43 subcampos diferentes; los 70 GI de CEN lo hacen en 34 subcampos. En el caso de los campos tecnológicos, los 13 GI de TCA hacen investigación en 5 subcampos, los 22 GI de TCM en 9, y los 34 de TCI en 15.

### Capacidad de la investigación

El número de proyectos que realizan los GI es un indicador parcial, pero importante, de la capacidad de la investigación. Los 221 GI encuestados reportaron estar realizando 1,724 proyectos, de los cuales el 62.1% (1,072) se llevan a cabo en IAP. El 33.7% (581) del total de proyectos es del campo de las CEN, aunque los 522 proyectos en CSH constituyen una proporción apenas menor: 30.3% (Cuadro 15).

Si se considera el total de proyectos con respecto al total de GI por campo científico, se puede apreciar que cada GI de TCA desarrolla 14.2 proyectos en promedio; cada GI de TCM lleva a cabo 9.0; en CEN cada GI desarrolla 8.3; en TCI 7.0 y sólo 4.89 proyectos por cada GI de CSH.

### Potencial según el número de investigadores por campo científico y grado académico

De acuerdo con el estudio ICSOPRU, los investigadores se clasifican en científicos e ingenieros (CI) por un lado, y técnicos (T) por el otro.<sup>113</sup> Los científicos e ingenieros se definen de la siguiente manera:

Son las personas que trabajan como personal dedicado a las actividades de ciencia y tecnología y que han

recibido una formación científica o tecnológica, así como los administradores y demás personal de alto nivel que dirigen la realización de las actividades de ciencia y tecnología. Los criterios, para la clasificación del personal en esta categoría son los siguientes:

- (a) haber cursado estudios completos de tercer grado, hasta la obtención de un título;
- (b) haber cursado estudios (o adquirido una formación) no universitarios de tercer grado, que no desemboquen en la obtención de un título universitario, pero que, en el plano nacional, se reconozca que pueden abrir el acceso a una carrera científica o de ingeniería;
- (c) haber adquirido una formación o una experiencia profesional que se reconozca, en el plano nacional, como equivalente a uno de los dos tipos de formación precedentes.

Por su parte, los técnicos se definen en los siguientes términos:

Son las personas que trabajan en actividades de ciencia y tecnología y que han recibido una formación profesional o técnica en cualquier rama de la ciencia y la tecnología, de acuerdo con los siguientes criterios:

- (a) haber terminado el segundo ciclo de la enseñanza de

segundo grado. En muchos casos, estos estudios van seguidos de uno o dos años de estudios de especialización técnica, sancionados o no por la concesión de un diploma;

(b) haber cursado tres o cuatro años de estudios profesionales o técnicos (sancionados o no por la concesión de un diploma) después de haber terminado el primer ciclo de la enseñanza de segundo grado;

(c) haber recibido formación en el propio lugar de trabajo o haber adquirido una experiencia profesional que se consideren, en el plano nacional, como equivalentes a los grados de enseñanza definidos en los anteriores puntos.

Se clasifican como técnicos los ayudantes de laboratorio que reúnan estas condiciones.

De acuerdo con esta clasificación, el total de CI es, de 1,818, mientras que el total de T es de 758. Estos valores suman un total de 2,576 investigadores en 221 GI encuestados. Las IAP concentran el 66.9% de CI (1,216) y el 68.3% de T (517). Los 1,733 investigadores en IAP representan el 67.3% del total reportado (Cuadro 15).

La distribución por campo científico es muy variable. Hay una mayor proporción de CI en CSH con respecto al total (646 de 1,818: 35.5%), aunque CEN cuenta con una proporción ape-

nas un poco menor (582; 32.0%). Si se analizan las proporciones de CI por campo científico, se verá que los GI de TCA están en mejores condiciones internas, en términos relativos, por lo menos en lo que se refiere al número promedio de investigadores por GI: 9.5 en TCA, 9.0 en TCM, 8.3 en CEN, y 7.9 en TCI y CSH.

Por otra parte, los 221 GI entrevistados reportaron contar con 439 doctores, lo cual representa una bajísima proporción de 0.17 doctorados por investigador (Cuadro 16). Las IAP cuentan con el 75.9% de los doctores (333), lo cual representa una proporción interna de doctores por investigador apenas un poco mayor que la del total: 0.19. En conjunto, hay 1.99 doctores por GI (439/221) distribuidos en forma heterogénea por campo científico: el promedio más alto, de 2.79, se da en CEN, mientras que el más bajo, de sólo 1.15, se da en TCA. Esta distribución muestra claramente la importancia que se le da a las credenciales académicas en el campo de las CEN.

La distribución de doctores por campo científico muestra una gran concentración en CEN: 44.4%: (195 de 439), proporción en la que el aporte de las IAP es muy fuerte, con sus 156 doctores. Las IAP concentran el 80.0% del total de doctores de CEN (156 de 195) y el 82.0% del total de CSH (110 de 135). En lo que se refiere a los campos tecnológicos, el 90.9% de los doctores de TCI (44 de 50) se encuentra ubi-

cado en IAP. Sin embargo, las IGF concentran a investigadores de alto nivel de TCM (24 de 39: 61.6%), ubicados en gran medida en los institutos nacionales de salud, y de TCA (10 de 15: 66.7%), ubicados en diversas dependencias del sector agropecuario.

Es importante hacer notar que 78 GI no cuentan con doctorados, de los cuales 36 son de CSH, campo en el que las credenciales no tienen un valor tan fuerte como en CEN. Precisamente sólo en 19 de los 70 GI de CEN los investigadores carecen del grado académico de doctorado. En los campos tecnológicos se da una relativa importancia a las credenciales, especialmente en los campos médicos. Esto se refleja claramente en la distribución de GI con doctorados: sólo en 6 de 22 GI de TCM y en 11 de los 34 GI de TCI no hay doctorados, pero en casi la mitad de los GI de TCA (6 de 13) no los hay (Cuadro 17).

Es interesante observar que de los 78 GI sin doctorados, 24 (31.0%) realizan investigación aplicada. Por otro lado, de los 9 GI que indicaron estar trabajando en desarrollo experimental, 4 no cuentan con ningún doctor, mientras que las 5 restantes sólo tienen uno. El Cuadro 18 muestra claramente la gran cantidad de GI que cuentan con pocos doctores. Una buena parte tiene tres o menos (182 GI: 83.7%).

Otra manera de ver el potencial del GI para realizar

investigación de alta especialización es a través del número de estudiantes de doctorado con que cuenta. Los 221 GI encuestados reportaron contar con 266 investigadores realizando estudios de doctorado, de los cuales el 77.4% (206) se encontraban ubicados en IAP. La distribución por campo científico es como sigue (Cuadro 17): TCM tiene la mayor proporción de estudiantes de doctorado por GI (2.81), mientras que TCA tiene el más bajo (0.38); los otros campos tienen promedios muy bajos, con un promedio global de apenas 1.20 estudiantes de doctorado por GI. Como se puede apreciar, el potencial de investigación, medido con estos indicadores es ciertamente bajo, especialmente considerando que hay 8.2 investigadores por GI, de los cuales 1.99 son doctores. Dado que el promedio de estudiantes de doctorado es igual a 1.20, estos datos significan que hay 5.04 investigadores por GI que cuentan sólo con el título profesional, con estudios de maestría o con sólo el título de maestría. TCM es la excepción, debido a que en este campo se concentran profesionales de alta especialización, principalmente en las instituciones nacionales de salud. Así, los GI de TCM parecen encontrarse en mejores condiciones hacia el futuro, ya que 21.6% de sus investigadores se encontraban estudiando el doctorado, manteniendo el alto nivel que se exige en los campos tecnológicos.

Por otra parte, 133 GI no contaban con nadie estudiando el doctorado, y en otros 34 sólo uno de sus miembros se encon-

traba haciéndolo (Cuadro 19). Los totales reportados representan una bajísima proporción de 0.12 estudiantes de doctorado/investigador en general. La situación en las IAP es apenas mejor: 0.15. Estas proporciones serían aceptables si las que corresponden a doctorado/investigador fueran sustancialmente mayores. Sin embargo no es así, por lo que el potencial de la investigación de calidad descansa en investigadores sin la experiencia académica sistemática que aportan los programas de doctorado de una forma o de otra, especialmente en los campos tecnológicos y en CEN, cuando tienen un fuerte componente de investigación y orientan al estudiante hacia ella como carrera académica. Si bien el grado académico es de cualquier manera un criterio muy relativo para evaluar la calidad, es un factor que debe tomarse seriamente en cuenta en combinación con otros aspectos relacionados con las características de los propios programas de posgrado, del doctorado en particular, con la configuración del campo científico, y con las exigencias institucionales de ingreso y promoción del personal académico, especialmente en las estructuras académicas actualmente existentes.

Al analizar la distribución de GI sin doctores, de acuerdo con el carácter de la investigación que se realiza, se puede observar que, de los 133 GI sin estudiantes de doctorado, 35 (26.3%) realizan investigación aplicada únicamente y 69 más (51.1%) realizan ese tipo de investigación en combinación con otras de sus formas: investigación fundamental y



desarrollo experimental (Cuadro 20).

#### Potencial de acuerdo al tamaño de los GI

El potencial de investigación se puede analizar con base en el tamaño del GI, es decir, el número de investigadores con que cuenta, tomando juntos a CI y T. En el estudio ICSOPRU se establece que el número mínimo de investigadores que se puede considerar que forman una unidad de investigación (GI) es de tres. Así, se encontró que 48 GI tienen sólo 3 investigadores; 94 tienen de 4 a 7; y 79 tienen 8 o más. En las IAP, sólo 2 tienen 3 investigadores; 30 tienen de 4 a 7, y 32 tienen 8 o más.

Si se parte de estos tres subconjuntos, y denominándolos como "grupos pequeños" (hasta tres investigadores), "medianos" (de 4 a 7) y "grandes" (8 o más), se observa que hay casi igual número de GI en cada uno de ellos. Los GI que cuentan con sólo hasta tres investigadores son muy pequeños ciertamente, pero aquellos que tienen más de 15 pueden ser considerados muy grandes. Esto es particularmente importante si se consideran las dificultades que implica tener gran diversidad de líneas o proyectos dentro de un mismo grupo y alcanzar al mismo tiempo un alto nivel de calidad en conjunto, capacidad para formar nuevos investi-

gadores o personal profesional de alto nivel, y mantener un alto nivel de calidad en su productividad.

Se ha sugerido que un grupo de investigación de alrededor de 5 investigadores de alto nivel (García y Pérez Angón, 1983), acompañados de técnicos altamente capacitados para el apoyo a los diversos proyectos, podría estar en condiciones de operar académicamente en forma adecuada, con calidad y productividad. En todo caso el tamaño del GI tiene un efecto en su productividad (Wallmark et al., 1973; Stolte-Heiskanen, 1987). El factor tamaño tiene que analizarse desde diversos puntos de vista, es decir, relacionándolo con la estabilidad y potencial del GI en el contexto de la estructura interna de su campo científico, la estructura del sistema de ciencia y tecnología del país, y la relación deseable con sectores específicos de la economía.

#### Esfuerzo conjunto al interior del GI

Es interesante observar que los GI tienden a agrupar sólo a una pequeña parte de su personal en el proyecto más importante que llevan a cabo: en 27 de los 221 GI que se encuestaron (12.2%) un solo investigador se dedica al proyecto más importante; en otros 47 (21.3%) sólo dos investigadores se dedican a ese proyecto; y en 50 (22.6%), tres de sus miem-

bros lo hacen. Es decir, 124 (56.1%) GI tienen sólo hasta 3 de sus investigadores tabajando en conjunto en su proyecto más importante (Cuadro 21).

Al analizar esta situación por campo científico, se observa lo siguiente: 38 GI de CEN (54.3%) tienen sólo hasta tres investigadores en ese proyecto; 57 de CSH (69.5%); 16 de TCI (47.1%); 9 de TCM (40.9%); y 6 de TCA (46.2%). Estos valores indican que sólo 271 investigadores (del total de 2,576) se dedican a los 221 proyectos más importantes de los GI encuestados, un promedio de 1.2 investigadores por GI en su proyecto más importante. Es decir, aún cuando los GI son relativamente grandes (8.23 investigadores por GI), sólo un pequeño grupo dentro de cada uno de ellos se dedica al proyecto más importante, alcanzando una cifra promedio que sugiere que ese proyecto se realiza prácticamente en forma individual. Esta situación parece indicar un predominio de decisiones individuales respecto a la elección del tema de investigación y su desarrollo, el nivel de especialización al interior del GI y la consiguiente falta de personal altamente capacitado para involucrarse plenamente en esos proyectos.

## Productividad

La productividad científica ha sido siempre difícil de evaluar. En algunos casos la productividad se mide o evalúa de acuerdo con el volumen de artículos publicados en revistas arbitradas,<sup>[12]</sup> de libros editados o artículos publicados en libros, etc. En el estudio ICSOPRU se enlistan diez items que representan productos de los diversos campos científicos,<sup>[13]</sup> a saber:

- a) libros;
- b) artículos, tanto en el país como en el extranjero;
- c) revisiones críticas y bibliografías;
- d) informes inéditos;
- e) informes internos de rutina;
- f) patentes o solicitudes de patentes;
- g) algoritmos, programas de computación, fotocalcos, planos, diagramas, diseños;
- h) prototipos experimentales o dispositivos, instrumentos y aparatos, componentes de dispositivos;
- i) materiales experimentales (fibras, plásticos, vidrios, metales, aleaciones, substratos, productos químicos, medicamentos, plantas; y
- j) recopilaciones de materiales de investigación.

Se pidió que se cuantificara el total producido de cada item en el periodo de tres años previos a la encuesta.

En este trabajo he tomado 6 de estos items, a saber: libros, artículos (publicados en México y en el extranjero), patentes, algoritmos, prototipos y materiales experimentales. Los Cuadros 22 al 35 muestran la distribución de GI de acuerdo con cada uno de estos items.

Se puede observar que 95 GI (45.4%) no publicaron un sólo libro en tres años, mientras que 91 (43.3%) publicaron entre 1 y 5 (Cuadro 22). En términos proporcionales, los GI de CSH son más productivos (54 de 80 GI publicaron libros), mientras que los GI de TCI son los que menos libros produjeron (12 de 31: 38.7%). Por sector, la proporción de GI de IAP e IGF que produjeron libros en el periodo señalado es similar: 50.6% en las primeras (79 de 156) y 52.6% en GI de IGF (30 de 57). Esta situación es paradójica, ya que aparentemente los GI de IAP están en mejores condiciones para producir libros, dadas las exigencias a este respecto, especialmente en las CSH. Curiosamente, existe una baja proporción de GI en CSH en ambos sectores: 35.5% en IAP (22 de 62) y 30.8% en IGF (4 de 13).

La distribución de los GI que publicaron libros según el tipo de investigación que realizan muestra que aquellos que se dedican a la investigación fundamental son los que producen más (31 de 40: 77.5%), mientras que los que se dedican a investigación aplicada exclusivamente son los que producen

menos (24 de 55: 43.6%). Véase el Cuadro 23.

En lo que se refiere a artículos publicados en el país, 39 GI (18.7%) no publicó un sólo artículo en tres años, pero 84 (40.2%) publicaron entre 1 y 5 (Cuadro 24). En general, 84.2% de los GI publicó artículos en el país. En términos proporcionales, los cuatro sectores publicaron en niveles similares: 75.0% de los GI de IAP; 6 de los 7 GI de IAPR (85.7%), así como el GI de "otras instituciones".

Los artículos publicados tienen mayor peso en CEN que en CSH, como lo muestra precisamente la distribución correspondiente: 56 de 70 en CEN (80.0%) por 55 de 82 en CSH (67.7%). Por su parte, los campos tecnológicos son productivos. No existen grandes diferencias en las proporciones de GI que publicaron artículos, de acuerdo con el tipo de investigación que realizan (Cuadro 25): alrededor de 20% publicó por lo menos un artículo en tres años. Es importante hacer notar que casi la mitad de los GI (84 de 170: 49.4%) publicó sólo entre uno y cinco artículos en tres años.

La proporción de GI que publicó artículos en el extranjero es claramente más baja (Cuadro 26): 106 GI no publicaron uno sólo, mientras que otros 63 (29.6%) sólo publicaron entre 1 y 5. Aunque los artículos publicados en el extranjero son muy importantes para los GI de CEN, 24 de 70 (34.3%) no publicaron uno sólo. La poca importancia que los GI de CSH

dan a esta vía de publicación se muestra claramente en la distribución del Cuadro 26: 50 de 82 GI (61.0%) no lo hicieron. Como se podría esperar, hay una baja proporción de GI de los campos tecnológicos que publicaron en el extranjero.

La distribución de GI que publicaron en el extranjero es muy similar por tipo de investigación (Cuadro 27). Es importante señalar que existen más GI que publicaron 16 o más artículos en el extranjero, que los que publicaron entre 11 y 15, especialmente debido a aquellos GI que se dedican a investigación fundamental (4) o que se dedican a ella, en combinación con otras formas de investigación (aplicada, o aplicada con desarrollo experimental: 8 más).

La elaboración de algoritmos, programas o planos no se aplica a 49 GI según su propia apreciación. De los 172 GI que sí respondieron, 99 (57.6%) no elaboró ninguno de estos items en tres años, y sólo 32 elaboraron entre uno y cinco (Cuadro 28). Como era de esperarse, los GI de TCI muestran mayor proporción en este rubro: 25 de 31 (80.7%), aunque 3 GI de este campo señalaron que la elaboración de estos items "no se aplica".

Desde el punto de vista del tipo de investigación, los GI que se dedican a alguna de las formas combinadas (IFA, IADE, IFADE) son los más productivos a este respecto (Cuadro 29).

Es interesante notar que hay una proporción considerable de GI (17) que elaboró 16 o más de estos items en tres años, debido especialmente a 5 de ellos dedicados a investigación aplicada, y 4 más a investigación aplicada con desarrollo experimental. Como podría esperarse, los GI de los campos tecnológicos, especialmente de TCI, son proporcionalmente más productivos (Cuadro 32), aunque ligeramente más los que se ubican en IAP. Por otra parte, los GI que se dedican exclusivamente al desarrollo experimental no produjeron ninguno de estos items (Cuadro 33), contrario a lo esperado. Sin embargo, todos los GI dedicados a alguna forma de aplicación sí lo hicieron.

En lo que se refiere al registro de patentes, 30 GI lo hicieron, 16 de ellos de los campos tecnológicos, y en particular 8 de TCI. Hubo más GI en IAP que registraron patentes que en IGF, mientras que los 2 GI de los campos tecnológicos de IAPR llevaron a cabo esta acción (Cuadro 34). Ningún GI dedicado exclusivamente a desarrollo experimental registró patentes, aunque los GI con alguna forma de aplicación (24) sí lo hicieron (Cuadro 35).

Otro criterio para entender el potencial de investigación con base en la productividad, es agregando un factor nuevo, basado en la distribución de los CI y T con que cuentan los GI. De los 221 GI, 139 cuentan con CI y T, mientras que 82 están formados sólo por CI. El Cuadro 36 muestra la dis-



tribución desagregada de los 221 GI de acuerdo con el número de CI y T que tienen.

Para el análisis de productividad a partir del aporte diferencial de CI y T, agrupé a los GI de acuerdo con el número de CI que tienen, sin tomar en cuenta a los T, de la siguiente forma: muy pequeños, los que cuentan con sólo entre 1 y 3 CI; pequeños, aquellos con entre 4 y 7; medianos, de 8 a 14; y grandes los que cuentan con 15 o más CI. Así, se podría considerar que los GI con un número de técnicos igual o menor al número de CI son fuertes, mientras que aquellos con más técnicos que CI son débiles.<sup>143</sup>

Esta clasificación convencional se basa en el supuesto de que los CI son investigadores con mayor formación, experiencia y reconocimiento académicos, lo cual les permite dar mayor solidez al trabajo científico de su grupo de investigación en particular. Este supuesto es particularmente cierto en el campos de las CEN, algo menos fuerte en los campos tecnológicos, aunque de gran importancia, y no tan fuerte en el caso de las CSH.

De acuerdo con esta agrupación por clase fuerte-débil y tamaño, resulta que hay 185 GI fuertes y 36 débiles. En el Cuadro 37 se puede apreciar que la mayoría de los GI fuertes cuentan con entre 4 y 7 científicos (83 de 185), mientras que en la clase de los GI débiles predominan los muy pe-

queños, con 1 a 3 CI.

El Cuadro 38 muestra la distribución de los GI de acuerdo con su clase (fuerte-débil), campo científico y tipo de investigación. Como se puede notar, el 71.8% de los GI fuertes y el 65.0% de los débiles se ubican en IAP, ya que éstas concentran a la mayoría de los GI encuestados. Sin embargo, sólo el 77.2% de los GI de IGF (44 de 57) son fuertes, mientras que el 85.3% de los GI de IAP (133 de 156) lo son. Todos los GI de IAPR son fuertes, de acuerdo con este criterio, así como el GI de "otras instituciones".

Si se analiza esta distribución por campo científico, encontramos que los 13 GI de TCA son fuertes; el 86.6% de CSH (71 de 82); el 84.3% de CEN (59 de 70); el 76.5% de TCI (26 de 34) y el 72.7% de los GI de TCM (16 de 22), lo cual también se muestra en el Cuadro 38.

La clasificación convencional fuerte-débil se puede apreciar mejor cuando se analiza la productividad de los GI tomando en cuenta este factor. Los cuadros 39 al 45 muestran la distribución de GI por tamaño, clase y campo científico según el tipo de producto. En general, 59.0% de los GI fuertes (105 de 178) publicaron por lo menos un libro, mientras que sólo el 33.3% de los débiles lo hicieron (Cuadro 39).

Por campo científico, la proporción de GI fuertes que publicó por lo menos un libro es siempre mayor que la de los GI débiles: por ejemplo, el 52.5% de GI fuertes de CEN publicaron por lo menos un libro, mientras que el 27.3% de los débiles en ese campo lo hicieron. Sólo en el caso de las CSH, en donde los técnicos no existen o cumplen una función de investigación parecida a la de los CI, las proporciones son similares: el 67.7% de los GI fuertes y el 54.5% de los GI débiles publicaron por lo menos un libro.

En lo que se refiere a artículos publicados en el país, la situación es muy diferente ya que, en términos proporcionales, hubo más grupos débiles que publicaron, que fuertes (Cuadro 40): 83.3% de aquellos (30 de 36) por 76.8% de los fuertes (142 de 185). Esta misma situación se da en cada campo menos en TCA, en donde no hay GI débiles, y en TCI, en donde sólo el 62.5% de éstos publicaron por lo menos un artículo en el país, contra el 73.1% de los fuertes.

Una situación similar a la anterior se da en el caso de los artículos publicados en el extranjero (Cuadro 41): en general, el 63.9% de los GI débiles (23 de 36) publicaron uno por lo menos, mientras que sólo el 45.9% de los fuertes lo hizo (85 de 185). Lo mismo sucede si se analiza la productividad respecto a este indicador por campo científico, excepto en TCA (ya que no hay GI débiles) y en TCI, en donde sólo el 25.0% de los GI débiles (2 de 8) publicó por lo

menos un artículo en el extranjero, mientras que el 53.8% de los fuertes (14 de 26) lo hizo.

De acuerdo con información anteriormente presentada (Cuadro 28), los GI de CEN y TCI son los que más algoritmos producen. Si se analiza la productividad tomando en cuenta el factor fuerte-débil, la situación es similar, pero con los GI fuertes siendo más productivos (Cuadro 42). En el caso de los GI de CEN, los fuertes son más productivos: 44.1% de ellos (26 de 59), contra el 27.3% de los débiles (3 de 11). En cuanto a TCI, el aporte de los GI fuertes es mayor: 20 de 26 (76.9%) contra 5 de 8 (62.5%) de los débiles (Cuadro 42).

Los GI fuertes de CEN y TCI producen o diseñan más prototipos experimentales que los débiles en cada campo: 35.6% por 27.7% de CEN, respectivamente, y 65.4% por 37.5% de TCI, respectivamente. La aportación de los otros campos es marginal (Cuadro 43). Una situación familiar se da en el caso de la producción de materiales experimentales, con los GI fuertes siendo proporcionalmente más productivos (Cuadro 44).

En cuanto a patentes registradas, los GI fuertes son ligeramente más productivos, en términos proporcionales, tanto en CEN como en TCI (Cuadro 45). Es interesante observar la distribución de GI de acuerdo con el factor fuerte-débil y por tipo de investigación (Cuadro 46), en donde se ve un

fuerte potencial de investigación aplicada, ya que 23.8% de los grupos fuertes se dedican a ella exclusivamente, además de los 122 que realizan desarrollo experimental o alguna forma de investigación aplicada. Por otro lado, una buena parte de los grupos débiles se concentra en el conjunto de grupos que se dedican a investigación aplicada exclusivamente (38.9%), además de los otros 16 que la combinan con investigación fundamental o desarrollo experimental.

#### Asesorías

La actividad científica de los GI no se manifiesta solamente en productos parciales o terminales como los que he analizado hasta aquí. Las asesorías y consultas solicitadas, y especialmente las satisfechas, también son importantes para medir la productividad e indirectamente la calidad del GI.

De acuerdo con los datos del estudio ICSOPRU, se obtuvo información sobre asesorías científicas y servicios técnicos solicitados a los GI, tanto del país como del extranjero, en los tres años anteriores a la encuesta. Así mismo, se obtuvieron datos sobre el volumen de respuesta por parte de los GI a esas solicitudes. Los Cuadros 47 al 58 muestran la distribución de los GI de acuerdo con el número de servi-

cios solicitados y satisfechos, por tipo de institución, campo científico y tipo de investigación que se realiza.

El Cuadro 47 muestra la distribución de GI que recibieron solicitudes de asesoría científica por parte de instituciones, dependencias u otros GI del país. También se muestra la distribución de GI que dieron respuesta a las solicitudes recibidas. Se puede observar que no existe mayor problema para satisfacer solicitudes cuando estas son de bajo volumen (1 a 5) o de gran volumen (11 o más). Sin embargo, para los casos de 6 a 10 solicitudes recibidas, hay alguna dificultad para satisfacerlas. Existe una situación similar si se analiza esta distribución de acuerdo con el tipo de investigación que se realiza (Cuadro 48) y si se incorpora el factor fuerte-débil (Cuadro 49).

Así mismo, al analizar la actividad de asesoramiento en lo que respecta a las solicitudes recibidas del extranjero, y las satisfechas, por institución y campo científico, por tipo de investigación, y por clase fuerte-débil, se observan características similares (Cuadros 50 al 52). Una situación similar también se da en el caso de las solicitudes de asesoría de carácter técnico recibidas del extranjero, y las satisfechas (Cuadros 56 al 58).

### Fuente de decisión para la selección de temas de investigación

Uno de los criterios que delimitan el desarrollo de la actividad científica es el que tiene que ver con la fuente para seleccionar las temáticas de la investigación. Existe una gran diversidad de aspectos que generan temas de investigación, no obstante con propósitos analíticos se pueden clasificar en los siguientes rubros, de acuerdo con el estudio ICSOPRU: «1993»

- a) política nacional de ciencia y tecnología
- b) necesidades formuladas por el sector productivo
- c) necesidades formuladas por el sector de servicios
- d) dinámica interna de la ciencia, tal como ha sido definida por el grupo de investigación
- e) problemas prácticos identificados por el grupo de investigación

De acuerdo con esta clasificación, se puede observar que, en general, los problemas prácticos son la fuente predominante (72 GI de 221: 32.6%), a los que sigue la dinámica interna de la ciencia (61 de 221: 27.6%) como criterio importante (Cuadro 59). Por tipo de institución, los GI de IAP se inclinan por la dinámica interna de la ciencia (49 de 156: 31.4%); los de IGF por los problemas prácticos (20 de 57: 35.1%); los de IAPR se interesan por igual en las necesi-

dades formuladas por el sector productivo, los servicios en general y la dinámica interna de la ciencia.

Por campo científico, los GI de CEN y CSH se basan en la dinámica interna de la ciencia, mientras que los campos tecnológicos se basan en problemas prácticos (24 de 69 34.8%). En particular, la distribución al respecto es la siguiente: el 38.5% en TCA (5 de 13), el 41.0% de TCM (9 de 22) y el 30.3% en TCI (10 de 33). Contrario a lo esperado, las necesidades y demandas del sector productivo ocupan un lugar secundario, como criterio para seleccionar temas de investigación, para los GI de TCI de IAP, de IAPR y de IGF, ya que sólo 6 de 33 GI en este campo (18.2%) así lo indicó. Por su parte, sólo dos GI de TCA así lo señalaron (2 de 13: 15.4%) y ninguno de TCM.

Los GI de todos los campos científicos dan una atención moderada a las políticas en materia de ciencia y tecnología, ya que en promedio, el 19.5% (43 de 221) así lo indicó (Cuadro 59). El promedio de GI por campo científico varía, de muy por abajo del promedio (15.4% de los GI de TCA) a muy arriba (en TCM: 27.3%). Los GI de IAP e IGF dan una atención similar a las políticas gubernamentales, pero en CSH y TCI, la proporción de GI que les dan más atención es mayor en IGF que en IAP. En el caso de TCA, los dos GI que indicaron que las políticas gubernamentales son la fuente más importante para decidir sus temas de investigación están



ubicados en IGF. Los GI de TCM de IAP dan algo más de atención a estas políticas (30.0%) que los de IGF (25.0%). Como se puede observar, los GI de IGF dan más importancia a las políticas gubernamentales (aunque los de TCM de IAP también, a diferencia del resto de los GI en estas instituciones).

Estos datos muestran que las consideraciones básicas de los GI para seleccionar y desarrollar temas de investigación están más fuertemente vinculado a problemas prácticos (32.6%). A estos les siguen la dinámica interna del campo (27.6%), las políticas gubernamentales en materia de ciencia y tecnología (19.5%), las necesidades y problemas generados en el sector productivo (25 de 221: 11.3%) y las necesidades y problemas generados en el sector terciario, el de servicios generales (23 de 221: 10.4%)

#### Fuente de financiamiento

El financiamiento para investigación proviene casi en su totalidad del gobierno federal: 190 GI (86.0%) reportaron recibir financiamiento gubernamental, de los cuales 20 recibían hasta 50% de su presupuesto, 13 más de 50% y hasta 75%, 66 recibían más de 75% y hasta 99%, y 90 recibían el 100% de su presupuesto.

El financiamiento proveniente de la industria y otras fuentes fue casi nulo: 178 GI no obtuvieron nada, de los cuales 131 son de IAP. De los 25 que sí obtuvieron fondos de empresas públicas o privadas, 20 recibieron hasta 25%, 4 recibieron entre 25% y 50%, y una recibió el 100% de su presupuesto.

#### Lineamientos deseables para el trabajo futuro de los GI

Las expectativas que los GI tienen para el futuro a mediano plazo (4 a 6 años) se han agrupado en los siguientes rubros, de acuerdo con el estudio ICSDPRU: 5143

- a) fortalecimiento de los fundamentos teóricos de un campo científico determinado;
- b) verificación o comprobación de la falsedad de los resultados de la investigación obtenidos dentro o fuera del grupo de investigación;
- c) ensayos de la aplicabilidad concreta de los resultados de investigación obtenidos dentro o fuera de la unidad;
- d) desarrollo de métodos de investigación, equipos e instrumentos esencialmente novedosos;
- e) transferencia de métodos de investigación o tecnoló-

- gicos operacionales a otras áreas de aplicación;
- f) desarrollo experimental y manejo de nuevos productos;
- g) desarrollo experimental y manejo de nuevos procedimientos.

Los GI de CEN y CSH se inclinan fuertemente por aspectos formales, como son el fortalecimiento de los fundamentos teóricos del campo (30 de 70 en CEN: 42.9%; 37 de 82 en CSH: 45.1%) y la verificación de los resultados de la investigación (5 en CEN: 7.1%; 10 en CSH: 14.3%), con intención de aplicar los conocimientos y resultados obtenidos (14 en CEN: 20.0%; y 15 en CSH: 18.3%). La inclinación por los aspectos formales es más fuerte en los GI de IAP, como se pueda apreciar en el Cuadro 60: casi la mitad de los GI de CEN y de los de CSH indicaron tener esa intención.

Los campos tecnológicos se inclinan predominantemente por ensayar la aplicación de resultados ya conocidos, obtenidos dentro o fuera de la unidad (18 de 69: 26.1%), el desarrollo experimental de nuevos productos (13: 18.8%) y el fortalecimiento de los aspectos teóricos (11: 15.9%). El Cuadro 60 muestra esta distribución. En particular, en TCA interesa dedicarse al desarrollo experimental de nuevos procedimientos (4 de 13: 30.8%), el fortalecimiento de los aspectos teóricos del campo (3: 23.1%) y ensayar la aplicación

de resultados (3: 23.1%). En el caso de TCM, se prefiere el fortalecimiento de los aspectos teóricos (8 de 22: 36.4%) y ensayar la aplicación de resultados (6: 27.3%). En cuanto a TCI, 10 GI indicaron la intención de dedicarse al desarrollo experimental de productos, 9 (26.5%) se inclinaron por ensayar la aplicación de resultados y 6 (17.6%) por el desarrollo de métodos de investigación (Cuadro 60).

Al analizar la orientación o lineamientos deseables que expresan los GI en relación al carácter de la investigación que realizan, se observa que las IAP se inclinan por el fortalecimiento de los aspectos teóricos del campo (57 de 156: 36.5%), debido a que 20 GI dedicados a investigación fundamental así lo indicaron (Cuadro 61). Los GI de IGF se inclinan también en este sentido (20 de 57: 35.1%).

Paradójicamente, 4 de los 8 GI que se dedican al desarrollo experimental predominantemente, y 14 de los 58 que se dedican también predominantemente a investigación aplicada, indicaron la intención de trabajar en aspectos formales: fortalecimiento de los aspectos teóricos y verificación de resultados ya conocidos (obtenidos dentro o fuera de la unidad); de los 78 GI dedicados al desarrollo experimental predominantemente, sólo 2 indicaron intención de seguir haciéndolo; y de los 64 que se dedican al desarrollo experimental en combinación con investigación aplicada o fundamental, sólo 12 indicaron que desearían dedicarse -

experimental de productos o procedimientos. Por su parte, de los 40 GI que se dedican específicamente a investigación fundamental, 15 desearían involucrarse en proyectos de aplicación.

En general, existe una fuerte orientación hacia aspectos formales de la ciencia (94 de 221 GI: 42.5%), aunque las aplicaciones en alguna forma también son de interés (77: 34.8%): para ensayar aplicaciones (47), para desarrollar métodos de investigación (23) o para aplicar métodos a otras áreas (7). Por su parte, 29 GI desearían dedicarse al desarrollo experimental de nuevos productos (18: 8.1%) o al desarrollo experimental de nuevos procedimientos (11: 5.0%). El Cuadro 61 muestra la distribución correspondiente.

#### Relación entre lineamientos deseables y objetivos socioeconómicos del país

Las orientaciones futuras deseables que señalaron los GI se vinculan, de acuerdo con su propia apreciación, con diversos aspectos de interés nacional de la siguiente manera (Cuadro 62): 105 (47.5%) indicaron el adelanto general del saber como el más pertinente; 73 (33.0%) indicaron los servicios educativos y 55 más (24.9%) señalaron "el desarrollo social y otros servicios socioeconómicos". Sólo 44 (19.8%) indicaron el fomento del desarrollo industrial, mientras que 37

(16.7%) señaló la agricultura, la silvicultura y la pesca. Es decir, 81 GI (36.6%) indicaron que sus lineamientos deseables en el futuro tenían vinculación con cuatro sectores importantes de la economía.

Los GI de TCI se vinculan con el sector industrial (17 de 34: 50.0%), aunque se esperaría que la relación fuera más estrecha. Es interesante observar que 3 GI de IAP, que se dedican exclusivamente al desarrollo experimental, indicaron que se relacionan prioritariamente con los servicios educativos y otros dos al adelanto general del saber (Cuadro 63), mientras que en el caso de las IGF, cada uno de estos aspectos fue señalado por 2 GI. Sólo 2 GI de IAP y 1 de IGF, que se dedican predominantemente al desarrollo experimental, indicaron relacionarse con la industria.

#### Distribución de subcampos futuros

La orientación de las líneas de investigación muestra intereses, necesidades y prioridades de los GI, de acuerdo con diversos factores que van incidiendo en su desarrollo. Se podría decir, a manera de hipótesis, que los grupos más sólidos difícilmente reorientarán su trabajo de manera tan diferente como para hacer investigación en otro campo científico, salvo afinidades entre subcampos. En el caso de la

muestra analizada, 26 GI (11.8%) indicaron que su trabajo futuro debería reorientarse hacia otros subcampos (Cuadro 64). De los 26 GI que así lo indicaron, 10 son de CEN, 9 de TCI, 3 de TCM, 2 de TCA y otros dos de CSH. Los cambios indican un movimiento de prioridades a CEN y TCI, y en menor medida a TCM y TCA.

Es interesante notar que los 10 GI de CEN que reorientarían su trabajo, lo harían de tal manera que estarían haciendo investigación en los campos tecnológicos, mientras que 7 de los GI de estos campos estarían llevando a cabo su investigación en CEN. Por su parte, los 3 GI de TCM que harían el cambio, se ubicarían en CEN también. En total, CSH perdería dos GI y los campos tecnológicos ganarían dos (Cuadro 64). Los cambios deseables representan nuevas prioridades ya que los subcampos que no aparecen en las indicaciones hacia el futuro, no necesariamente desaparecen del todo.

#### 4.2. Un perfil general del posgrado

Los sistemas de posgrado en México han sido estudiado recientemente con cierto detalle en diversas ocasiones, con el propósito de diagnosticar su problemática. Entre los estudios más completos, se encuentra el de Castrejón, quien

coordinó en 1982 un estudio prospectivo del posgrado, realizado para un grupo intersectorial del gobierno federal, el Grupo de Estudios de Financiamiento de la Educación (GEFE): Prospectiva del Posgrado (vols. I y II). Este estudio incluye, además de un análisis histórico, un diagnóstico con información de instituciones, programas y evolución de la matrícula hasta 1980.

También en 1982, la Coordinación Nacional para la Planeación de la Educación Superior (CONPES), instancia operativa del Sistema Nacional de Planeación Permanente de la Educación Superior (SNPPES), publicó diversos materiales sobre el posgrado compilados en

El desarrollo del posgrado en México. La misma CONPES publicó otros trabajos sobre la relación entre investigación y el posgrado, compilados en Políticas de investigación en la educación superior. En ambas publicaciones se presenta una visión general de la normatividad que encuadra al posgrado nacional. Los datos obtenidos y la problemática identificada en estos trabajos ofrecen un panorama general en la que me he basado para hacer una caracterización general del problema, en el capítulo primero de esta tesis, por lo que no abundaré sobre ellos en este capítulo.

Por su parte, Wuest coordinó la realización de un estudio sobre el posgrado en México en 1985, para el Centro Regional de Educación Superior para América Latina y el Caribe



(CRESALC-UNESCO) como parte de un proyecto internacional sobre el tema, con propósitos comparativos: "Los Posgrados en América Latina; Estudio comparativo de las Experiencias de Brasil, Colombia, México y Venezuela; el caso de México". En este estudio se ubica el posgrado en el contexto del desarrollo nacional y de la educación superior, y se analizan aspectos institucionales y curriculares.

Entre 1983 y 1985, el Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET) y la Secretaría de Educación Pública (SEP) publicaron inventarios sobre los recursos humanos y materiales disponibles en trece áreas científico-tecnológicas cubiertas por las diversas instituciones y centros de docencia de posgrado e investigación del país. Las áreas descritas corresponden principalmente a los campos tecnológicos que he analizado en esta tesis (TCA, TCM y TCI), y a algunos de los campos científicos de CEN.

Así mismo, el CONACYT apoyó la realización de estudios diagnóstico-evaluativos por campo de conocimiento, cuyos resultados fueron publicados en conjunto en un número especial de Ciencia y Desarrollo en abril de 1987: "Los estudios de posgrado en México; Naturaleza, funciones, diagnóstico". En ellos se analizan, de muy diversas maneras, el estado que guarda el posgrado en diversos campos científicos y tecnológicos en lo que se refiere a programas, personal docente y matrícula, y su calidad; también se identifican problemas

y se plantean perspectivas específicas al respecto. Las áreas analizadas en ese estudio corresponden a algunos de los campos científicos de CEN y los campos tecnológicos (TCA, TCM y TCI).

Los trabajos de Wuest, COSNET-SEP y CONACYT sobre el posgrado corresponden cronológicamente a la información sobre ciencia y tecnología que presenté en la sección anterior de este mismo capítulo. Por esta razón me basaré en esos tres trabajos para analizar el posgrado mediante un perfil que dé cuenta de sus características básicas y problemas más graves.

De acuerdo con uno de los trabajos de diagnóstico que forman parte del estudio realizado por CONACYT en 1987 (Barnés y Reséndiz, p. 10), el universo de programas en 1984 era de 1,495, ofrecidos en 125 instituciones, y con una distribución por campo científico y nivel como se muestra en el Cuadro 65: más de la mitad en el nivel de maestría, mientras que los programas de doctorado no alcanzan el 10.0%. Predominan los programas de CSH (36.5%) y TCM (28.4%), mientras que TCA están muy desatendidas en todos los niveles.

La matrícula en esos programas alcanzaba un total de 39,048, multiplicando por un factor de siete la que había en 1970 (5,753), pero con una eficiencia terminal de graduados sobre egresados de apenas el 22.0%, con extremos en TCI y TCA, de

11.9% y 62.6% respectivamente. A propósito de este volumen de matrícula, cabe señalar que, de acuerdo con el Anuario Estadístico 1986 del Posgrado, publicado por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), la matrícula al inicio del año escolar 1985-1986 era menor: 37,955 estudiantes, de los cuales el 63.5% estaba registrado en el nivel de maestría y sólo el 3.9% en el de doctorado; en ese periodo escolar el predominio de la matrícula se encuentra en CSH, con casi el 50.0%, mientras que TCA cuenta con apenas un poco más del 3.0% (Cuadro 66). Con este panorama general, y en el contexto histórico que presenté en el capítulo dos, analizaré algunos aspectos particulares del posgrado, basado en los tres estudios mencionados anteriormente.

#### 4.2.1. Un estudio muestral de programas de posgrado

En el estudio coordinado por Wuest<sup>177</sup> se analizaron los siguientes aspectos del posgrado, como "supuestos, interrogantes y problemáticas" (p. 326-330):

Uno de los aspectos principales del posgrado en América Latina ha sido su contribución en la formación a nivel superior, de docentes investigadores para la propia educación superior y en especial para la universidad.

Uno de los principales papeles que ha cumplido el posgrado ha sido el de satisfacer la demanda estu-

diantil por certificación más elevada como protección contra la devaluación de títulos y grados.

El establecimiento y crecimiento del posgrado ha sido parcialmente una respuesta a la demanda por certificación que ejerce el profesorado en relación a la carrera académica.

La creación de programas de posgrado ha sido en parte consecuencia de una situación de competencia entre unidades académicas por prestigio, estabilidad y acceso a recursos escasos al interior de la universidad.

Las asociaciones profesionales apoyan el desarrollo de los posgrados en función de las necesidades y el desarrollo de la disciplina y de sus exponentes.

En Latinoamérica el desarrollo del posgrado se ha llevado a cabo en relación con el sector económico nacional público y privado.

El desarrollo inicial del posgrado se vio influido por convenios, programas y acciones conjuntas entre las instituciones nacionales y organizaciones extra-regionales, en especial de los países centrales. Con el tiempo el grado de influencia extranjera ha tendido a disminuir; las formas en que se expresa actualmente tienden a ser más indirectas.

Para llevar a cabo este análisis, se estudió una muestra de 34 programas,<sup>18</sup> cuya distribución por campo científico es la siguiente:<sup>19</sup> 12 de CEN, 11 de CSH, 12 de TCA y 5 de TCI.<sup>20</sup> Veintiséis de los programas son de maestría y ocho de doctorado. Se entrevistaron 33 directores de programa, 158 profesores y 298 estudiantes, con una distribución por campo científico como se muestra en el Cuadro 67.

### Programas de estudio, personal académico y estudiantes

Veintisiete de los programas estudiados se ofrecen en IAP, y 6 en IAPR. La mayoría de ellos tienen una duración de cuatro semestres, con un régimen semestral de estudios. En lo que respecta a su antigüedad, el 34.7% de los programas se crearon entre 1974 y 1976, precisamente en el periodo de expansión del sistema de educación superior en el país.

El ingreso al posgrado tiene como requisito haber terminado los estudios de licenciatura, aunque sólo el 88.0% de los jefes de programas indicaron que se exige el título. Sólo el 48.0% de los jefes señalaron que existe examen de admisión en forma homogénea "tanto por áreas como por instituciones" (Wuest, 1985, 353). Por otra parte, 80.0% de los programas tienen como fuente principal de su presupuesto, el asignado a la institución en que se encuentra, el cual a su vez depende en casi su totalidad del financiamiento proveniente del gobierno federal. Sólo 7 de los 34 programas cuenta con convenios de investigación, que permite contar con financiamiento adicional.

En lo que se refiere al volumen de la matrícula, había 210 estudiantes en CEN, 364 en CSH y 77 en TCA. Es interesante señalar que el 73.0% de los estudiantes son hombres, proporción mucho mayor a la que se da en los estudios profesionales; la distribución por campos científico muestra

que la mayor concentración de hombres se da en CEN y TCA, mientras que las mujeres se concentran en CSH y en las ciencias biológicas de CEN. En otro aspecto relacionado con la matrícula, 24.0% de los responsables de programa afirmaron carecer de estudios previos sobre demanda estudiantil, 35.0% indicó carecer de información al respecto, y 40.0% indicó que si tenían ese tipo de estudio, aunque no está claro qué resultados se obtuvieron ni cómo se utilizaba esa información.

Los programas incluidos en la muestra contaban con 301 profesores, de los cuales el 53.0% tenía el doctorado, 38.0% la maestría, 2.0% alguna especialización, y 7.0% sólo la licenciatura. De los profesores que tenían maestría, 69.0% la obtuvieron en el país y el 31.0% en el extranjero, mientras que de los que tenían el doctorado, el 51.0% lo obtuvieron en el país y el 49.0% en el extranjero. Del personal docente que no tenía el doctorado, sólo alrededor de la quinta parte se encontraba realizando estudios formales de posgrado, y de ellos, alrededor del 60.0% se encontraba en algún programa de doctorado.

El 33.0% de los profesores ingresaron como docentes del posgrado entre 1971 y 1975, mientras que 46.0% ingresó entre 1979 y 1984. La expansión del posgrado, entre 1974-1976 provocó una alta proporción de estudiantes por maestros, pero con el crecimiento del personal docente en los años

subsecuentes, la proporción en 1985 era de 3 estudiantes por maestro, tomando en cuenta que en CEN era de 1.6/1 y en TCI de 5.2/1 como extremos. El 65.0% del personal docente era de tiempo completo, con 22.0% por horas y 8.0% de medio tiempo. El personal docente por horas se concentra en TCI y CEN.

En lo que se refiere a ingreso del personal académico, el 82.0% de los jefes de programa indicó que se contaban con normas institucionales específicas, destacando la valoración del curriculum, el concurso de oposición y el nombramiento directo (p. 369). Los grados académicos, experiencia en investigación, experiencia en docencia y las publicaciones, son los criterios de mayor peso en la contratación o ingreso de personal académico como profesores de posgrado (así lo indicaron el 57.6%, 36.4%, 21.2% y 12.1% de los jefes de programa, respectivamente).

En cuanto a la promoción, las prioridades como criterios de decisión son casi idénticas: grados académicos, experiencia en investigación, publicaciones y experiencia en docencia (así lo indicaron 42.4%, 30.3%, 18.4% y 18.2%, respectivamente).

## Investigación

En 24 de los 33 programas estudiados se lleva a cabo investigación, y sólo en 11 de los 24 existen "áreas o líneas prioritarias de investigación" (p. 398). Cincuenta y ocho por ciento de los jefes de programa indicó que el interés del investigador influye en la selección de los temas de investigación; 48.0% indicó que la selección se basaba en las necesidades prácticas identificadas por el propio programa; 45.0% indicó que se partía de los lineamientos formulados por las autoridades académicas de la institución; 42.0%, que la influencia provenía de la significación científica atribuida al proyecto por el propio programa; 36.0% indicó que se partía de "las orientaciones y políticas de entidades nacionales de planificación y/o ciencia y tecnología" (p. 402), y el 18.0% señaló que la base eran las orientaciones del sector privado.

Por su parte, el 72.0% de los profesores entrevistados reportó estar involucrado en "alguna actividad de investigación en el marco de sus respectivos programas de posgrado" (p. 399). Del 28.0% restante, casi la mitad corresponde a personal de CSH y casi un tercio a TCI. De los estudiantes entrevistados, el 63.0% indicó "haber realizado actividades de investigación en el marco de los programas en que están inscritos" (p. 400).



En los 24 programas que indicaron llevar a cabo actividades de investigación, se encontraban en desarrollo 145 proyectos: 42.0% en ciencias biológicas de CEN y 2.0% en humanidades de CSH. De los 68 proyectos más importantes finalizados en el año de la encuesta, 18 contaban con un doctor como titular y 10 con un investigador con maestría como titular. Pero de los 47 más importantes que se iniciaban en ese año, 28 contaban con un investigador doctorado como titular y 14 con un investigador con maestría como titular.

La investigación se realizaba en una o más modalidades por programa: el 46.0% de los jefes de programa reportaron que los profesores realizaban investigación en forma individual; 49.0%, que la investigación se hacía en equipos de profesores y ayudantes; 55.0%, que la llevaban a cabo profesores y estudiantes; y 36.0% que los estudiantes hacían investigación individual al llevar a cabo su trabajo de tesis. De éstas, lo más común era el trabajo entre profesor y estudiantes (de acuerdo con el 33.0% de los jefes de programa), que equivale al trabajo individual del profesor.

Por otra parte, los profesores y estudiantes opinaron sobre su participación en la investigación en forma diferente. La diferencia de opinión se puede apreciar mejor en las proporciones que se muestran en el Cuadro 6B. Estas diferencias se deben no sólo a la participación variable de profesores y estudiantes en proyectos de investigación, sino a la

poca definición de líneas y proyectos, a la percepción de los involucrados de acuerdo con su posición relativa en la institución y, por supuesto, a la información disponible al respecto.

#### Relaciones de los programas con asociaciones profesionales y el sector productivo

El 42.0% de los jefes de programa indicó que existen asociaciones o grupos profesionales afines al programa respectivo de posgrado, y 39.5% indicó que no existen. Sin embargo, a pesar de que existen relaciones académicas entre asociaciones y programas, "no se reporta relación en la creación de los programas" (p. 373).

En cuanto a las relaciones con el sector productivo y de servicios, sólo un 18.0% de los jefes de programa indicó que el programa respectivo se creó para dar respuesta a las necesidades del mercado. De acuerdo con las respuestas obtenidas en el estudio de Wuest, los posgrados se concibieron para formar especialistas de alto nivel para la investigación, aportar a la producción de conocimientos, formar personal académico para la propia institución, y formar especialistas de la profesión, en ese orden de frecuencia.

La vinculación de los programas con el sector productivo y

de servicios era mínima, y prácticamente nula con el sector privado (p. 374-375). El 33.0% de los jefes de programa opinó que el posgrado guardaba una vinculación muy satisfactoria con las necesidades del país; 39.0% opinó que era satisfactoria; 15.0% que era regular; y sólo el 6.0% que era insatisfactoria. Por otra parte, el 33.0% opinó que el grado de actualización del plan de estudios con respecto al desarrollo científico-tecnológico del área era muy satisfactorio; 48.5% opinó que era satisfactorio; 9.0% que era regular; y 6.0% que era insatisfactorio.

En lo que se refiere a la selección de los temas de investigación, se encontró que los factores preponderantes son las decisiones del investigador principal, las orientaciones formuladas por las autoridades de la institución, y la importancia científica del programa (así lo indicaron 33.0%, 18.0% y 12.0% de los jefes de programa, respectivamente). Sólo un director de programa indicó que la política nacional en ciencia y tecnología era el criterio más importante.

A esta situación se agrega el hecho de que los productos de la investigación se reducen a publicaciones y reportes internos (así lo indicaron 42.0% y 12.0% de los jefes de programa), sin que se consideren como "insumos relativos al sector público o privado" (p. 375). Por su parte, los propios profesores consideran que sus actividades de investi-

gación se orientan a publicar en revistas especializadas nacionales e internacionales (83.0% y 76.0% respectivamente), mientras que sólo una minoría de los profesores entrevistados consideró que los resultados de su trabajo de investigación "pueden ser considerados como insumos para el sector público nacional... y privado": 25.0% y 17.0% respectivamente (p. 376).

#### Consideraciones generales

En el estudio coordinado por Wuest se concluye que "el análisis de los datos recabados así como la información más general sobre el posgrado, hacen aparecer a éste como una prolongación, y en cierto modo una continuidad, de los estudios de licenciatura", con una "orientación profesionalizante de las escuelas y facultades /que/ ejerce una enorme inercia sobre las funciones académicas propias del posgrado" (p. 422).

En el periodo de realización del estudio parece haber decrecido considerablemente el aumento en la matrícula. Sin embargo, se afirma que "a pesar de la crisis y quizá a causa de ella, es previsible la expansión aún mayor de este nivel, pues resulta más económico crear plazas escolares que crear plazas de trabajo" (p. 423).

Con respecto a la docencia, en el estudio se afirma que "se orienta formalmente a la formación de investigadores, a la formación de profesores para la educación superior y a la actualización y especialización de profesionistas", procesos a los que se vincula la investigación cuando el estudiante elabora la tesis correspondiente, "con la asesoría de los profesores" (p. 424). La participación de los estudiantes en investigación es prácticamente menor, "individual... como un proceso marginal, en ocasiones paralelo, al curriculum", lo cual se debe al "escaso tiempo de dedicación de los profesores al posgrado" (pp. 424-425).

#### 4.2.2. Universo de instituciones y programas de posgrado de CEN y los campos tecnológicos

En el estudio realizado por COSNET-SEP en 1983-1985 se obtuvo información sobre las instituciones y unidades de investigación que cubren trece áreas científico-tecnológicas, los proyectos en desarrollo, el personal de investigación por grado académico, los cursos que se ofrecieron en las diversas unidades por nivel académico, y sobre recursos disponibles de diverso tipo. No se presenta ningún análisis sobre la información obtenida, con excepción de una de las áreas.

Las áreas estudiadas son: metalurgia, ingeniería industrial, ingeniería mecánica, ingeniería ambiental, ingeniería civil (marina/portuaria y arquitectura), ciencias y tecnologías del mar, ingeniería eléctrica, ingeniería minera, ingeniería química y petroquímica, tecnología en alimentos, ingeniería genética, biotecnología y bioingeniería, y finalmente ciencia y tecnología en fármacos y medicamentos.<sup>«21»</sup> El cuadro 69 concentra la información al respecto.<sup>«22»</sup>

Sólo algunas de las instituciones, unidades e investigadores reportados ofrecen o participan en programas de posgrado. Se ve un claro predominio de cursos de nivel maestría, aunque el gran total (263) parece poco suficiente para el total de estudiantes registrados en maestrías de CEN y los campos tecnológicos, igual a 9,571.<sup>«23»</sup> Por su parte, el nivel de doctorado es superado por la gran cantidad de cursos de especialización en todas menos una de las áreas. Esto es particularmente paradójico, ya que el personal con doctorado supera, en más del doble, al personal con especialización en todas las áreas. De todas formas, el personal académico con maestría es mayoritario. No se reportan datos sobre el personal docente ni cuales combinan su actividad en docencia con la investigación (ver Cuadro 69).

De acuerdo con la clasificación utilizada previamente (sección 4.1.1., Cuadro 4), la diversificación orgánico-académica de todas las instituciones en donde se encuentran programas de posgrado es baja (1 a 3 unidades de investigación y docencia/institución). En algunas áreas hay gran actividad, con más proyectos que investigadores; de acuerdo con la clasificación utilizada sobre la proporción proyectos/institución, como indicador de diversificación académica (sección 4.1.1., Cuadro 5), los datos muestran que es baja también (de 1 a 9 proyectos/institución) en once de las trece áreas estudiadas, mientras que las otras dos (ingeniería genética y las ciencias y tecnologías en fármacos y medicamentos) apenas rebasan el límite inferior de la diversificación media.

Finalmente, la distribución de patentes es muy heterogénea: 67 en ingeniería mecánica y 62 en ingeniería química y petroquímica, por 2 en ingeniería industrial y una en ingeniería civil como extremos. En total, sólo se reportan 146 patentes registradas en las trece áreas estudiadas.

#### 4.2.3. Universo de instituciones con programas de posgrado en CEN y campos tecnológicos

En el estudio realizado por el CONACYT en 1987, se obtuvo información sobre los programas, el personal docente y la

matrícula, entre otros aspectos cualitativos, de CEN y los campos tecnológicos. El Cuadro 70 muestra una síntesis de los datos obtenidos en esos estudios por disciplina o campo, en donde se observa un claro predominio de la maestría en los tres aspectos mencionados anteriormente. El 17.9% de los programas y el 4.7% de los estudiantes son de doctorado, mientras que el 36.0% del personal docente tiene doctorado. Los programas y la matrícula del doctorado, así como el personal docente con doctorado se concentran en CEN, que es el campo en donde las credenciales académicas son muy importantes.

De acuerdo con la información disponible, hay menos de dos estudiantes por programa de doctorado en CEN y alrededor de 3.5 en TCI. En conjunto, se cuenta con una proporción de 6.2 profesores y 7.4 estudiantes por programa de posgrado. Estas proporciones ciertamente son muy bajas, si se desea contar con un posgrado sólido. En realidad esta situación ilustra una realidad que se ha mantenido por algunos años en lo que se refiere a la oferta de programas de posgrado: que hay muchos programas que sólo existen en el papel, sin matrícula muchos de ellos durante varios años.



### Consideraciones generales

En el caso de CEN, los estudios concluyen que existe poca interacción entre programas en el campo de la biología, y hay programas "que están caracterizados por una visión de entrenamiento, con ligas directas a los proyectos de investigación que el personal docente del posgrado está llevando a cabo" (Sarukhán, en "Los estudios de posgrado...", 1987, 34), por lo que requieren ser reestructurados, mediante la definición de líneas de investigación más precisas.

En lo que respecta a las ciencias de la tierra, se concluye que "no existen proyectos académicos orgánicos que respondan simultáneamente a las necesidades académicas de las instituciones y a las necesidades nacionales de profesionales con un grado de especialización en estas disciplinas" (Herrera, en "Los estudios de posgrado..." 1987, 66), a lo que se suma la falta de vinculación entre investigación y docencia.

En el campo de la física, sobresalen cuatro de los once programas estudiados, los cuales concentran el 85.0% del personal docente con doctorado, el 72.0% de los estudiantes de maestría y el 65.0% de los estudiantes de doctorado. Se detectó un rezago en el egreso, ya que toma más tiempo del deseado. Los siete programas restantes requerían, de acuerdo al estudio, apoyo para fortalecer su personal docente y el equipo. A pesar de que el estudio sobre el sub-

campo de las matemáticas no presenta datos compatibles con los de los otros subcampos, se observó que su pequeña comunidad científica cuenta con tres programas de doctorado, y otros tres en maestría, muy sólidos.

En los campos tecnológicos se observa que el caso de TCA es necesario estimular la creación de nuevos programas y "desalentar algunos... para corregir las duplicaciones existentes" en varias subáreas; así mismo, "los programas en general deberán tomar acciones vigorosas para organizar la investigación debidamente en líneas y proyectos /y que se revisen y hagan los ajustes necesarios a los sistemas de seguimiento de las actividades académicas de los estudiantes, por asesoría o tutoría, para que éstos sean eficientes y oportunos" (Arellano, en "Los estudios de posgrado...", 1987, 60).

En TCM se encontró que algunos programas requerían de "una notable mayoría en la calidad académica", así como la necesidad de conjuntar esfuerzos para aprovechar mejor el aporte "de los pocos docentes de alta calidad que se encuentran en los diferentes proyectos" (Sarukhan, en "Los estudios de posgrado...", 1987, 34).

En los cuatro subcampos de TCI se planteó la necesidad, como en los campos anteriores, de tener mayor vinculación entre docencia e investigación. Además, en ingeniería civil, se

planteó la necesidad de incrementar el número de programas de acuerdo con "áreas, ramas y especialidades prioritarias para el país hacia las cuales se deban orientar los programas de reforzamiento o creación de nuevas líneas, por ejemplo, ingeniería portuaria e ingeniería de transporte" (Ayala, en "Los estudios de posgrado...", 1987, 102); también, que era necesario incrementar el número de estudiantes y de personal docente de tiempo completo.

En el caso de la ingeniería eléctrica, se encontró "carencia de profesores de tiempo completo que puedan dedicarse a la investigación y enriquecer así las áreas de interés en las instituciones" (Canales, en "Los estudios de posgrado...", 1987, 111) y baja eficiencia (egresados más graduados con respecto al ingreso). La baja eficiencia era aún más grave en el caso de los estudiantes de tiempo parcial, que eran la mayoría en esos programas. Se encontraron deficiencias en recursos tanto documentales y bibliotecarios, como de cómputo.

Por su parte, los programas de ingeniería mecánica contaban con personal docente de muy buen nivel académico y gran capacidad, pero era insuficiente, con un sobrecupo real de alrededor del 40.0%. En este caso, el sobrecupo explica parcialmente la baja eficiencia (69.0% de egreso con respecto al ingreso y 35.0% de graduados con respecto al egreso) y los largos periodos para graduarse (más del 60%

del tiempo estipulado). En general, los programas se consideraron de pobre calidad (Plata, en "Los estudios de posgrado...", 1987, 23).

En el área de la ingeniería química se encontraron los siguientes problemas: confusión entre niveles de maestría y especialización; falta de condiciones para que los estudiantes pudieran realizar su tesis, debido a insuficiencia de personal docente, a la poca investigación que hacen los docentes que participan en el programa, y a que los propios estudiantes son de tiempo parcial; alto índice de deserción; "una inconveniente distribución del profesorado de tiempo completo y medio tiempo" (Mulás, en "Los estudios de posgrado...", 1987, 125); y baja productividad de los investigadores adscritos al programa. Finalmente, en el área de metalurgia se planteó la necesidad de abrir nuevas especializaciones y maestrías en subcampos específicos, ampliar los programas existentes, y abrir programas de doctorado en algunos subcampos.

SECRETARIA DE ECONOMIA  
DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA  
MEXICO, D.F.  
1988

CUADRO 1. DISTRIBUCION DE INSTITUCIONES POR REGION

SECTOR	CENTRO	PERIFERIA	TOTAL
1. IAP	54	117	171
2. IGF	31	21	52
3. IAFR	4	11	15
4. OTR	3	6	9
TOTAL	92	155	247

Fuente: Jiménez, Encuesta Nacional..., 1988

CUADRO 2. DISTRIBUCION DE GI POR REGION

SECTOR	CENTRO	PERIFERIA	TOTAL
1. IAP	140	174	314
2. IGF	190	171	361
3. IAFR	7	16	233
4. OTR	3	6	9
TOTAL	340	367	707

Fuente: Jiménez, Encuesta Nacional..., 1988

**CUADRO 3. DISTRIBUCION DE GI EN LA MUESTRA POR INSTITUCION**

SECTOR	TOTAL
1. IAP	156
2. IGF	57
3. IAPR	7
4. OTR	1
<b>TOTAL</b>	<b>221</b>

**CUADRO 4. DIVERSIFICACION ORGANICO-ACADEMICA DE LAS INSTITUCIONES DE ACUERDO CON EL NUMERO DE GRUPOS DE INVESTIGACION (GI)**

DIVERSIFICACION	IAP		IAPR		IGF		OTR		TOTALES	
	INST	GI	INST	GI	INST	GI	INST	GI	INST	GI
BAJA (1-3 GI)	66	110	1	1	12	27	0	0	79	138
MEDIA (4-9 GI)	38	199	3	17	8	52	0	0	49	268
ALTA (10 GI+)	23	706	1	25	22	1,193	120	47	1,944	
<b>TOTALES</b>	<b>127</b>	<b>1,015</b>	<b>5</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>1,272</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>175</b>	<b>2,350</b>

**CUADRO 5. DIVERSIFICACION ACADEMICA DE LAS INSTITUCIONES DE ACUERDO CON EL NUMERO DE PROYECTOS DE INVESTIGACION (PR)**

DIVERSIFICACION	IAP		IAPR		IGF		OTR		TOTALES	
	INST	PR	INST	PR	INST	PR	INST	PR	INST	PR
BAJA (1-9 PR)	42	241	2	13	9	52	1	8	54	314
MEDIA (10-80 PR)	71	1,853	1	45	21	673	0	0	93	2,411
ALTA (81 PR+)	15	2,039	2,171	143,991		0	0	28	6,401	
<b>TOTALES</b>	<b>128</b>	<b>4,173</b>	<b>5,229</b>	<b>444,716</b>		<b>1</b>	<b>8</b>	<b>175</b>	<b>9,126</b>	

**CUADRO 6. CLASIFICACION COMBINADA DE LAS INSTITUCIONES, CON ALGUNOS DESCRIPTORES**

	INST	GI	PROY	2/1	3/1	TIPO
	1	2	3			
IAP	128	1,015	4,173	7.9	32.6	DIVERSIFICADA Y MEDIANA
IAPR	5	43	229	8.6	45.8	DIVERSIFICADA Y MEDIANA
IGF	44	1,272	4,716	28.9	107.2	MUY DIVERSIFICADA Y GRANDE
OTR	1	20	8	20.0	8.0	MUY DIVERSIFICADA Y PEQUEÑA
<b>TOTALES</b>	<b>178</b>	<b>2,350</b>	<b>9,126</b>	<b>13.2</b>	<b>51.3</b>	

**CUADRO 7. DISTRIBUCION CONJUNTA DE LAS INSTITUCIONES DE ACUERDO A LA DIVERSIFICACION ORGANICO-ACADEMICA Y LA DIVERSIFICACION ACADEMICA**

DIVERSIFICACION ORGANICO-ACADEMICA	DIVERSIFICACION ACADEMICA			TOTALES
	1 - 9	10 - 80	81+	
1 - 3	44	34	1	79
4 - 9	8	35	6	49
10 +	2	24	21	47
<b>TOTALES</b>	<b>54</b>	<b>93</b>	<b>28</b>	<b>175</b>

**CUADRO 8. ALGUNOS DESCRIPTORES DEL POTENCIAL DE INVESTIGACION POR INSTITUCION**

	IAP	IAPR	IGF	OTR	TOTAL
INSTITUCIONES	128	5	144	1	178
GI	1,015	43	1,272	20	2,350
PROYECTOS	4,173	229	4,716	8	9,126
INVESTIGADORES <sup>1</sup>	6,784	281	6,296	13	13,374
DOCTORES	2,329	102	725	3	3,159

(1) Valores estimados (véase texto y nota 7)



**CUADRO 9. CLASIFICACION DE INSTITUCIONES SEGUN EL NUMERO DE DOCTORES (INV/DOCT)**

CLASE	IPES	IAPR	IGF	OTR	TOTAL
NINGUNO	24	0	7	1	32
BAJO (1-13)	50/335 <sup>1</sup>	1/1	23/163	1/3	75/502 <sup>2</sup>
MEDIO (14-25)	23/435	2/36	5/97	0	30/568
ALTO (26+)	31/1,559	1/65	9/465	0	41/2,089
TOTAL	128/2,329	5/102	44/725	1/3	178/3,159

(1) Tres IAP tiene un doctor solamente

(2) Un total de seis instituciones tienen un doctor solamente

CUADRO 10. OBJETIVOS PRINCIPALES DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACION<sup>1</sup>

	IAP	IAPR	IGF	OTR	TOTAL
1. Exploración y evaluación de recursos de la tierra, los mares, la atmósfera y el espacio	12	0	3	0	15
2. Desarrollo de la agricultura, la silvicultura y la pesca	7	1	3	0	11
3. Fomento del desarrollo industrial	12	1	8	0	21
4. Producción, conservación y distribución de la energía	1	0	1	0	2
5. Desarrollo de los transportes y la comunicaciones	0	0	1	0	1
6. Desarrollo de los servicios educativos	27	0	0	0	27
7. Desarrollo de los servicios de salud	8	0	9	0	17
8. Protección del medio ambiente	3	0	2	0	5
9. Adelanto general del saber	22	1	5	0	28
10. Desarrollo social y otros servicios socio-económicos	21	2	6	1	30
TOTAL	128	5	44	1	178

(1) Se registra solamente la respuesta señalada como "el más pertinente" (hay otras dos respuestas posibles para cada ítem: "el segundo en pertinencia" y "el tercero en pertinencia"); Cuestionario IS, UNESCO, 1984.

**CUADRO 11. DISTRIBUCION DE LOS GI POR PERIODO DE FUNDACION Y CAMPO CIENTIFICO**

TIPO DE INSTITUCION	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>IAP<sup>1</sup></b>						
Hasta 1970	14	8	0	1	6	29
1971 a 1980	24	25	1	4	14	68
Después de 1981	15	31	3	4	4	57
<b>IAPR</b>						
Hasta 1970	0	2	0	0	0	2
1971 a 1980	0	1	1	0	1	3
Después de 1980	0	2	0	0	0	2
<b>IGF</b>						
Hasta 1970	1	2	0	3	0	6
1971 a 1980	9	4	4	6	7	30
Después de 1981	7	7	2	3	2	21
<b>OTR</b>						
Después de 1981	0	0	1	0	0	1
<b>TOTALES</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>13</b>	<b>22</b>	<b>34</b>	<b>221</b>

(1) Dos GI no respondieron

**CUADRO 12. GI POR POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO**

INSTITUCION	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
IAP	53	64	5	10	24	156
IGF	17	13	6	12	9	57
IAPR	0	5	1	0	1	7
OTR	0	0	1	0	0	1
<b>TOTALES</b>	<b>70</b>	<b>82</b>	<b>13</b>	<b>22</b>	<b>54</b>	<b>221</b>

**CUADRO 13. GI POR CAMPO CIENTIFICO Y CARACTER DE LA INVESTIGACION**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
CEN	16	11	1	14	13	15	70
TCA	0	3	2	3	4	1	13
TCM	1	8	1	3	5	4	22
TCI	0	10	1	2	18	3	34
CSH	24	26	4	21	2	5	82
<b>TOTAL</b>	<b>41</b>	<b>58</b>	<b>9</b>	<b>43</b>	<b>42</b>	<b>28</b>	<b>221</b>

CUADRO 14. SUBCAMPOS CIENTIFICOS EN QUE TRABAJAN LOS GRUPOS DE INVESTIGACION

CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

1.	Ciencias de la computación	4
2.	Estadística	1
3.	Topología	1
4.	Cosmología	1
5.	Acústica	1
6.	Electrónica	1
7.	Física molecular	1
8.	Física nuclear	1
9.	Optica	3
10.	Química física	2
11.	Física nuclear	3
12.	Física teórica	1
13.	Termodinámica	1
14.	Química analítica	2
15.	Bioquímica	6
16.	Química inorgánica	1
17.	Química macromolecular	1
18.	Química nuclear	2
19.	Química orgánica	3
20.	Biología animal	8
21.	Biofísica	2
22.	Biología humana	2
23.	Fisiología humana	1
24.	Inmunología	2
25.	Microbiología	3
26.	Biología molecular	1
27.	Biología vegetal	6
28.	Climatología	1
29.	Geología	2
30.	Hidrología	1
31.	Oceanografía	1
32.	Ciencias del suelo	2
33.	Geografía económica	1
34.	Geografía regional	1

**CUADRO 14. SUBCAMPOS CIENTIFICOS EN QUE TRABAJAN LOS GRUPOS DE INVESTIGACION (CONTINUACION)**

**CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES**

1.	Antropología cultural	1
2.	Etnografía y etnología	1
3.	Antropología social	1
4.	Demografía geográfica	2
5.	Política fiscal interna y finanzas públicas	2
6.	Econometría	2
7.	Actividad económica	2
8.	Sistemas económicos	2
9.	Economía y cambio tecnológico	2
10.	Teoría económica	1
11.	Economía general	2
12.	Economía internacional	1
13.	Organización y administración de empresas	3
14.	Economía sectorial	2
15.	Otras especialidades	1
16.	Historia general	2
17.	Historia nacional	7
18.	Historia de épocas	1
19.	Ciencias auxiliares de la historia	2
20.	Historia especial	2
21.	Otras especialidades de la historia	1
22.	Teoría y métodos jurídicos generales	1
23.	Derecho internacional	1
24.	Leyes nacionales y legislación	1
25.	Lingüística aplicada	1
26.	Lingüística descriptiva	1
27.	Teoría y métodos educativos	7
28.	Política sectorial	2
29.	Ideologías políticas	1
30.	Sociología política	1
31.	Administración pública	1
32.	Psicología del niño y del adolescente	3
33.	Asesoría y orientación	1
34.	Psicología del trabajo y de personal	2
35.	Psicofarmacología	1
36.	Psicología social	1
37.	Teoría, análisis y crítica literaria	2
38.	Sociología cultural	3
39.	Sociología ocupacional	2
40.	Sociología del cambio y del desarrollo	2
41.	Sociología de los asentamientos humanos	4
42.	Antropología filosófica	1
43.	Filosofía de la ciencia	1

**CUADRO 14. SUBCAMPOS CIENTIFICOS EN QUE TRABAJAN LOS GRUPOS DE INVESTIGACION (CONTINUACION)**

**TECNOLOGIAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS**

1. Química agrícola	5
2. Ingeniería agrícola	1
3. Bosques y silvicultura	1
4. Horticultura	2
5. Ciencias veterinarias	4

**TECNOLOGIAS Y CIENCIAS MEDICAS**

1. Ciencias clínicas	8
2. Epidemiología	2
3. Medicina interna	2
4. Patología	2
5. Farmacodinámica	1
6. Farmacología	4
7. Salud pública	1
8. Cirugía	1
9. Tecnología médica	1

**TECNOLOGIAS Y CIENCIAS DE LA INGENIERIA**

1. Tecnología química e ingeniería	5
2. Tecnología de la computación	3
3. Tecnología de la construcción	1
4. Tecnología eléctrica e ingeniería	1
5. Tecnología electrónica	3
6. Tecnología ambiental e ingeniería	1
7. Tecnología de alimentos	9
8. Tecnología industrial	2
9. Tecnología de instrumentos	2
10. Tecnología de materiales	1
11. Ingeniería mecánica	1
12. Tecnología metalúrgica	2
13. Tecnología de productos metálicos	1
14. Tecnología de automotores	1
15. Tecnología nuclear	1

CUADRO 15. PROYECTOS E INVESTIGADORES DE GI POR SECTOR Y CAMPO CIENTIFICO

PROYECTOS	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
IAP	385	401	22	84	180	1,072
IAPR	-	41	8	-	6	55
IGF	196	80	148	114	52	590
OTR	-	-	7	-	-	7
<b>TOTAL</b>	<b>581</b>	<b>522</b>	<b>185</b>	<b>198</b>	<b>238</b>	<b>1,724</b>

INVESTIGADORES

IAP

CI	433	454	28	113	188	1,216
T	206	179	3	54	75	517
<b>TOTAL</b>	<b>639</b>	<b>633</b>	<b>31</b>	<b>167</b>	<b>263</b>	<b>1,733</b>

IAPR

CI	-	40	11	-	9	60
T	-	20	-	-	1	21
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>-</b>	<b>10</b>	<b>81</b>

IGF

CI	149	152	80	84	72	537
T	62	25	13	78	41	219
<b>SUBTOT</b>	<b>211</b>	<b>177</b>	<b>93</b>	<b>162</b>	<b>113</b>	<b>756</b>

OTR

CI	-	-	5	-	-	5
T	-	-	1	-	-	1
<b>SUBTOTAL</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>6</b>

SUBTOTALES

CI	582	646	124	197	269	1,818
T	268	224	17	132	117	758
<b>TOTAL</b>	<b>850</b>	<b>870</b>	<b>141</b>	<b>329</b>	<b>386</b>	<b>2,576</b>



**CUADRO 16. DOCTORES Y ESTUDIANTES DE DOCTORADO POR CAMPO CIENTIFICO**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
IAP						
DOCTORES	156	110	2	15	50	333
ESTUDIANTES	79	56	2	53	16	206
TOTAL						
DOCTORES	195	135	15	39	55	439
ESTUDIANTES	110	77	5	62	16	266

**CUADRO 17. GI CON DOCTORADOS POR CAMPO CIENTIFICO**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
0	19	36	6	6	11	78
1 - 5	40	40	7	14	22	123
6 - 10	7	3	-	1	1	12
11 - 15	1	2	-	-	-	3
16 +	2	-	-	-	-	2
TOTAL <sup>1</sup>	50	45	7	15	23	140

(1) Sólo GI con doctorados

**CUADRO 18. GI POR NUMERO DE DOCTORES Y CARACTER DE LA INVESTIGACION**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	12	24	4	15	15	8	78
1	7	12	5	11	15	4	54
2	7	7	0	2	4	4	24
3	6	5	0	6	3	6	26
4	1	3	0	3	1	1	9
5	2	4	0	1	2	1	10
6 +	6	3	0	3	2	3	17
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>29</b>	<b>34</b>	<b>5</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>19</b>	<b>140</b>

(1) Sólo GI con doctorados

**CUADRO 19. GI CON ESTUDIANTES DE DOCTORADO POR CAMPO CIENTIFICO**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
0	35	53	10	10	25	133
1 - 5	32	26	3	11	8	80
6 - 10	1	3	-	-	1	5
11 - 15	1	-	-	-	-	1
16+	1	-	-	1	-	2
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>35</b>	<b>29</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>88</b>

(1) Sólo GI con estudiantes de doctorado

**CUADRO 20. GI POR NUMERO DE ESTUDIANTES DE DOCTORADO Y CARACTER DE LA INVESTIGACION**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	22	35	7	26	29	14	133
1	4	13	1	4	7	5	34
2	6	4	0	8	5	2	25
3	3	3	1	3	0	3	13
4	0	1	0	0	0	3	4
5	2	0	0	1	1	0	4
6+	4	1	0	1	0	1	7
TOTAL*	19	23	2	17	13	14	88

(1) Sólo GI con estudiantes de doctorado

**CUADRO 21. GI DE ACUERDO CON EL NUMERO DE INVESTIGADORES DEDICADOS A SU PROYECTO MAS IMPORTANTE**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
1. 1 - 5	60	69	11	15	25	180
2. 6 - 10	6	10	2	7	8	33
3. 11 - 15	2	1	0	0	1	4
4. 16+	2	2	0	0	0	4
TOTAL	71	81	13	22	34	221

CUADRO 22. GI QUE PUBLICARON LIBROS, POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO

	0	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16+	TOTAL <sup>1</sup>
<b>IAP</b>						
CEN	28	21	1	0	1	23
CSH	22	24	5	6	5	40
TCA	3	0	2	0	0	2
TCM	5	4	0	0	0	4
TCI	13	9	0	0	1	10
<b>IAPR</b>						
CSH	0	3	1	0	1	5
TCA	0	1	0	0	0	1
TCI	0	0	0	0	0	0
<b>IGF</b>						
CEN	5	10	1	0	0	11
CSH	4	8	1	0	0	9
TCA	2	3	0	0	0	3
TCM	7	5	0	0	0	5
TCI	6	2	0	0	0	2
<b>OTR</b>						
TCA	0	1	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>95</b>	<b>91</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>116</b>

(1) Sólo GI que publicaron artículos

**CUADRO 23. GI QUE PUBLICARON LIBROS, POR TIPO DE INVESTIGACION**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	9	31	5	16	22	12	95
1 - 5	22	19	3	17	17	13	91
6 - 10	5	2	0	3	1	0	11
11 - 15	1	1	0	4	0	0	6
16+	3	2	1	1	0	1	8
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>25</b>	<b>18</b>	<b>14</b>	<b>116</b>

(1) Sólo GI que publicaron libros.

CUADRO 24. GI QUE PUBLICARON ARTICULOS EN MEXICO, POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO

	0	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16+	TOTAL <sup>1</sup>
<b>IAP</b>						
CEN	8	23	8	4	7	42
CSH	15	22	9	6	8	45
TCA	2	2	0	0	1	3
TCM	1	5	2	0	2	9
TCI	5	13	2	0	3	18
<b>IAPR</b>						
CSH	0	0	3	0	2	5
TCA	0	0	0	1	0	1
TCI	0	0	0	0	0	0
<b>IGF</b>						
CEN	3	7	5	1	1	14
CSH	3	2	3	2	3	10
TCA	0	2	1	1	2	6
TCM	0	5	4	3	0	12
TCI	2	2	3	0	1	6
<b>OTR</b>						
TCA	0	1	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>84</b>	<b>40</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>172</b>

(1) Sólo GI que publicaron artículos.

**CUADRO 25. GI QUE PUBLICARON ARTICULOS EN EL PAIS, POR TIPO DE TIPO DE INVESTIGACION**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	6	11	4	6	7	5	39
1 - 5	12	23	4	16	18	11	84
6 - 10	7	10	1	7	9	6	40
11 - 15	6	3	0	4	3	2	18
16+	6	8	0	7	5	2	28
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>31</b>	<b>44</b>	<b>5</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>21</b>	<b>170</b>

(1) Sólo GI que publicaron artículos en el país.

CUADRO 26. GI QUE PUBLICARON ARTICULOS EN EL EXTRANJERO, POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO

	0	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16+	TOTAL <sup>1</sup>
<b>IAP</b>						
CEN	21	17	8	2	4	31
CSH	41	13	5	1	1	20
TCA	5	0	0	0	0	0
TCM	5	3	0	1	1	5
TCI	10	9	2	0	2	13
<b>IAPR</b>						
CSH	0	3	0	0	1	4
TCA	0	0	1	0	0	1
TCI	0	0	0	0	0	0
<b>IGF</b>						
CEN	3	6	5	2	1	14
CSH	9	2	1	1	0	4
TCA	2	3	0	0	1	4
TCM	3	5	1	2	1	9
TCI	5	2	0	0	1	3
<b>OTR</b>						
TCA	1	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>105</b>	<b>63</b>	<b>23</b>	<b>9</b>	<b>13</b>	<b>108</b>

(1) Sólo GI que publicaron artículos en el extranjero.



**CUADRO 27. GI QUE PUBLICARON ARTICULOS EN EL EXTRANJERO, POR TIPO DE INVESTIGACION**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	15	35	5	22	18	10	105
1 - 5	15	14	4	9	15	6	63
6 - 10	5	4	0	2	7	5	23
11 - 15	1	2	0	2	1	3	9
16+	4	0	0	6	1	2	13
TOTAL <sup>1</sup>	25	20	4	18	24	16	108

(1) Sólo GI que publicaron artículos en el extranjero.

CUADRO 28. GI QUE ELABORARON ALGORITMOS, PROGRAMAS O PLANOS,  
POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO

	0	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16 +	TOTAL <sup>1</sup>
<b>IAP</b>						
CEN	24	7	6	1	6	20
CSH	39	4	0	2	1	7
TCA	3	0	0	0	1	1
TCM	6	1	2	0	0	3
TCI	4	8	3	3	5	19
<b>IAPR</b>						
CSH	2	1	0	0	0	1
TCA	0	1	0	0	0	1
TCI	0	0	1	0	0	1
<b>IGF</b>						
CEN	4	5	1	1	2	9
CSH	8	1	0	0	0	1
TCA	3	0	0	0	0	0
TCM	4	2	2	0	0	4
TCI	2	2	2	0	1	5
<b>OTR</b>						
TCA	0	0	0	0	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>99</b>	<b>32</b>	<b>17</b>	<b>7</b>	<b>17</b>	<b>73</b>

(1) Sólo GI que elaboraron algunos de los items señalados.

**CUADRO 29. GI QUE ELABORARON ALGORITMOS, PROGRAMAS O PLANOS,  
POR TIPO DE INVESTIGACION**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	21	29	4	20	12	13	99
1 - 5	3	11	1	5	10	2	32
6 - 10	3	3	0	3	4	4	17
11 - 15	0	1	0	0	5	1	7
16+	2	5	2	2	4	2	17
TOTAL <sup>1</sup>	8	20	3	10	23	9	73

(1) Sólo GI que elaboraron algunos de los ítems señalados.

CUADRO 30. GI QUE DISEÑARON PROTOTIPOS EXPERIMENTALES (INSTRUMENTOS, APARATOS, COMPONENTES), POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO

	0	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16+	TOTAL <sup>1</sup>
<b>IAP</b>						
CEN	28	14	2	1	1	18
CSH	40	0	3	0	1	4
TCA	4	1	0	0	0	1
TCM	6	2	1	0	0	3
TCI	8	13	2	0	0	15
<b>IAPR</b>						
CSH	2	0	0	0	0	0
TCA	0	1	0	0	0	1
TCI	0	0	0	0	1	1
<b>IGF</b>						
CEN	7	6	0	0	0	6
CSH	10	0	0	0	0	0
TCA	3	0	0	0	0	0
TCM	6	3	0	0	0	3
TCI	3	3	1	0	0	4
<b>OTR</b>						
TCA	1	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>118</b>	<b>43</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>56</b>

(1) Sólo GI que diseñaron prototipos experimentales.

**CUADRO 31. GI QUE DISEÑARON PROTOTIPOS EXPERIMENTALES  
(INSTRUMENTOS, APARATOS, COMPONENTES), POR TIPO  
DE INVESTIGACION**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	26	29	6	24	17	16	118
1 - 5	3	12	1	5	16	6	43
6 - 10	0	3	0	1	3	2	9
11 - 15	0	0	0	0	1	0	1
16+	1	2	0	0	0	0	3
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>1</b>	<b>26</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>56</b>

(1) Sólo GI que diseñaron prototipos experimentales.

CUADRO 32. GI QUE PRODUJERON MATERIALES EXPERIMENTALES  
(FIBRAS, PLASTICOS), POR TIPO DE INSTITUCION Y  
CAMPO CIENTIFICO

	0	1 - 5	6 - 10	11 - 15	16+	TOTAL <sup>1</sup>
<b>IAP</b>						
CEN	36	7	1	0	0	8
CSH	41	1	1	0	1	3
TCA	4	1	0	0	0	1
TCM	5	2	2	0	0	4
TCI	18	5	0	0	0	5
<b>IAPR</b>						
CSH	2	0	0	0	0	0
TCA	0	1	0	0	0	1
TCI	0	0	0	0	0	0
<b>IGF</b>						
CEN	9	2	2	1	0	5
CSH	9	0	0	0	0	0
TCA	3	1	0	0	0	1
TCM	6	2	1	1	0	4
TCI	7	1	0	0	0	1
<b>OTR</b>						
TCA	1	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>141</b>	<b>23</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>33</b>

(1) Sólo GI que produjeron materiales experimentales.

**CUADRO 33. GI QUE PRODUJERON MATERIALES EXPERIMENTALES (FIBRAS, PLASTICOS), POR TIPO DE INVESTIGACION**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	27	40	7	26	27	14	141
1 - 5	0	5	0	4	12	2	23
6 - 10	0	1	0	0	1	5	7
11 - 15	0	1	0	0	0	1	2
16+	0	1	0	0	0	0	1
<b>TOTAL*</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>33</b>

(1) Sólo GI que produjeron materiales experimentales.

CUADRO 34. GI QUE REGISTRARON PATENTES, POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO

	0	1 - 5	6 - 10	TOTAL <sup>1</sup>
<b>IAP</b>				
CEN	37	9	0	9
CSH	43	1	1	2
TCA	5	0	0	0
TCM	5	3	1	4
TCI	18	5	0	5
<b>IAPR</b>				
CSH	3	0	0	0
TCA	0	1	0	1
TCI	0	1	0	1
<b>IGF</b>				
CEN	10	3	0	3
CSH	9	0	0	0
TCA	4	0	0	0
TCM	6	1	1	2
TCI	6	3	0	3
<b>OTR</b>				
TCA	1	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>147</b>	<b>27</b>	<b>3</b>	<b>30</b>

(1) Sólo GI que registraron patentes.



**CUADRO 35. GI QUE REGISTRARON PATENTES, POR TIPO DE INVESTIGACION**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	26	42	7	26	29	17	147
1 - 5	3	7	0	6	7	4	27
6 - 10	0	1	0	0	0	2	3
TOTAL <sup>1</sup>	3	8	0	6	7	6	30

(1) Sólo GI que registraron patentes.

**CUADRO 36. DISTRIBUCION DE GI POR TAMAÑO**

NO. DE CIENTIFICOS	NO. DE TECNICOS					TOTAL
	0	1 - 3	4 - 7	8 - 14	15+	
1 - 3	13	21	10	2	2	48
4 - 7	44	30	11	7	1	94
8 - 14	16	14	10	5	1	46
15+	9	6	8	4	6	33
TOTAL	82	71	40	18	10	221

**CUADRO 37. DISTRIBUCION DE GI POR NUMERO DE CIENTIFICOS Y  
TECNICOS, CLASE (FUERTE/DEBIL) Y TAMAÑO**

NO. DE CIENTIFICOS	NO. DE TECNICOS					TOTAL
	0	1 - 3	4 - 7	8 - 14	15+	
<b>GI FUERTES</b>						
1 - 3	13	18	0	0	0	31
4 - 7	44	30	9	0	0	83
8 - 14	16	14	10	3	0	43
15+	9	6	8	4	1	28
	82	68	27	7	1	185
<b>GI DEBILES</b>						
1 - 3	0	3	10	2	2	17
4 - 7	0	0	3	7	1	11
8 - 14	0	0	0	2	1	3
15+	0	0	0	0	5	5
	0	3	13	11	9	36
<b>TOTAL</b>	82	71	40	18	10	221

**CUADRO 38. DISTRIBUCION DE GI POR CLASE, CAMPO CIENTIFICO Y TIPO DE INSTITUCION**

	IAP	IAPR	IGF	OTR	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>					
CEN	45	0	14	0	59
CSH	55	5	11	0	71
TCA	5	1	6	1	13
TCM	8	0	8	0	16
TCI	20	1	5	0	26
	133	7	44	1	185
<b>GI DEBILES</b>					
CEN	8	0	3	0	11
CSH	9	0	2	0	11
TCM	2	0	4	0	6
TCI	4	0	4	0	8
	23	0	13	0	36
<b>TOTAL</b>	<b>156</b>	<b>7</b>	<b>57</b>	<b>1</b>	<b>221</b>

**CUADRO 39. GI FUERTES Y DEBILES QUE PUBLICARON LIBROS, POR CAMPO CIENTIFICO**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	26	21	5	7	14	73
1 - 5	28	30	5	8	10	81
6 - 10	2	6	2	0	0	10
11 - 15	0	6	0	0	0	6
16+	1	6	0	0	1	8
	31	48	7	8	11	105 <sup>1</sup>
<b>GI DEBILES</b>						
0	7	5	0	5	5	22
1 - 5	3	5	0	1	1	10
6 - 10	0	1	0	0	0	1
	3	6	0	1	1	11 <sup>1</sup>
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>34</b>	<b>54</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>116</b>

(1) Sólo GI que publicaron libros.

CUADRO 40. GI FUERTES Y DEBILES QUE PUBLICARON ARTICULOS EN EL PAIS, POR CAMPO CIENTIFICO

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	10	17	2	1	6	36
1 - 5	26	21	5	8	12	72
6 - 10	11	11	1	4	3	30
11 - 15	4	8	2	1	0	15
16+	6	10	3	2	4	25
	47	50	11	15	19	142 <sup>1</sup>
<b>GI DEBILES</b>						
0	1	1	0	0	1	3
1 - 5	4	3	0	2	3	12
6 - 10	2	4	0	2	2	10
11 - 15	1	0	0	2	0	3
16+	2	3	0	0	0	5
	9	10	0	6	5	30 <sup>1</sup>
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>56</b>	<b>60</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>24</b>	<b>172</b>

(1) Sólo GI que publicaron artículos en el país.

**CUADRO 41. GI FUERTES Y DEBILES QUE PUBLICARON ARTICULOS EN EL EXTRANJERO, POR CAMPO CIENTIFICO**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	23	44	8	8	11	94
1 - 5	19	13	3	5	9	49
6 - 10	8	6	1	1	2	18
11 - 15	4	2	0	1	0	7
16+	4	2	1	1	3	11
	35	23	5	8	14	85 <sup>1</sup>
<b>GI DEBILES</b>						
0	1	6	0	0	4	11
1 - 5	4	5	0	3	2	14
6 - 10	5	0	0	0	0	5
11 - 15	0	0	0	2	0	2
16+	1	0	0	1	0	2
	10	5	0	6	2	23 <sup>1</sup>
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	45	28	5	14	16	108

(1) Sólo GI que publicaron artículos en el extranjero.

CUADRO 42. GI FUERTES Y DEBILES QUE ELABORARON ALGORITMOS, PROGRAMAS DE COMPUTO, PLANOS O DIAGRAMAS, POR CAMPO CIENTIFICO

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	22	40	6	9	5	82
1 - 5	12	6	1	1	6	26
6 - 10	6	0	0	2	6	14
11 - 15	2	2	0	0	3	7
16+	6	1	2	0	5	14
	26	9	3	3	20	61 <sup>1</sup>
<b>GI DEBILES</b>						
0	6	9	0	1	1	17
1 - 5	0	0	0	2	4	6
6 - 10	1	0	0	2	0	3
16+	2	0	0	0	1	3
	3	0	0	4	5	12 <sup>1</sup>
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>29</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>73</b>

(1) Sólo GI que elaboraron alguno de los ítems mencionados.

**CUADRO 43. GI FUERTES Y DEBILES QUE DISEÑARON PROTOTIPOS EXPERIMENTALES, DISPOSITIVOS, INSTRUMENTOS Y APARATOS, POR CAMPO CIENTIFICO**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	29	45	8	10	8	100
1 - 5	17	0	2	2	13	34
6 - 10	2	2	0	1	3	8
11 - 15	1	0	0	0	0	1
16+	1	0	0	0	1	2
	21	2	2	3	17	45 <sup>1</sup>
<b>GI DEBILES</b>						
0	6	7	0	2	3	18
1 - 5	3	0	0	3	3	9
6 - 10	0	1	0	0	0	1
16+	0	1	0	0	0	1
	3	2	0	3	3	11 <sup>1</sup>
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	24	4	2	6	20	56

(1) Sólo GI que diseñaron alguno de los ítems mencionados.



**CUADRO 44. GI FUERTES Y DEBILES QUE PRODUJERON MATERIALES EXPERIMENTALES (FIBRAS, PLASTICOS), POR CAMPO CIENTIFICO**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	39	44	8	10	20	121
1 - 5	8	1	3	2	5	19
6 - 10	3	1	0	2	0	6
11 - 15	1	0	0	0	0	1
	12	2	3	4	5	26 <sup>1</sup>
<b>GI DEBILES</b>						
0	6	8	0	1	5	20
1 - 5	1	0	0	2	1	4
6 - 10	0	0	0	1	0	1
11 - 15	0	0	0	1	0	1
16+	0	1	0	0	0	1
	1	1	0	4	1	7 <sup>1</sup>
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>33</b>

(1) Sólo GI que produjeron alguno de los ítems mencionados.

**CUADRO 45. GI FUERTES Y DEBILES QUE REGISTRARON PATENTES**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	39	46	10	9	19	123
1 - 5	11	1	1	1	6	20
6 - 10	0	1	0	2	0	3
	11	2	1	3	6	23 <sup>1</sup>
<b>GI DEBILES</b>						
0	8	9	0	2	5	24
1 - 5	1	0	0	3	3	7
	1	0	0	3	3	7 <sup>1</sup>
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>30</b>

(1) Sólo GI que registraron patentes.

**CUADRO 46. GI FUERTES Y DEBILES POR TIPO DE INVESTIGACION**

TIPO	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
GI FUERTES	35	44	9	37	37	23	185
GI DEBILES	6	14	0	6	5	5	36
TOTAL	41	58	9	43	42	28	221

**CUADRO 47. GI QUE RECIBIERON SOLICITUDES DE ASESORIA CIENTIFICA DEL PAIS Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITUDES, POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO (RECIBIDAS/SATISFECHAS)**

	0	1-5	6-10	11-15	16+	TOTAL <sup>1</sup>
<b>IAP</b>						
CEN	3/5	26/30	11/7	3/2	6/5	46/44
CSH	7/10	29/26	10/10	4/5	9/8	52/49
TCA	1/1	4/2	2/2	1/0	-	4/4
TCM	1/1	7/7	1/1	-	1/1	9/9
TCI	2/2	15/15	5/5	0/1	2/1	22/22
<b>IAPR</b>						
CSH	1/1	1/2	2/1	-	1/1	4/4
TCA	-	0/1	1/0	-	-	1/1
TCI	-	1/1	-	-	-	1/1
<b>IGF</b>						
CEN	3/3	7/7	3/3	2/1	1/2	11/11
CSH	1/1	6/6	4/5	1/0	1/1	12/12
TCA	1/1	1/1	-	-	4/4	5/5
TCM	-	8/8	3/3	-	1/1	12/12
TCI	3/3	2/3	1/0	-	2/2	5/5
<b>OTR</b>						
TCA	-	0/1	1/0	-	-	1/1
<b>TOTAL</b>	<b>23/28</b>	<b>104/110</b>	<b>44/37</b>	<b>11/9</b>	<b>28/26</b>	<b>187/182</b>

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

**CUADRO 48. GI QUE RECIBIERON SOLICITUD DE ASESORIA CIENTIFI-  
CA DEL PAIS, Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITU-  
DES, POR TIPO DE INVESTIGACION  
(RECIBIDAS/SATISFECHAS)**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	6/6	8/10	2/3	0/1	4/4	3/4	23/28
1 - 5	19/20	27/25	4/4	22/24	20/23	12/14	104/ 110
6 - 10	6/6	10/11	1/0	10/7	12/9	5/4	44/37
11 - 15	3/2	2/3	-	2/2	1/0	3/2	11/9
16+	4/4	9/7	1/1	6/6	4/5	4/3	28/26
TOTAL <sup>1</sup>	38/38	48/46	6/5	40/39	37/37	24/23	187/ 182

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

**CUADRO 49. GI QUE RECIBIERON SOLICITUDES DE ASESORIA CIENTIFICA, Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITUDES, POR CLASE (FUERTE/DEBIL) Y CAMPO CIENTIFICO (RECIBIDAS/SATISFECHAS)**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	5/7	9/12	2/2	1/1	2/2	19/24
1 - 5	28/31	30/28	2/5	11/11	16/17	87/92
6 - 10	11/8	16/15	4/2	2/2	4/3	37/30
11 - 15	5/3	4/5	1/0	-	0/1	10/9
16+	5/5	8/8	3/4	2/2	4/3	22/22
	49/47	58/56	10/11	15/15	24/24	156/154
<b>GI DEBILES</b>						
0	1/1	-	-	-	3/3	4/4
1 - 5	5/6	6/6	-	4/4	2/2	17/18
6 - 10	3/2	0/1	-	2/2	2/2	7/7
11 - 15	-	1/0	-	-	-	1/1
16+	2/2	2/2	-	-	-	4/4
	10/10	9/10	-	6/6	4/4	29/30
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>59/57</b>	<b>67/57</b>	<b>10/11</b>	<b>21/21</b>	<b>28/28</b>	<b>185/184</b>

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

CUADRO 50. GI QUE RECIBIERON SOLICITUDES DE ASESORIA CIENTIFICA DEL EXTRANJERO Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITUDES, POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO (RECIBIDAS/SATISFECHAS)

	0	1-5	6-10	11-15	16+	TOTAL <sup>1</sup>
<b>IAP</b>						
CEN	25/26	18/17	1/1	-	-	19/19
CSH	29/30	19/18	2/2	-	2/2	23/22
TCA	4/4	1/1	-	-	-	1/1
TCM	5/5	4/4	-	-	-	4/4
TCI	14/15	6/5	2/2	-	-	8/7
<b>IAPR</b>						
CSH	2/2	1/1	-	-	1/1	2/2
TCA	1/1	-	-	-	-	-
TCI	-	1/1	-	-	-	1/1
<b>IGF</b>						
CEN	6/6	8/9	2/1	-	-	10/10
CSH	3/3	7/7	1/1	-	1/1	9/9
TCA	3/3	-	1/1	1/1	1/1	3/3
TCM	5/5	4/4	1/1	-	-	5/5
TCI	6/6	1/1	-	-	-	1/1
<b>OTR</b>						
TCA	-	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>103/106</b>	<b>70/68</b>	<b>10/9</b>	<b>1/1</b>	<b>5/5</b>	<b>86/83</b>

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

**CUADRO 51. GI QUE RECIBIERON SOLICITUD DE ASESORIA CIENTIFI-  
CA DEL EXTRANJERO, Y GI QUE SATISFACIERON LAS SO-  
LICITUDES, POR TIPO DE INVESTIGACION  
(RECIBIDAS/SATISFECHAS)**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	14/14	28/28	5/5	19/19	24/26	13/14	103/ 106
1 - 5	18/18	17/17	2/2	13/13	10/9	10/9	70/68
6 - 10	2/2	2/2	0/0	2/2	4/3	0/0	10/9
11 - 15	0/0	0/0	0/0	0/0	1/1	0/0	1/1
16+	0/0	2/2	0/0	2/2	0/0	1/1	5/5
TOTAL*	20/20	21/21	2/2	17/17	15/13	11/10	86/83

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.



CUADRO 52. GI QUE RECIBIERON SOLICITUDES DE ASESORIA CIENTIFICA DEL EXTRANJERO, Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITUDES, POR CLASE DE GI Y CAMPO CIENTIFICO (RECIBIDAS/SATISFECHAS)

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	28/29	32/33	8/8	9/9	16/17	93/96
1 - 5	20/20	24/23	1/1	5/5	7/6	57/55
6 - 10	2/1	3/3	1/1	-	1/1	7/6
11 - 15	-	-	1/1	-	-	1/1
16+	-	2/2	1/1	-	-	3/3
	22/21	29/28	4/4	5/5	8/7	68/65
<b>GI DEBILES</b>						
0	3/3	2/2	-	1/1	4/4	10/10
1 - 5	6/6	3/3	-	3/3	1/1	13/13
6 - 10	1/1	-	-	1/1	1/1	3/3
16+	-	2/2	-	-	-	2/2
	7/7	5/5	-	4/4	2/2	18/18
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	29/28	34/33	4/4	9/9	10/9	86/83

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

**CUADRO 53. GI QUE RECIBIERON SOLICITUDES DE ASESORIA TECNICA DEL PAIS Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITUDES, POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO (RECIBIDAS/SATISFECHAS)**

	0	1-5	6-10	11-15	16+	TOTAL <sup>1</sup>
<b>IAP</b>						
CEN	16/17	14/14	10/9	1/1	4/4	29/28
CSH	23/24	15/14	3/4	5/4	4/4	27/26
TCA	3/3	2/2	-	-	-	2/2
TCM	3/3	4/4	-	-	1/1	5/5
TCI	5/5	9/10	4/3	0/1	5/4	18/18
<b>IAPR</b>						
CSH	3/3	-	-	1/1	-	1/1
TCA	-	0/1	1/0	-	-	1/1
TCI	-	-	-	-	-	-
<b>IGF</b>						
CEN	5/5	5/4	2/2	-	2/3	9/9
CSH	5/5	2/2	2/2	1/1	1/1	6/6
TCA	2/2	-	0/1	1/0	2/2	3/3
TCM	2/2	5/6	2/1	-	2/2	9/9
TCI	3/3	2/2	2/2	1/1	-	5/5
<b>OTR</b>						
TCA	-	-	-	0/1	1/0	1/1
<b>TOTAL</b>	<b>70/72</b>	<b>58/59</b>	<b>26/24</b>	<b>10/10</b>	<b>22/21</b>	<b>116/114</b>

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

CUADRO 54. GI QUE RECIBIERON SOLICITUD DE ASESORIA TECNICA DEL PAIS, Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITUDES, POR TIPO DE INVESTIGACION (RECIBIDAS/SATISFECHAS)

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	19/19	16/17	3/3	15/16	11/10	6/7	70/72
1 - 5	6/6	15/15	3/3	12/11	13/15	9/9	58/59
6 - 10	1/1	5/5	0/0	5/5	7/6	8/7	26/24
11 - 15	0/0	6/6	0/0	1/1	3/3	0/0	10/10
16+	3/3	8/8	2/1	1/1	6/4	2/2	22/21
TOTAL*	10/10	34/34	5/4	19/18	29/28	19/18	116/ 114

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

**CUADRO 55. GI QUE RECIBIERON SOLICITUDES DE ASESORIA TECNICA DEL PAIS, Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITUDES, POR CLASE DE GI Y CAMPO CIENTIFICO (RECIBIDAS/SATISFECHAS)**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	16/17	28/29	5/5	5/5	5/5	59/61
1 - 5	16/15	15/14	2/3	6/6	9/9	48/47
6 - 10	11/10	5/6	1/1	1/1	4/4	22/22
11 - 15	1/1	7/6	1/1	-	1/2	10/10
16+	3/4	3/3	3/2	1/1	5/4	15/14
	31/30	30/29	7/7	8/8	19/19	95/93
<b>GI DEBILES</b>						
0	5/5	3/3	-	-	3/3	11/11
1 - 5	3/3	2/2	-	3/4	2/3	10/12
6 - 10	1/1	-	-	1/0	2/1	4/2
16+	2/2	2/2	-	1/1	-	5/5
	6/6	4/4	-	5/5	4/4	19/19
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>37/36</b>	<b>34/33</b>	<b>-</b>	<b>13/13</b>	<b>23/23</b>	<b>114/112</b>

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

CUADRO 56. GI QUE RECIBIERON SOLICITUDES DE ASESORIA TECNICA DEL EXTRANJERO, Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITUDES, POR TIPO DE INSTITUCION Y CAMPO CIENTIFICO (RECIBIDAS/SATISFECHAS)

	0	1-5	6-10	16+	TOTAL <sup>1</sup>
IAP					
CEN	34/34	6/6	-	1/1	7/7
CSH	36/37	8/7	3/3	1/1	12/11
TCA	5/5	-	-	-	-
TCM	6/6	2/2	-	1/1	3/3
TCI	16/17	3/3	1/1	1/0	5/4
IAPR					
CSH	3/3	-	1/1	-	1/1
TCA	1/1	-	-	-	-
TCI	-	-	-	-	-
IGF					
CEN	11/11	3/3	-	-	3/3
CSH	9/9	-	0/1	1/0	1/1
TCA	4/4	-	-	-	-
TCM	7/7	4/4	-	-	4/4
TCI	6/6	-	-	-	-
OTR					
TCA	-	-	-	-	-
TOTAL	138/140	26/25	5/6	5/3	36/34

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

**CUADRO 57. GI QUE RECIBIERON SOLICITUDES DE ASESORIA TECNICA DEL PAIS, Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITUDES, POR TIPO DE INVESTIGACION (RECIBIDAS/SATISFECHAS)**

	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE	TOTAL
0	23/23	33/35	5/5	28/28	30/30	19/19	138/ 140
1 - 5	2/2	8/7	2/2	3/3	8/8	3/3	26/25
6 - 10	1/1	2/3	0/0	2/0	0/0	0/0	5/6
16+	2/2	2/0	0/0	0/0	0/0	1/1	5/3
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>5/5</b>	<b>12/10</b>	<b>2/2</b>	<b>5/5</b>	<b>8/8</b>	<b>4/4</b>	<b>36/34</b>

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

CUADRO 58. GI QUE RECIBIERON SOLICITUDES DE ASESORIA TECNICA DEL EXTRANJERO, Y GI QUE SATISFACIERON LAS SOLICITUDES (RECIBIDAS/SATISFECHA), POR CLASE DE GI Y CAMPO CIENTIFICO (RECIBIDAS/SATISFECHAS)

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
<b>GI FUERTES</b>						
0	39/39	44/45	10/10	11/11	18/19	122/124
1 - 5	6/6	8/8	-	3/3	2/2	19/19
6 - 10	-	4/4	-	-	-	4/4
16+	-	-	-	1/1	1/1	2/2
	6/6	12/12	-	4/4	3/3	25/25
<b>GI DEBILES</b>						
0	6/6	4/4	-	2/2	4/4	16/16
1 - 5	3/3	-	-	3/3	1/1	7/7
6 - 10	-	0/1	-	-	1/1	1/2
16+	1/1	2/1	-	-	-	3/2
	4/4	2/2	-	3/3	2/2	11/11
<b>TOTAL<sup>1</sup></b>	<b>10/10</b>	<b>14/14</b>	<b>-</b>	<b>7/7</b>	<b>2/2</b>	<b>36/36</b>

(1) Sólo GI con solicitudes recibidas y satisfechas.

CUADRO 59. DISTRIBUCION DE GI DE ACUERDO CON LA IMPORTAN-  
CIA DADA A LAS FUENTES DE SELECCION DE TEMAS DE  
INVESTIGACION (sólo se reportan las respuestas  
"La más importante")

FUENTES DE DECISION	CAMPO CIENTIFICO					TOTAL
	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	
IAP						
1. Política nacional	9	9	0	4	5	27
2. Necesidades del sector productivo	6	5	0	0	3	14
3. Necesidades del sector servicios	1	8	1	3	2	15
4. Dinámica interna de la ciencia	25	19	2	1	2	49
5. Problemas prácticos	8	25	2	4	12	51
IGF						
1. Política nacional	5	5	2	1	3	16
2. Necesidades del sector productivo	2	1	1	0	4	8
3. Necesidades del sector servicios	4	0	0	0	2	6
4. Dinámica interna de la ciencia	5	2	0	3	0	10
5. Problemas prácticos	4	4	3	6	3	20



**CUADRO 59. DISTRIBUCION DE GI DE ACUERDO CON LA IMPORTAN-  
CIA DADA A LAS FUENTES DE SELECCION DE TEMAS DE  
INVESTIGACION. (sólo se reportan las respuestas  
"la más importante") (CONTINUACION)**

FUENTES DE DECISION		CAMPO CIENTIFICO					TOTAL
		CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	
<b>IAPR</b>							
1.	Política nacional	0	0	0	0	0	0
2.	Necesidades del sector productivo	0	1	0	0	1	2
3.	Necesidades del sector servicios	1	8	1	3	2	15
4.	Dinámica interna de la ciencia	0	2	0	0	0	2
5.	Problemas prácticos	0	1	0	0	0	1
<b>OTR</b>							
1.	Política nacional	0	0	0	0	0	0
2.	Necesidades del sector productivo	0	0	1	0	0	1
3.	Necesidades del sector servicios	0	0	0	0	0	0
4.	Dinámica interna de la ciencia	0	0	0	0	0	0
5.	Problemas prácticos	0	0	0	0	0	0

**CUADRO 60. LINEAMIENTOS GENERALES DE LOS GI POR CAMPO CIENTIFICO**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
1. Fortalecimiento de los fundamentos teóricos de un campo científico determinado	30	37	3	9	-	78
2. Verificación/comprobación de la falsedad de los resultados de I y D obtenidos dentro y fuera de la unidad	5	10	-	-	1	16
3. Ensayos de la aplicabilidad concreta de los resultados de IyD obtenidos dentro o fuera de la unidad	14	15	3	6	9	47
4. Desarrollo de métodos de investigación, equipos e instrumentos esencialmente novedosos	7	7	-	3	6	23
5. Transferencia de métodos de investigación y/o tecnología operacional a otras áreas de aplicación	1	1	2	-	3	7
6. Desarrollo experimental (manejo) de nuevos productos	5	-	-	3	10	18
7. Desarrollo experimental (manejo) de nuevos procedimientos	6	2	4	2	3	17

CUADRO 60. LINEAMIENTOS GENERALES DE LOS GI POR CAMPO CIEN-  
TIFICO (CONTINUACION)

8. Otros	1	8	-	-	2	11
9. No aplicable	1	2	1	-	-	4
TOTAL	70	82	13	22	34	221

CUADRO 61. LINEAMIENTOS GENERALES DE LOS GI POR CARACTER DE LA INVESTIGACION Y TIPO DE INSTITUCION

	IF	IA	DE	IFA	IAD	IFAD	TOTAL
	IAP						
1. Fortalecimiento de los fundamentos teóricos de un campo científico determinado	20	8	1	16	4	8	57
2. Verificación/comprobación de la falsedad de los resultados de IyD obtenidos dentro o fuera de la unidad	3	3	1	2	2	2	13
3. Ensayos de la aplicabilidad concreta de los resultados de IyD obtenidos dentro o fuera de la unidad	3	11	-	8	6	3	31
4. Desarrollo de métodos de investigación, equipos e instrumentos esencialmente novedosos	4	7	-	2	4	-	17
5. Transferencia de métodos de investigación y/o tecnología operacional a otras áreas de aplicación	-	2	-	-	2	-	4
6. Desarrollo experimental (manejo) de nuevos productos	-	3	-	2	3	2	10
7. Desarrollo experimental (manejo) de nuevos procedimientos	1	2	2	2	4	-	11
8. Otros	2	5	-	-	2	1	10

CUADRO 61. LINEAMIENTOS GENERALES DE LOS GI POR CARACTER DE LA INVESTIGACION Y TIPO DE INSTITUCION (CONTINUACION)

	IF	IA	DE	IFA	IAD	IFAD	TOTAL	
-----								
	IGF							
1. Fortalecimiento de los fundamentos teóricos de un campo científico determinado	5	4		2	3	2	4	20
2. Verificación/comprobación de la falsedad de los resultados de IyD obtenidos dentro o fuera de la unidad	-	2		-	-	-	1	3
3. Ensayos de la aplicabilidad concreta de los resultados de IyD obtenidos dentro o fuera de la unidad	-	4		1	1	4	2	12
4. Desarrollo de métodos de investigación, equipos e instrumentos esencialmente novedosos	-	2		-	-	3	1	6
5. Transferencia de métodos de investigación y/o tecnología operacional a otras áreas de aplicación	1	1		-	1	-	-	3
6. Desarrollo experimental (manejo) de nuevos productos	-	3		-	1	2	1	7
-----								
	IAPR							
1. Fortalecimiento de los fundamentos teóricos de un campo científico determinado	1	-		-	-	-	-	1
2. Verificación/comprobación de la falsedad de los resultados de IyD obtenidos dentro o fuera de la unidad	-	-		-	-	-	-	-

CUADRO 61. LINEAMIENTOS GENERALES DE LOS GI POR CARACTER DE LA INVESTIGACION Y TIPO DE INSTITUCION (CONTINUACION)

	IF	IA	DE	IFA	IAD	IFAD	TOTAL
3. Ensayos de la aplicabilidad concreta de los resultados de IyD obtenidos dentro o fuera de la unidad	-	-	-	3	1	-	4
4. Desarrollo de métodos de investigación, equipos e instrumentos esencialmente novedosos	-	-	-	-	-	-	-
5. Transferencia de métodos de investigación y/o tecnología operacional a otras áreas de aplicación	-	-	-	-	-	-	-
6. Desarrollo experimental (manejo) de nuevos productos	-	1	-	-	-	-	1
-----							
	OTR						
1. Desarrollo experimental (manejo) de nuevos procedimientos	-	-	1	-	-	-	1
-----							
TOTAL	40	58	8	41	39	25	211

**CUADRO 62. OBJETIVOS SOCIOECONOMICOS POR TIPO DE INSTITUCION  
Y CAMPO CIENTIFICO**

	IAP				
	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI
1. Exploración y evaluación de recursos de la tierra, los mares, la atmósfera y el espacio	18	2	1	0	4
2. Desarrollo de la agricultura, la silvicultura y la pesca	12	7	3	0	2
3. Fomento del desarrollo industrial	8	11	0	1	12
4. Producción, conservación y distribución de la energía	6	3	0	0	2
5. Desarrollo de los transportes y la comunicaciones	1	4	0	0	0
6. Desarrollo de los servicios educativos	14	30	0	5	4
7. Desarrollo de los servicios de salud	10	9	0	8	1
8. Desarrollo social y otros servicios socio-económicos	6	28	1	3	2
9. Protección del medio ambiente	18	3	1	3	2
10. Adelanto general del saber	27	35	1	6	4
11. Defensa	3	3	0	0	0
12. Otros objetivos	6	7	1	0	1

CUADRO 62. OBJETIVOS SOCIOECONOMICOS POR TIPO DE INSTITUCION  
Y CAMPO CIENTIFICO (CONTINUACION)

	IGF				
	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI
1. Exploración y evaluación de recursos de la tierra, los mares, la atmósfera y el espacio	2	0	1	0	2
2. Desarrollo de la agricultura, la silvicultura y la pesca	3	1	5	0	2
3. Fomento del desarrollo industrial	3	2	0	0	5
4. Producción, conservación y distribución de la energía	2	0	0	0	0
5. Desarrollo de los transportes y la comunicaciones	1	0	0	0	2
6. Desarrollo de los servicios educativos	4	6	2	4	1
7. Desarrollo de los servicios de salud	4	2	0	10	1
8. Desarrollo social y otros servicios socio-económicos	1	2	0	4	3
9. Protección del medio ambiente	2	1	1	1	2
10. Adelanto general del saber	9	6	3	11	1
11. Defensa	2	7	1	2	0
12. Otros objetivos	2	3	0	1	0



CUADRO 62. OBJETIVOS SOCIOECONOMICOS POR TIPO DE INSTITUCION  
Y CAMPO CIENTIFICO (CONTINUACION)

	IAPR			OTR	TOTAL
	CSH	TCA	TCI	TCI	
1. Exploración y evaluación de recursos de la tierra, los mares, la atmósfera y el espacio	0	0	0	0	30
2. Desarrollo de la agricultura, la silvicultura y la pesca	1	0	0	1	37
3. Fomento del desarrollo industrial	1	0	1	0	44
4. Producción, conservación y distribución de la energía	1	0	0	0	14
5. Desarrollo de los transportes y la comunicaciones	0	0	0	0	8
6. Desarrollo de los servicios educativos	2	0	0	1	73
7. Desarrollo de los servicios de salud	1	0	0	0	46
8. Desarrollo social y otros servicios socio-económicos	4	0	0	1	55
9. Protección del medio ambiente	1	0	0	0	35
10. Adelanto general del saber	2	0	0	0	35
11. Defensa	0	0	0	0	18
12. Otros objetivos	0	0	0	0	21

**CUADRO 63. OBJETIVOS SOCIOECONOMICOS POR TIPO DE INSTITUCION  
Y CARACTER DE LA INVESTIGACION**

	IAP					
	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE
1. Exploración y evaluación de recursos de la tierra, los mares, la atmósfera y el espacio	4	6	0	5	3	7
2. Desarrollo de la agricultura, la silvicultura y la pesca	2	10	0	4	5	3
3. Fomento del desarrollo industrial	4	10	2	4	10	2
4. Producción, conservación y distribución de la energía	0	4	0	3	3	1
5. Desarrollo de los transportes y la comunicaciones	0	4	0	0	1	0
6. Desarrollo de los servicios educativos	10	14	3	10	7	9
7. Desarrollo de los servicios de salud	3	8	0	5	6	6
8. Desarrollo social y otros servicios socio-económicos	8	14	2	9	4	3
9. Protección del medio ambiente	4	7	0	5	5	6
10. Adelanto general del saber	23	14	2	17	8	9
11. Defensa	2	2	0	2	0	0
12. Otros objetivos	4	5	0	1	3	2

CUADRO 63. OBJETIVOS SOCIOECONOMICOS POR TIPO DE INSTITUCION  
Y CARACTER DE LA INVESTIGACION (CONTINUACION)

	IGF					
	IF	IA	DE	IFA	IADE	IFADE
1. Exploración y evaluación de recursos de la tierra, los mares, la atmósfera y el espacio	0	1	0	0	2	2
2. Desarrollo de la agricultura, la silvicultura y la pesca	1	2	1	1	2	4
3. Fomento del desarrollo industrial	0	4	1	0	4	1
4. Producción, conservación y distribución de la energía	0	1	0	0	1	0
5. Desarrollo de los transportes y la comunicaciones	0	2	0	0	0	1
6. Desarrollo de los servicios educativos	3	3	2	2	1	6
7. Desarrollo de los servicios de salud	1	5	1	1	6	3
8. Desarrollo social y otros servicios socio-económicos	1	1	0	1	3	4
9. Protección del medio ambiente	1	0	0	1	3	2
10. Adelanto general del saber	5	7	2	3	6	7
11. Defensa	0	0	0	0	0	0
12. Otros objetivos	2	1	1	1	1	0

CUADRO 63. OBJETIVOS SOCIOECONOMICOS POR TIPO DE INSTITUCION  
Y CARACTER DE LA INVESTIGACION (CONTINUACION)

	IAPR				OTR	TOTAL
	IF	IA	IFA	IADE	DE	
1. Exploración y evaluación de recursos de la tierra, los mares, la atmósfera y el espacio	0	0	0	0	0	30
2. Desarrollo de la agricultura, la silvicultura y la pesca	0	0	1	0	1	37
3. Fomento del desarrollo industrial	0	1	1	0	0	44
4. Producción, conservación y distribución de la energía	0	0	1	0	0	14
5. Desarrollo de los transportes y la comunicaciones	0	0	0	0	0	8
6. Desarrollo de los servicios educativos	1	0	1	0	1	73
7. Desarrollo de los servicios de salud	0	0	1	0	0	46
8. Desarrollo social y otros servicios socio-económicos	1	0	3	0	1	55
9. Protección del medio ambiente	0	0	1	0	0	35
10. Adelanto general del saber	1	0	1	0	0	105
11. Defensa	0	0	0	0	0	6
12. Otros objetivos	0	0	0	0	0	21

**CUADRO 64. DISTRIBUCION DE LOS GI QUE CAMBIARIAN LA ORIENTACION DE SU ACTIVIDAD DE INVESTIGACION, POR CAMPO CIENTIFICO**

CAMPO ACTUAL	CAMPO EN EL FUTURO					TOTAL ACTUAL
	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	
CEN	-	-	3	2	5	10
CSH	-	-	1	1	-	2
TCA	-	-	-	-	2	2
TCM	3	-	-	-	-	3
TCI	7	-	1	1	-	9
<b>TOTAL EN EL FUTURO</b>	<b>10</b>	<b>-</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>26</b>

**CUADRO 65. NUMERO DE PROGRAMAS DE POSGRADO POR CAMPO CIENTIFICO (1984)**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
ESPECIALIZACION	10	93	12	299	42	456
MAESTRIA	111	406	79	92	204	892
DOCTORADO	37	46	12	34	18	147
<b>TOTAL</b>	<b>158</b>	<b>545</b>	<b>103</b>	<b>425</b>	<b>264</b>	<b>1,495</b>

Fuente: Barnés et al., El Programa de Fortalecimiento del Posgrado Nacional, p. 10.

**CUADRO 66. MATRICULA DEL POSGRADO POR NIVEL ACADEMICO Y CAMPO CIENTIFICO**

	CEN	CSH	TCA	TCM	TCI	TOTAL
MAESTRIA	2,834	14,647	1,017	1,305	4,415	24,218
DOCTORADO	420	728	26	244	63	1,481
ESPECIALIZACION	80	3,113	170	8,478	415	12,256
<b>TOTALES</b>	<b>3,334</b>	<b>18,488</b>	<b>1,213</b>	<b>10,027</b>	<b>4,893</b>	<b>37,955</b>

Fuente: Los estudio de posgrado, ANUIES, 1986

**CUADRO 67. DISTRIBUCION DE ENTREVISTAS POR CAMPO CIENTIFICO Y NIVEL ACADEMICO**

CAMPO CIENTIFICO	DIRECTORES	PROFESORES	ESTUDIANTES
CEN	12	57	102
CSH	11	49	100
TCA	6	30	56
TCI	4	22	40
<b>NIVEL</b>			
MAESTRIA	26	118	223
DOCTORADO	7	40	75

Fuente: Wuest, El posgrado, 1985, p. 342.

**CUADRO 68. PROPORCIONES DE PROFESORES Y ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON POSITIVAMENTE A LOS ITEMS SEÑALADOS**

ACTIVIDADES QUE SE LLEVAN A CABO	PROFESORES PCT	ESTUDIANTES PCT
1. Investigación de profesores y estudiantes	70.9	60.4
2. Se enseña a investigar	75.5	61.4
3. Se participa en proyectos de investigación a través de los cursos	84.2	78.1
4. Existen cursos de metodología de la investigación	44.4	65.8
5. Existen ayudantes de investigación	21.4	14.5

Fuente: Wuest, El posgrado, 1985, Cuadros 5-7, pp.385-386.

CUADRO 69. ALGUNOS DESCRIPTORES DE TRECE AREAS DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LOS CAMPOS TECNOLOGICOS (1985)

AREA	INST	GI	CURSOS		
			E	M	D
1. Metalurgia <sup>(1)</sup>	31	37	1	9	-
2. Ingenieria Industrial	67	101	12	41	7
3. Ingenieria Mecànica	63	145	11	32	7
4. Ingenieria Ambiental	51	85	2	14	2
5. Ingenieria Civil	64	121	10	22	6
6. Ciencia y Tecnologia del mar	78	132		N.R.	
7. Ingenieria Eléctrica	38	52	3	9	2
8. Ingenieria Civil/Marina portuaria y arquitectò-nica	29	51	2	5	-
9. Ingenieria Quimica y Petroquimica	84	159	22	24	10
10. Tecnologia de alimen-tos <sup>(2)</sup>	107	164		N.R.	
11. Ingenieria Genética <sup>(3)</sup>	22	74	21	70	36
12. Biotecnologia y bioinge-nieria <sup>(3)</sup>	77	116		N.R.	
13. Fármacos y medicamentos	78	175	28	37	7



**CUADRO 69. ALGUNOS DESCRIPTORES DE TRECE AREAS DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LOS CAMPOS TECNOLOGICOS (1985) (CONTINUACION)**

AREA	PROYECTOS	INVESTIG			PATENTES
		E	M	D	
1. Metalurgia(1)	181	328(2)			N.R.
2. Ingeniería Industrial	77	29	136	52	2
3. Ingeniería Mecánica	455	29	150	128	67
4. Ingeniería Ambiental	128	17	143	66	5
5. Ingeniería Civil	258	34	213	80	1
6. Ciencia y Tecnología del Mar	357	NR	138	55	N.R.
7. Ingeniería Eléctrica	260	27	173	83	9
8. Ingeniería Civil/Marina portuaria y arquitectónica	194	12	101	81	N.R.
9. Ingeniería Química y Petroquímica	319	49	179	91	62
10. Tecnología de alimentos	484	61	127	296	N.R.

CUADRO 69. ALGUNOS DESCRIPTORES DE TRECE AREAS DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LOS CAMPOS TECNOLOGICOS (1985) (CONTINUACION)

AREA	PROYECTOS	INVESTIG			PATENTES
		E	M	D	
11. Ingeniería Ge- nética	224	14	85	66	N.R.
12. Biotecnología y bioingenie- ría <sup>(3)</sup>	216	4	118	48	N.R.
13. Fármacos y me- dicamentos	901	47	154	110	N.R.

1. 1983.
2. Total reportado; incluye pasantes de licenciatura, licenciatura, especialidad, maestría y doctorado.
3. 1984.

Fuente: Elaboración nuestra a partir de la información de los catálogos de las áreas correspondientes; COSNET, 1983-1985

**CUADRO 70. UNIVERSO DE PROGRAMAS, PERSONAL DOCENTE Y MATRICULA DE CEN Y LOS CAMPOS TECNOLOGICOS, POR NIVEL ACADÉMICO<sup>1</sup>**

	PROGRAMAS			PERS. DOCENTE <sup>2</sup>			MATRICULA <sup>3</sup>		
	E	M	D	E	M	D	E	M	D
CEN <sup>4</sup>	9	91	46	54	343	535	-	228	82
TCA	1	54	-	-	373	212	-1,160 <sup>5</sup>	-	-
TCM	3	32	7	69	163	60		NR	
TCI <sup>6</sup>	13	95	12	65	363	28	-1,161		43
<b>TOTALES</b>	<b>26</b>	<b>272</b>	<b>65</b>	<b>188</b>	<b>1,242</b>	<b>835</b>	<b>-2,549</b>		<b>125</b>

Fuente: A partir de los datos presentados en los diversos estudios publicados en "Los Estudios de Posgrado", Ciencia y Desarrollo, 1987.

- (1) No se incluyen los posgrados en alimentos, en los que hay 3 programas de nivel especialización, 20 de maestría, 3 de doctorado y 111 estudiantes de posgrado, 28 de ellos en programas de doctorado.
- (2) No se incluye el personal docente de matemáticas en CEN, el de TCM, ni el de algunos subcampos de TCI por no estar disponibles.
- (3) No se incluye la matrícula de matemáticas, biología, ciencias de la tierra y química y de CEN, la de TCM ni la de algunos subcampos de TCI.
- (4) Incluye: matemáticas, biología, física, y ciencias de la tierra.
- (5) El total de TCA incluye estudiantes de doctorado y especialización.
- (6) Incluye: ingeniería civil, ingeniería eléctrica, ingeniería mecánica, ingeniería química, metalurgia y química.

## ANALISIS Y CONCLUSIONES

### Problemática de la ciencia, la tecnología y el posgrado

Ciencia y tecnología. La información presentada en el capítulo anterior es una clara muestra de los efectos inerciales del desarrollo económico que el país ha tenido en los últimos 50 años. Una de las características sobresalientes de esta situación es que la investigación ha quedado encerrada en la academia. Los datos muestran la abrumadora predominancia de personal y de proyectos en las instituciones públicas de educación superior, un potencial enorme que no se ha podido aprovechar adecuadamente. A partir de las actuales transformaciones del sistema social mexicano, se ha intentado dar mayor atención a la ciencia y la tecnología. Sin embargo, el peso del desarrollo histórico ha impedido lograr los cambios sustanciales que se enuncian en el discurso oficial.

De acuerdo con los datos expuestos, el promedio de grupos de investigación por institución es alto (13.2). El promedio de investigadores por grupo de investigación no es tan alto: 8.2. El promedio de proyectos por grupo es moderado también: 7.8. Sin embargo, los promedios de doctores y estudiantes de doctorado por investigador son bajísimos: 0.17 y 0.12 respectivamente. Es decir, 7 de cada 10 miembros de

sional, estudios de maestría o el título de la maestría.

Por su parte, la producción es a toda luces débil, desde el punto de vista de cada uno de los indicadores mencionados, con una gran cantidad de GI que no produjeron nada en tres años, dentro de las posibilidades de su campo. Al introducir el criterio fuerte/débil, los grupos de investigación clasificados como "fuertes" (es decir, aquellos que cuentan con más investigadores que técnicos) son en general más productivos por tipo de producto y por campo científico, especialmente en los campos tecnológicos. Las excepciones son los artículos publicados tanto en el país como en el extranjero, en donde los grupos "débiles" producen igual o más, al parecer con un mayor aporte por parte de los técnicos. No obstante este tipo de "producto" es poco común en los campos tecnológicos, en los que la producción de algoritmos, prototipos, etcétera, sí es mayor en los grupos "fuertes".

De acuerdo con la información obtenida, el total aproximado de 16,000 investigadores, incluyendo técnicos, constituye un potencial heterogéneo y definitivamente pequeño. El llamado sistema de ciencia y tecnología sigue siendo pequeño, heterogéneo y débil. Si se desea tener 2.5 investigadores por 10,000 habitantes, tendría que haber alrededor de 21,000 investigadores actualmente y más de 26,000 en el año 2000. En la actualidad no hay muchos más de 16,000, y la meta para dentro de diez años es imposible de lograr, a menos que se

integren a la investigación alrededor de 1,000 investigadores cada año; este supuesto es definitivamente irreal, toda vez que las condiciones económicas del país y la importancia que tanto el sector privado como el público asignan a la ciencia y la tecnología lo impiden. Hay que considerar que la tasa anual de crecimiento del personal de investigación que se dio durante el periodo de auge y expansión del sistema en la década de los setenta, fue de 600 investigadores. Si se lograra reproducir esta tasa anual, se tendría un total aproximado de 22,000 investigadores en el año 2000, un total que representa una proporción de 2.12 investigadores por 10,000 habitantes, todavía por debajo del nivel convencional deseable.

La proporción deseable, de acuerdo con organismos internacionales, de 2.5 investigadores por 10,000 habitantes, no es sino un punto de referencia para un mejor desarrollo de la investigación y sus posibles articulaciones con el aparato productivo, ya que una comunidad científica más grande estaría en mejores condiciones para enfrentar la gran variedad de problemas que surgen del desarrollo científico-tecnológico, del desarrollo industrial moderno y de las necesidades económicas del país en general. Sólo como punto de referencia, considérese que en la Unión Soviética hay 900,000 científicos y 700,000 en los Estados Unidos, mientras que en India, un país con desarrollo industrial intermedio similar al nuestro, cuenta con 30,000.<sup>13</sup>

La resolución de problemas prácticos es el criterio predominante para llevar a cabo la investigación científica, seguido de la dinámica interna de la ciencia. Las políticas gubernamentales en materia de ciencia y tecnología, que en principio intentan vincular precisamente la investigación con el aparato productivo, no es una fuente de importancia para los grupos de los campos tecnológicos. La selección de temas de investigación en los campos tecnológicos no se basa en una interacción dinámica y sólida entre la actividad científica y el aparato productivo.

La vinculación más fuerte con el sector de los servicios se puede explicar tomando en cuenta la fuerte terciarización de la economía de la zona metropolitana de la ciudad de México, y la concentración geográfica de la investigación científica y tecnológica en esta misma zona. El desarrollo industrial nacional se concentró rápidamente en la ciudad de México y sus alrededores desde la década de los cuarenta, como un efecto no esperado del modelo de desarrollo que analicé en el capítulo primero. Los incentivos fiscales, las facilidades del desarrollo urbano (comunicación, transporte, servicios, etcétera), el poder de compra y el incremento de instalaciones comerciales favorecieron la concentración del aparato productivo en esta zona. Esta concentración todavía existe, generando agudos problemas urbanos de todo tipo: rezago en los servicios, problemas sociales y políti-

cos, incremento del desempleo abierto y del desempleo disfrazado (subempleo), etcétera. El hecho de que 37% del producto interno bruto del país, 45% de la producción industrial, 50% de los servicios y 43% de las actividades comerciales se encuentren localizados en esta zona densamente poblada (Mendoza et al., 1988, 37) muestra el alto grado de concentración.

Sin embargo, esta gran actividad productiva no ha generado ni requerido tecnología nacional, como se analizó anteriormente. Aunado a este proceso, se observó un desmesurado crecimiento de los servicios, especialmente en el sector público, y del comercio. Esta situación produjo una alta demanda de personal calificado para actividades del sector terciario, es decir, de personal administrativo fundamentalmente. Paradójicamente, la estructura económica de la zona metropolitana de la ciudad de México, a pesar de la concentración industrial, se basa predominantemente en las actividades generadas en el sector terciario, atrayendo núcleos de profesionales de los campos tecnológicos, creando mayor demanda de empleo y mayor demanda educativa hacia las carreras orientadas al sector:

La 'terciarización' urbana, entre cuyas causas se encuentran la creciente demanda de una serie de servicios indispensables para el desarrollo de la industrialización en el área, el crecimiento del sector burocrático estatal y la incapacidad del sector industrial de ofrecer empleo a las nuevas y crecientes corrientes migratorias, constituye un factor explicativo de la orientación de la educación



superior en el área metropolitana. El hecho de que alrededor de 60% de las plazas ocupacionales se sitúen en el sector terciario es un componente que tiene gran peso en la configuración de la demanda de ingreso a determinadas carreras. (id., 38)

De ahí que la investigación tecnológica se encuentre en condiciones más propicias para abordar problemas cuya solución es de corto alcance en el sector de los servicios, que para abordar problemas de diseño tecnológico cuya solución podría servir de base para la transformación de sistemas de producción. Con ello se limita fuertemente su incidencia directa en los nodos básicos de las cadenas productivas en el sector industrial. El hecho de que la investigación en los campos tecnológicos se incline más por aplicar resultados ya conocidos que por el desarrollo experimental, de acuerdo con los datos obtenidos de la encuesta analizada en el capítulo anterior, es un claro ejemplo de ese problema. El desarrollo experimental, un tipo de trabajo fundamental en la investigación tecnológica, no ocupa un lugar de alta prioridad de acuerdo con la información presentada en el capítulo anterior, lo cual se refleja en el bajo nivel de productividad que se tiene en este tipo de investigación.

Esta situación no es nada sorprendente si se toma en cuenta que apenas existen algunas estructuras formales de vinculación entre investigación e industria (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984; Galicia, 1984), lo cual ha producido

una relación débil basada en convenios enfocados a trabajar sobre problemas prácticos y de poco alcance (Esteva, 1984). Esta noción de investigar problemas prácticos se muestra todavía en las apreciaciones de los investigadores, quienes señalan que este criterio es la fuente más importante para seleccionar temas de investigación.

Las fuentes de financiamiento siguen siendo básicamente las mismas, aunque la situación es cada vez más grave: el gasto público en ciencia y tecnología se ha reducido y la participación del sector público en la industria también. La situación no parece ser muy propicia para un adecuado desarrollo de la investigación, ni para que ésta se vincule en forma adecuada con el aparato productivo.

La carencia de una política adecuada, aunada a la falta de mecanismos y marcos jurídicos y operativos para articular la investigación con los sectores productivos primario y secundario, ha fortalecido el desarrollo de dos efectos no esperados y además no deseados:

(a) que el interés del científico se enfoque más hacia el fortalecimiento interno del campo científico, en la búsqueda de "mayor pureza" en la investigación; es decir, existe una fuerte tendencia a realizar investigación que tiene que ver con aspectos formales de la disciplina o el campo, tanto en el tipo de investigación que los grupos desearían hacer,

como en la apreciación que tienen en términos de objetivos sociales; y

(b) el énfasis e importancia del trabajo individual del investigador, buscando mayor "libertad académica", fuera de ataduras de toda índole.

Ambos efectos facilitan la autorreproducción de una endeble dinámica de interacción entre la investigación y el desarrollo social. Además de pequeño, heterogéneo y débil, la comunidad científica del país que puede articularse a los procesos productivos, carece de las condiciones y la visión para enfrentar en breve los problemas de largo alcance que se plantean en la estructura industrial y socioeconómica del país en general.

A manera de resumen, puede afirmarse que el aporte gubernamental, un discurso que ha planteado la necesidad de atender a la ciencia y la tecnología, no se ha visto acompañado de medidas concretas que den un apoyo sustancial y suficiente para un desarrollo adecuado de la investigación en México. Una de las contradicciones más graves que existen en nuestra sociedad es precisamente la relación entre ciencia y tecnología y las políticas del gobierno federal: por un lado, el financiamiento de la ciencia y la tecnología ha recaído casi en su totalidad en el gobierno federal; y por el otro, las políticas de industrialización acelerada durante más de

treinta años no propiciaron el desarrollo de tecnología. Con esta situación se produjo la desarticulación de dos espacios o sectores sociales que deben estar vinculados por necesidad.

La política del gobierno federal en materia de ciencia y tecnología durante la etapa de gran crecimiento económico en los años setenta, basada en la expansión de la comunidad científica y sus condiciones académicas inmediatas, parecía dar paso, por lo menos en la intención, a una configuración más estructural de la ciencia y la tecnología. Sin embargo, aunque los esfuerzos recientes de tres sucesivos gobiernos federales han producido modificaciones sustanciales en lo que se refiere al tamaño del sistema de ciencia y tecnología, manifestándose en el número de instituciones, grupos, investigadores y proyectos, así como en la ampliación de la cobertura de subcampos científicos, el impacto del apoyo gubernamental dirigido a lograr una articulación más orgánica entre el sistema de ciencia y tecnología y el industrial no ha sido apreciable.

Por otro lado, el aporte de la comunidad científica parece estar opacado por una falta de visión de las relaciones posibles que su actividad puede tener con los diversos sectores productivos. A pesar de que el tipo de investigación que se realiza muestra las intenciones de la comunidad científica de buscar aplicaciones a sus investigaciones, el

hecho de que se insista en la dinámica interna de la ciencia y los problemas prácticos como fuente de selección de temas de investigación, indica que todavía existen limitaciones al interior de la propia comunidad para vincular su trabajo con sectores productivos o de servicios en general. Es decir, se reduce la actividad científica a una actividad cotidiana ajena a políticas de conjunto que podrían articularlo al mundo exterior. Esta visión limitada de la ciencia, vuelta hacia su interior, dependiendo de decisiones individuales, e interpretando su uso social sólo como un proceso a corto plazo y desligada del contexto social, limita un acercamiento más estrecho con el mundo concreto de la producción. En cuanto al aporte del sector productivo, el excesivo proteccionismo no sólo provocó que bienes producidos en diversas ramas industriales fueran de baja calidad y con alta ineficiencia (Villarreal, 1989, 4), sino también un lentísimo progreso tecnológico.

A los problemas anteriores hay que agregar la fuga de cerebros "hacia adentro", o dispersión de la masa crítica fuera de la comunidad científica dentro del país. Es decir, las baja proporción de doctorados y de estudiantes de doctorado ya involucrados, o potencialmente involucrados en investigación formal, obedece a problemas estructurales que se manifiestan en la fuerte disminución del salario, los bajos incentivos y los estrictos mecanismos de promoción académica. La disminución global del salario se muestra

muy claramente por categoría y nivel: por ejemplo, un investigador asociado C de tiempo completo en la UNAM recibía en 1977 un salario equivalente a 7 salarios mínimos de ese año, mientras que en 1986 era sólo equivalente a 3.7 salarios mínimos.<sup>22</sup>

Esta situación ilustra claramente dos aspectos del problema teórico de la oferta y demanda de empleo (véase el capítulo 3, sección 3.2.1): (a) que el trabajo no es pagado de acuerdo con lo que se produce, pues no se puede afirmar que los científicos de hace diez años eran mejores y más productivos que los actuales, como para justificar una disminución relativa del salario (respecto al salario mínimo vigente en cada periodo); y (b) que la dispersión de la masa crítica está sobredeterminada por factores socioeconómicos, en una dinámica de diferenciación desigual, persistente y estable en las estructuras académica y profesional del empleo (tanto del sector público como del privado).

Las condiciones para el desarrollo de la investigación son definitivamente inadecuadas, como lo ilustra la apreciación de los investigadores con respecto al personal (insuficiencia de personal de calidad), los medios para la superación académica y el financiamiento (ambos insuficientes) (Jiménez, 1988, 153-156). Los mecanismos de promoción no son homogéneos, y en algunos casos son tan rígidos que descubren llanamente la carencia de una política de for-

mación de investigadores dentro del propio sistema. El mercado académico reproduce las segmentaciones estructurales del mercado laboral, pero con base en la contracción de recursos, disfrazando con el discurso de la calidad académica los criterios de selección de personal académico.

Estos obstáculos favorecen la fuga de cerebros que, aun dentro del país, es una fuga que se distribuye en forma desigual, apuntada hacia el empleo de mayor remuneración, hacia la docencia de posgrado, que ofrece mayores oportunidades de promoción y mejor remuneración, y hacia el trabajo profesional, abandonando la investigación. El Sistema Nacional de Investigadores, un mecanismo de apoyo económico creado por el gobierno federal en 1984, ha contrarrestado la fuga de cerebros sólo en forma mínima. De hecho, de 1984 a 1987 se otorgó la distinción y el apoyo económico a 4,773 investigadores (incluidos los que lo recibieron también en 1987, por segunda vez), es decir, al 56.1% de los solicitantes (Malo, 1988). En todo caso, hay más del 75% de personal dedicado a la investigación que no cuenta con ese apoyo, y en un buen número de casos, la historia académica no permite una incorporación al SNI en breve plazo.

Es evidente la necesidad de apoyar más activa y sustancialmente a los grupos de investigación existentes, de manera que se modifiquen las actuales condiciones en las que operan grupos de investigación muy pequeños y débiles, con poca

participación en proyectos importantes, y con bajo nivel de especialización. Es decir, que los grupos que se creen, inicien fuertes e integrados desde su creación, y que los grupos existentes alcancen mayor calidad cada vez, ya que no podrá dejarse de plantear la importancia de contar con personal altamente calificado como factor de crecimiento económico (Muñoz Izquierdo, 1987).

Posgrado. Esta estructura de la ciencia y la tecnología constituye el mercado de trabajo en el que se insertarán los egresados del sistema de educación superior, especialmente del posgrado; además es supuestamente la base académica para la formación de investigadores. Las contradicciones y limitaciones descritas configuran un contexto en el que las instituciones de educación superior se han encontrado en la incapacidad de definir perfiles pertinentes de egresados, de diseñar currícula adecuados, y de ampliar la matrícula para formar científicos en los campos de las ciencias naturales y de la tecnología.

De acuerdo con la muestra estudiada por Wuest, 56.8% de la matrícula correspondía en 1985 a las ciencias sociales y humanidades (CSH), y el resto a CEN y los campos tecnológicos (TCA, TCM, TCI). Esta situación corresponde a la del país en general, ya que de las 29 universidades públicas que con-



taban con posgrado en 1984-1985, en veintidós la matrícula en las carreras de las CSH era mayor que en las de CEN y los campos tecnológicos combinados.<sup>[3]</sup> Peor aún, la matrícula en los campos tecnológicos ha disminuido de 24% a 15% en los últimos cinco años (Programa para la Modernización Educativa 1989-1994, 151).

Los perfiles de los egresados del posgrado representan más a profesionales especializados en la administración y la operación de tecnología, que a productores o generadores de nuevo conocimiento tecnológico. Con ello, la calidad de los programas se ve afectada, limitando la visión del egresado y su integración al campo profesional de manera innovadora y significativa.

La creación de programas de posgrado sigue siendo anárquica, sin contar con estudios sólidos de demanda educativa, mientras que los requisitos de ingreso al posgrado no están claramente regulados. El cuarenta y siete por ciento del personal académico no tiene doctorado, y sólo alrededor de una novena parte de este personal lo estaba realizando en ese período.

Dado que una buena parte de la investigación que se realiza en nuestro país se hace en las instituciones de educación superior, y que las decisiones individuales de los investigadores influyen en la selección de temas de investigación

(capítulo 4, sección 1), no es ninguna sorpresa que los proyectos de investigación disponibles para estudiantes del posgrado dependan de las actividades de los investigadores individuales (capítulo 4, sección 2), sin estar necesariamente contextualizados por políticas y líneas institucionales de investigación. Además, sólo dos terceras partes de los estudiantes del posgrado se involucraron en investigación formal dentro de los propios programas académicos. El número de profesores por programa de CEN y los campos tecnológicos, como el de estudiantes, es muy bajo. Por su parte, las condiciones de la planta docente son todavía inadecuadas.

En el caso específico de CEN y los campos tecnológicos se observan problemas básicos que deberían estar superados: programas de posgrado sin investigación formal; programas que no responden a necesidades nacionales de ningún nivel; debilidad académica en los campos tecnológicos; una grave desintegración entre TCI y los sectores productivos; y "duplicaciones" en un sector tan débil y pequeño como es TCA, un sector supuestamente prioritario para el país.

Estas condiciones también muestran un aspecto importante del problema teórico de la oferta y demanda de empleo (véase capítulo 3, sección 3.2): que la educación no es necesariamente un proveedor de recurso humano para la producción, ya que una formación académica con fuertes debilidades de in-

investigación (como medio para abordar problemas científicamente) y de vinculación con la producción en los campos científicos y tecnológicos (como medio para entender problemas concretos, los problemas del campo, etcétera), no puede ofrecer recursos humanos adecuados a las necesidades del aparato productivo, ni proponer cambios en ningún nivel. Más parece una oferta de empleo "contra el mercado", creando un mercado académico más grande, más diferenciado de la estructura profesional del empleo no académico, más segmentado en su interior y con baja capacidad de absorción en lo que se refiere a plazas de investigador.

El sistema de educación superior tiene que enfrentarse al reto de formar investigadores para la todavía pequeña comunidad científica, fortaleciendo la proporción de doctores y estudiantes de doctorado con respecto al total de investigadores. Es necesario que se resuelva el problema de la baja tasa de eficiencia terminal en el posgrado, especialmente en el doctorado. La eficiencia terminal en el doctorado era de 14% en 1984, un nivel que no se ha superado desde ese año (Programa Nacional de Desarrollo..., 1984). Aparte de una bajísima proporción de graduados y la todavía menor proporción de estudiantes de doctorado, todavía existen condiciones escolares burocráticas y condiciones curriculares rígidas que, además de demeritar el rigor y la calidad, obstaculizan y con frecuencia detienen el flujo escolar. El efecto neto de esta situación es que se pierde

una buena parte del potencial de investigación con el que cuenta el país.

La dispersión de estudiantes de posgrado, de los cuales algunos se canalizan hacia la docencia en el propio posgrado, constituye uno de los ciclos institucionales más complejos, ya que existe un mercado laboral académico receptivo dentro de la academia, pero poco propicio para la investigación. Esta situación no hace sino reproducir las condiciones de diferenciación entre posgrado e investigación, ámbitos en los que teóricamente se intersectan el sistema de educación superior y el de ciencia y tecnología, además, favorece la multiplicación de proyectos o actividades de investigación que dependen del tiempo disponible de los docentes, dada su desvinculación con programas o dependencias de investigación.

Es necesario romper este ciclo institucional, convertido en círculo vicioso, mediante varias estrategias de acuerdo con las condiciones específicas de los actuales programas de posgrado. Otro factor importante que es necesario atender es la calidad de la educación: uno de los retos más grandes del sistema de educación superior, y del posgrado en particular, es formar científicos de calidad y con una visión amplia de su disciplina, de las relaciones de ésta con otras disciplinas, y de las relaciones de su actividad profesional y científica con diversos sectores de la so-

ciudad y la economía.

### Las condiciones socioeducativas de la formación de científicos

Horizonte científico y tecnológico. El desarrollo científico-tecnológico nacional no puede pensarse sin considerar los elementos propios del desarrollo científico internacional, las relaciones económicas internacionales y el proyecto de desarrollo nacional. Sin entrar en detalles sobre los dos últimos aspectos, que requieren un análisis riguroso de tipo económico y político, respectivamente, los incluiré como elementos subyacentes al desarrollo científico internacional.

Para abordar el problema del horizonte científico internacional, es necesario entender que una de sus características actuales, y de mayor importancia, es la tendencia hacia una mayor integración entre investigación científica e investigación tecnológica. La separación entre pensamiento científico, que buscaba el conocimiento "por sí mismo" y el desarrollo tecnológico, que se basaba en "lo práctico", se ha ido estrechando, a tal grado que, como afirma Méndez (1989, 9):

Ahora el trabajo tecnológico en su mayor parte está basado conscientemente en el esfuerzo científico. De hecho, muchos laboratorios de investigación industrial realizan investigación científica sobre las propiedades de la naturaleza, sea en física, química, biología, geología o cualquier ciencia, se analizan inmediatamente por miles de "científicos aplicados" y tecnólogos para averiguar sus posibles aplicaciones en la tecnología. La tecnología no es "la aplicación de la ciencia a productos y procesos", esto es una sobresimplificación. En algunas áreas como química de polímeros, farmacéutica, energía atómica, exploración espacial y computación, la línea entre investigación científica y tecnológica es borrosa.

En muchos casos de desarrollo tecnológico el escrutinio de la ciencia es tan estrecho que incluso parece conformar un ciclo precedido por ésta última. Sin embargo, algunos avances científicos recientes de importancia se deben a su vez a avances tecnológicos, como es el caso de la aplicación de la microelectrónica al diseño de instrumentos de medición. Esta estrecha vinculación es una característica fundamental del desarrollo actual del conocimiento y de los procesos de modificación de insumos y medios para la producción de bienes de diverso tipo.

Los grandes cambios que se están dando en la actualidad se ubican tanto en el terreno de la ciencia, de la tecnología y de los sistemas productivos en una forma tan interrelacionada que sólo se pueden separar cuando se estudian en forma analítica. Estos cambios han dado base para pensar que se están efectuando transformaciones cualitativas sus-

tanciales en los principios en que se basan los actuales sistemas de producción y la plataforma de la investigación tecnológica con base en la electrónica. Es decir, se está llevando a cabo una revolución tecnológica que articula la ciencia, la tecnología y la producción en una forma que no existía anteriormente:

(a) todo avance tecnológico requiere ser explicado y apoyado científicamente;

(b) todo avance científico tiene o tendrá a breve plazo, una aplicación tecnológica;

(c) los nuevos sistemas de producción desplazan la importancia de la mano de obra, base de los sistemas tradicionales, hacia el uso de tecnologías avanzadas que son más intensivas en capital;

(d) la ciencia y la tecnología constituyen una nueva tarea, recién incorporada, en los sistemas productivos; es decir, se incorpora el conocimiento científico por medio de personal altamente calificado, desplazando las concentraciones laborales no calificadas, y por medio de conocimiento disponible, útil para el diseño y la producción de carácter funcional y flexible de bienes de diverso tipo.

El desarrollo científico-tecnológico actual tiene varios frentes, de los cuales los más sobresalientes son la microelectrónica, la biotecnología y los nuevos materiales. El desarrollo de nuevas tecnologías de empaque y de transporte, la investigación sobre el aprovechamiento de nuevas fuentes de energía, etcétera, dependen en buena medida de esos tres campos de investigación. A continuación se describen brevemente algunas características y aplicaciones de la investigación en estos campos, y sus implicaciones económicas y sociales más evidentes.

#### A. La microelectrónica.

La microelectrónica es la miniaturización de componentes que permiten controlar la transmisión de energía eléctrica a costos sumamente bajos. En palabras de uno de los inventores del circuito integrado, "sería deseable hacer dispositivos múltiples en una pieza única de silicón para poder hacer interconexiones entre dispositivos como parte de un proceso de manufactura, y así reducir peso, tamaño, etcétera, así como costo por elemento activo".<sup>133</sup> El circuito integrado, componente base de los equipos actuales de control ha tenido un desarrollo espectacular en los últimos años, y se ha aplicado a todo tipo de equipos tanto en los sistemas productivos como en los instrumentos y utensilios de uso doméstico e incluso suntuario. Así, se ha desarrollado el mi-



croprocesador de tamaño minúsculo y gran capacidad de procesamiento.

Las aplicaciones más importantes y generalizadas de la microelectrónica se encuentran en los sistemas de computación y comunicación, nuevos sistemas administrativos, sistemas automatizados de producción en los que se incorporan la ingeniería asistida por computadora (CAE), el diseño asistido por computadora (CAD), los procesos de manufactura por computadora (CAM), la combinación de estos procesos (como CAD/CAM), el control numérico, la robótica y la producción flexible. La microelectrónica es también un apoyo en la medición, percepción remota, tecnologías espaciales, infraestructura de comunicación, etcétera. El diseño y producción de componentes electrónicos (hardware) y los sistemas lógico-matemáticos de cómputo (software) constituyen la base científico-tecnológica de la microelectrónica actual.

La microelectrónica en México está todavía muy poco desarrollada. Por ejemplo, Bonn<sup>54</sup> encontró que el parque instalado de máquinas-herramientas de control numérico en los Estados Unidos es casi 100 veces superior al de México. En general, el desarrollo tecnológico-industrial de la microelectrónica en nuestro país es fundamentalmente de ensamblaje (Corona, 1989, 9), con base en la industria maquiladora. Por supuesto, el desarrollo tecnológico en

esta industria es heterogéneo, como lo ilustran los niveles identificados por Brown y Domínguez (1989, 218):

(a) empresas tradicionales de exportación con largas líneas de ensamblaje manual y mínimo de equipo;

(b) empresas con equipo modificado bajo control digital;

(c) empresas con equipo y maquinaria electrónica moderna.

#### B. La biotecnología

La biotecnología es la aplicación de los principios científicos y de ingeniería al manejo de materiales por agentes biológicos para la producción de bienes y servicios (Quintero, 1989, 2). Es decir, se "trata a los organismos vivos como máquinas y /se/ supone que si se llega a conocer su composición será posible modificarlos y 'rediseñarlos', de manera que sirvan a fines específicos" (Piñeiro, 1988, 700).

La integración del conocimiento científico, principalmente la biología molecular y la genética (Davis, 1980, 80) al desarrollo tecnológico como la ingeniería de procesos y la ingeniería enzimática (Quintero, 1989), han dado la base para

un desarrollo espectacular en la manipulación genética (DNA recombinante) que es aplicable a campos industriales y comerciales diversos: producción de hormonas, anticuerpos, antígenos en inmunización, etcétera. Las empresas existentes en este campo son básicamente laboratorios científico-tecnológicos, lo cual ilustra una de las formas más avanzadas de integración investigación-producción, ya que el conocimiento científico, anclado en la biología molecular y celular, es un insumo directo en el proceso de producción. Este es un ejemplo de la manera en que el conocimiento científico genera "información técnica de valor comercial inmediato" (Piñeiro, 1988, 700).

Esta situación tiene un impacto directo en la conformación del proceso de desarrollo industrial, que integra investigación básica, investigación tecnológica y desarrollo tecnológico en un solo proceso productivo. Por supuesto, la investigación institucional se desplaza de los centros de gravitación académica a los laboratorios industriales, y los nuevos convenios industria-academia para el desarrollo de algunos de los nodos de este proceso básico para la producción. Esta integración tan estrecha requiere de recursos humanos alta y rápidamente capacitados, lo que modifica la maneras tradicionales de formación de científicos en esta área.

Los avances en la biotecnología son particularmente importantes para el desarrollo del sector agropecuario, un sector de máxima prioridad en la estructura económico-social de nuestro país. Los avances científico-tecnológicos han permitido el aumento en la productividad por insumo y por hectárea de terreno, el mejoramiento de la calidad del producto primario y la ampliación de la producción agrícola elaborada, con alto valor agregado (Quintero, 1988, 36). El impacto de estos avances tiene diversos ritmos en la rapidez de su difusión y diversos niveles de alcance, pero destacan la industria alimenticia, la farmacéutica y la química.

Esta situación ha influido en la relación de precios de intercambio, ya que el uso intensivo de capital y tecnología para la producción, basados por ejemplo en genética vegetal (mejoramiento de semillas), ha producido una caída considerable en el valor asignado a la materia prima. A pesar del aumento de las exportaciones de materia prima, la disminución de los precios ha provocado que la relación de precios de intercambio haya disminuido hasta 66% en 1985 con respecto a la existente en 1970 (Piñeiro, 1988, 696). De hecho, el valor de las exportaciones nacionales en 1986 alcanzó apenas el 59.3% del que tenía en 1980 (María y Campos, 1988, 1085). A este respecto, la figura 1 muestra el tipo de desarrollo tecnológico y comercial de diversos campos de interés para la producción con base en las biotecnologías disponibles. Sin embargo, de acuerdo con Quintero (1988,

49),

La industria biotecnológica nacional se caracteriza por la magnitud reducida de sus operaciones, por su dependencia tecnológica casi total, por la participación del Estado en algunas áreas competitivas, y en lo que se refiere a la infraestructura de investigación y desarrollo, por contar con... una buena posición para el desarrollo de las nuevas tecnologías.

No sólo es de magnitud reducida, sino que acusa un grave retraso debido a que opera con tecnologías que no se han modificado sustancialmente desde los años '50 (p. 51) y presenta baja capacidad de respuesta a los cambios tecnológicos que se han dado en los últimos años (p. 53). La figura 2 ilustra esta situación, mostrando la necesidad de abrir proyectos de alta complejidad tecnológica, y empresas de alta relevancia económica (círculos oscuros). Estos casos muestran las contradicciones de la estructura científico-tecnológica del país, ya que existen pocos grupos en estos campos, aunque de reconocida importancia internacional, que potencialmente están en condiciones de aportar un insumo científico importante en las cadenas productivas del sector.

### C. Materiales

La aplicación de procesos de transformación que han hecho

posible la síntesis de materiales ha tenido avances importantes en el manejo de plásticos, materiales compuestos, aceros y cerámicas. La aportación científica a nivel básico (atómico) ha sido fundamental para el desarrollo rápido de estos procesos. El uso industrial de los materiales sintéticos abarca instrumentos, equipo y partes, como en el caso de componentes mecánicos de vehículos (resortes, muelles, etcétera). La utilización de materiales sintéticos ha hecho más eficiente el uso de la energía, ha reducido el peso de los objetos del que está compuesto y, por lo tanto, ha reducido los costos directos e indirectos de producción, así como los costos de uso (consumo) de bienes de diverso tipo. La vinculación entre el conocimiento científico y los procesos de ingeniería es muy estrecha, como en el caso de la investigación en superconductores, que en buena medida depende del desarrollo tecnológico de las cerámicas.

La integración multidisciplinaria en cualquiera de estos tres grandes campos de frontera ha generado líneas importantes de investigación con diversas aplicaciones en diversos sectores y ramas de la economía. Las consideraciones económicas (mercado potencial, inversión de riesgo, etcétera) han configurado una amplia gama de niveles de desarrollo por subcampo científico, o de aplicaciones por sector.

El desarrollo tecnológico en el campo de materiales tiene diversos efectos en la estructura económico-social, entre las que destacan las siguientes (Maria y Campos, 1988, 1085; 1989, 9):

(a) La sustitución de materiales ha ampliado la capacidad de los países desarrollados en las ramas industriales manufactureras en que se basaban las exportaciones de países como México (la industria textil, por ejemplo), y también ha ampliado la diferencia existente en la capacidad tecnológica en diversos campos (electrónica, telemática, etcétera); este efecto es similar al que se observa en el caso de las materias primas provenientes del sector agropecuario, por la aplicación intensiva de biotecnologías.

(b) El cambio en la producción hacia los sistemas automatizados reduce el número de trabajadores no calificados. El aumento en la productividad limita u obstruye la oferta de empleo. Esto es particularmente importante en el caso de la industria maquiladora en México, que hace uso intensivo de tecnología avanzada pero, contrario a sus propósitos de aprovechar las ventajas comparativas que representa el bajo costo de mano de obra en el país, ha provocado que la estructura del empleo en esa industria tienda a una menor concentración laboral, y además de mayor calificación. Esta situación parece confirmar el planteamiento teórico sobre la relación entre desarrollo tecnológico y trabajo calificado

que proponen Schultz, Mincer y Welch (véase el capítulo 3, sección 3.2.1), ésto es, que los rápidos avances científico-tecnológicos generan incremento en el empleo calificado, disminuyendo el del empleo no calificado. Sin embargo, la reconfiguración de la estructura del empleo en estas situaciones se debe a la redistribución de las necesidades particulares por industria, sin redistribuir necesariamente el ingreso y sin que ésto implique que la absorción de empleo calificado se deba a una amplia oferta educativa formada precisamente para ese tipo de empleo.

(c) reducción del volumen de demanda y del nivel de precios de las materias primas.

Horizonte industrial. El análisis del desarrollo científico-tecnológico nacional tiene que tomar en cuenta el componente industrial, que es el espacio propio del uso de tecnologías en las diversas fases de las cadenas productivas.<sup>153</sup> Las políticas gubernamentales altamente proteccionistas para favorecer la sustitución de importaciones tuvo ajustes fundamentales a principios de la década de los ochentas, una vez que el modelo anterior de desarrollo vio agotadas sus posibilidades de sostener a un país con mayor población, mayor demanda de bienes de consumo



en cantidad y calidad, y de competir favorablemente en los mercados internacionales.

Los ajustes en la economía nacional han logrado disminuir las tasas inflacionarias anuales a los niveles más bajos en más de diez años, sin que esto signifique que los beneficios hayan sido homogéneos por estrato socioeconómico o que se haya sustituido el valor del salario en los sectores más desfavorecidos. La caída del salario de la comunidad científica, generalmente ubicada en los estratos medios, es una clara muestra de esta situación.

La actual estrategia de desarrollo se basa en la estabilización de la economía, la ampliación de la disponibilidad de recursos para la inversión, y la modernización económica (Plan Nacional de Desarrollo..., 57). El primer elemento es una política de ajuste de precios; el segundo es una política de ahorro y renegociación del endeudamiento; y el tercero es "más productividad y más competitividad" (id., 70). Este último es el ancla del desarrollo industrial orientado fuertemente hacia las exportaciones, y contempla condiciones nuevas y favorables para la inversión extranjera. El Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 contempla el desarrollo científico dentro de este tercer elemento de estrategia, la modernización económica:

La modernización requiere una clarificación de las respectivas contribuciones de la actividad científica

y de la actividad tecnológica en el desarrollo nacional. La ciencia no debe valorarse como proceso supeditado a los requerimientos cotidianos de las actividades económicas, sino por su contribución a largo plazo. Por su parte, la tecnología debe ponderarse principalmente por su capacidad para impulsar el mejoramiento de las actividades productivas. (p. 91)

En el propio Plan Nacional de Desarrollo se proponen apoyos específicos al desarrollo científico (p. 92) y la modernización tecnológica (p. 93). A este respecto se plantea que

el objetivo fundamental es inducir una rápida y eficaz modernización tecnológica del aparato productivo nacional. Es necesario actuar en todos los frentes para alcanzar una eficiente actualización tecnológica en la industria, el campo y los servicios. La política tecnológica, que hasta ahora ha enfatizado el aspecto de investigación y desarrollo, habrá de diversificarse hacia los campos de adquisición, asimilación, adaptación y difusión eficientes de tecnología. (p. 92)

La apertura a las importaciones, que favorece este proceso de "adquisición, asimilación, adaptación y difusión" de tecnología, se basa en la introducción de insumos para la producción orientada a la exportación, los cuales ya contienen una carga tecnológica determinada; es decir, se introduce tecnología incorporada. También permite la introducción de tecnología mediante la adquisición o uso de licencias de sistemas de producción en sus diversas fases.

Un problema siempre presente en el proceso de introducción de tecnología es que se importe indiscriminadamente, con efectos no deseados para el desarrollo industrial nacional, ya que se importa tecnología obsoleta, tecnología que no se adapta a las condiciones del país, o que es de difícil asimilación (Villarreal, 1989, 15). En la actualidad el flujo de tecnologías avanzadas a nivel internacional es más restringido. El sistema de licencias con pago de regalías que operaba anteriormente se ha modificado, ya que ahora se exige el establecimiento de condiciones contractuales más complejas, en forma de paquete tecnológico: conocimientos tecnológicos, condiciones ventajosas de fabricación, facilidades de mercado, acceso a insumos y financiamiento, etcétera (id., 16).

Sin embargo, a pesar de que la política industrial orientada a la exportaciones y con base en la inversión extranjera, favorecen el flujo tecnológico y otras condiciones para la modernización del aparato industrial, no es posible suponer que sólo los agentes externos propiciarán un desarrollo sano de la economía como sistema satisfactor de necesidades sociales. Partir de este supuesto implica desconocer el proceso histórico que precisamente provocó que se diera la situación en que ahora estamos: retraso tecnológico, comunidad científico-tecnológica y sistemas educativos débiles que terminan formando científicos desvinculados del aparato productivo.

La transferencia de tecnología no puede ser el único medio por el cual se fortalece el aparato productivo. Esto es particularmente cierto en la actualidad, ya que la tecnología se ha convertido en una "materia... cara por que los países desarrollados y las empresas transnacionales la controlan con rigidez" (id., 621). Además, debido a que la transferencia tecnológica se ha dado en forma desventajosa (Ortiz y Street, 1989, 620), colocando al país en condiciones de mayor retraso, contrario a lo esperado, es claro que se requiere una completa reformulación al respecto.

Por ejemplo, la incorporación de tecnología avanzada en la industria de ensamblaje (maquiladora), además de ser muy heterogénea, como se mencionó anteriormente, tiene un efecto potencial pero lento en las empresas que la alimentan con insumos. Este beneficio desaparece si la industria ensambladora no requiere de insumos nacionales. De ahí que no debe suponerse que los diversos núcleos productivos alimentadores de insumos para esta industria modificarán su capacidad tecnológica. Desde el punto de vista tecnológico, es importante establecer el valor real y el valor potencial de la industrial maquiladora en forma diferenciada, ya que las tecnologías avanzadas o de punta no son necesariamente adecuadas para todas las ramas industriales ni para todas las industrias por rama industrial. <sup>10</sup>

La inversión extranjera nunca ha sido un apoyo de capital bruto y gratuito. El contexto del modelo de sustitución de importaciones permitió el ingreso de capital extranjero que, si bien en principio es saludable, históricamente se dio en condiciones que a la postre tuvo efectos no deseados. Singer señala claramente esos efectos (1989, 604):

Los recursos externos que de hecho fluyeron en cantidades mayores que las esperadas fueron los del capital privado. La meta del Primer Decenio para el Desarrollo, en los sesenta, era que la ayuda constituyese 70% del total de los flujos, más del doble de los privados. Sin embargo, en la realidad la situación fue al revés. La sustitución de la ayuda oficial en condiciones preferenciales por el capital privado tuvo consecuencias obvias para el futuro de la balanza de pagos: se plantaron las semillas de los problemas de la deuda en el porvenir. Mas aún, en tanto que esta corriente privada representó inversiones directas de las empresas transnacionales, a menudo por medio de filiales, parte del crecimiento de los Años Dorados adquirió inevitablemente un carácter exógeno (con frecuencia de enclave) en lugar de traducirse en una capacidad verdaderamente nacional. Hacia finales del período surgió una controversia sobre si la transferencia de tecnología asociada con esa inversión extranjera directa era un suplemento valioso para tal inversión... o si, por el contrario, introducía tecnología inadecuada, sofocaba la empresa privada nacional y propiciaba la fuga de cerebros en los países en desarrollo. Otra consecuencia fue que parte de las ganancias obtenidas por las industrias protegidas que sustituían importaciones se expatriaron como utilidades de las filiales extranjeras, presionando la balanza de pagos y nulificando el ahorro en divisas logrado por la sustitución de importaciones.

La actual política de desarrollo económico no se basa en el modelo de sustitución de importaciones, pero el rol de la inversión extranjera de carácter privado no se ha modificado

sustancialmente, por lo que su incidencia e impacto son factores que se deben analizar mediante políticas selectivas de carácter intersectorial.

Por otra parte, la capacidad industrial de innovar tecnológicamente los sistemas o los productos, puede analizarse mediante el registro de patentes. La patente supone capacidad instalada de recursos, pero sobre todo, de personal especializado para conocer, aplicar y modificar, la tecnología disponible. En este sentido, los datos presentados por Aboites (1989) muestran una situación bastante complicada: desde 1970 las patentes otorgadas a mexicanos no ha rebasado el 8.0% del total registrado, mientras que en el periodo 1985-88 se dio la proporción más baja, del 6.3%, precisamente en el periodo de apertura a la importación de bienes y servicios. Estas cifras contrastan con el 31.9% de patentes otorgadas a mexicanos entre 1950 y 1954, por lo que claramente se observa un descenso de registros mexicanos en los últimos años.

Además del bajo nivel de registro, se observan otros dos problemas: la mayoría de las patentes mexicanas, 70.0%, pertenecen a individuos, que carecen de una relación directa con empresas de producción (id., 8), y que por lo tanto carecen del potencial de explotación que tienen las empresas por la infraestructura y los mecanismos normativos y operativos con los que éstas cuentan. De las patentes que sí

surgen de empresas, la gran mayoría se refieren al mejoramiento de bienes de consumo final (partes de automóviles, utensilios domésticos, etcétera) y no en las industrias básicas o de bienes de capital (id., 5).

Parece haber un acuerdo entre los economistas de que la producción de bienes de capital, es un "epicentro para acumular y difundir el conocimiento técnico" (James, 1988, 1096), por lo que el ciclo capacidad tecnológica --- producción de bienes de capital --- capacidad tecnológica, que se discutió en el capítulo 3 (sección 3.3.2), es el ciclo que debe desarrollar nuestro país. De acuerdo con el propio James (id., 1096):

Las innovaciones en materia de bienes de capital inducen actividades técnicas adicionales en las empresas que utilizan dichos bienes. Además, la información técnica fluye desde los productores de los bienes de capital hasta las empresas que subcontratan, y dichos productores aprenden de los clientes gracias a la especificación de las necesidades de equipo, los informes sobre el que está en uso /y/ las sugerencias de modificaciones adicionales.

Así, la innovación tecnológica, enmarcada en la producción de bienes de consumo final que caracteriza a la patente mexicana, tiene que desplazarse hacia el "epicentro" del ciclo de bienes de capital por su amplio potencial para la difusión de conocimiento técnico en los varios eslabones de las cadenas productivas.

El desequilibrio existente en el cambio tecnológico nacional debe modificarse en cantidad y en calidad. Es necesario que se incremente el volumen de patentes surgidas de la propia industria o de la investigación tecnológica que se realiza en la academia. Con ello se fortalecería la producción de bienes de valor agregado, y se dejaría de pensar en fundamentar el desarrollo tecnológico sólo en la transferencia, y el desarrollo económico sólo en la exportación de materias primas o de productos básicos.<sup>27</sup> Es decir, la innovación tecnológica es una condición básica para la configuración de un aparato industrial competitivo.

En términos generales, una política basada en la inversión extranjera fuertemente orientada a la industria de ensamblaje, y las políticas coyunturales de control de la inflación son necesarias, pero deben considerarse, en tanto que coyunturales, como políticas de ajuste. Es decir, deberían ser de corto plazo por necesidad, como parte del contexto estructural del país, y por tanto, sin perder de vista las políticas de desarrollo a mediano y largo plazo.

Horizonte sociocultural. Las condiciones socioeducativas de la formación de científicos se basan, además de los horizontes científico-tecnológico e industrial, en un horizonte



sociopolítico y cultural en donde los espacios y comportamientos de diversos grupos se encuentran en procesos de transformación que es necesario identificar y analizar cuidadosamente. En términos generales, los actores principales o de competencia inmediata para la formación de científicos son el sector industrial, el gobierno federal y la academia; sin embargo, la sociedad civil y las agrupaciones sociales y políticas de todo tipo son de alguna forma actores sociales que están o deben estar involucrados.

Cada uno de los actores directamente involucrados se ha constituido de una forma particular, a través del desarrollo histórico del país que ya se ha analizado. Por un lado, el sector industrial se ha manejado con un grave retraso tecnológico que lleva aparejado el uso intensivo de mano de obra barata, creando problemas en el poder adquisitivo de una buena parte de la población; y por el otro, la rápida absorción de tecnologías de automatización y cómputo, debido a la necesidad de modernizarse, ha provocado una disminución de la oferta de empleo, lo cual es fuertemente resentido por una creciente población demandante de trabajo.

Por su parte, la comunidad científica es muy pequeña, no abarca la gran diversidad de campos científicos en desarrollo, y opera en condiciones institucionales muy limitadas. El mercado académico en que opera sólo sirve como base para el reciclaje de personal, sin que existan posibilidades concretas de que se resuelvan los grandes

problemas a que se enfrenta. Su espacio social está redefiniéndose, ya que ha estado dominado tradicionalmente por la investigación científica (especialmente las ciencias físicas: física, geofísica, astronomía, etcétera). Recientemente han surgido los investigadores en los campos tecnológicos, que demandan reconocimiento y legitimación como científicos.

La reconfiguración de la comunidad científica se ha manifestado en diversas formas: en el Sistema Nacional de Investigadores, en el que el área tecnológica se creó hasta 1986, dos años después de haberse creado el Sistema; en los criterios de contratación de personal en los campos tecnológicos como investigadores y como técnicos académicos; en el valor asignado a los reportes y publicaciones producidos en esos campos; en la discusión sobre el valor social de la ciencia "en sí misma" y de la tecnología "por su aplicación", etcétera.

Además, la comunidad científica, especialmente los investigadores de los campos tecnológicos, alejados de la industria, parecen ilustrar la "brecha cultural" entre investigadores y empresarios que López et al. (1988, 10) detectaron en un estudio sobre la vinculación investigación-industria y, como ellos mismos sugieren, probablemente se trata más de una "brecha tecnológica", esto es, una deficiencia de cultura tecnológica tanto de investigadores como de

empresarios. Meade (1988) coincide en esto último en el caso de los empresarios.

En lo que respecta al gobierno, éste ha ido perdiendo credibilidad poco a poco en cuanto a su capacidad para conducir el desarrollo económico, por más que el actual estado de renegociación de la deuda le permita contar con mayor espacio para maniobrar a corto plazo; prácticamente carece de credibilidad ante la comunidad científica en lo que se refiere al desarrollo científico y tecnológico del país; y no parece satisfacer las demandas de favorecer cambios estructurales en la concepción y el comportamiento del sistema educativo y del posgrado en particular. Los objetivos, estrategias y metas propuestas en el Programa Para la Modernización Educativa 1989-1994 (p. 143-165) son todos deseables, y habrá que esperar los avances que se puedan ir presentando al respecto.

Por su parte, la sociedad civil en general carece de una cultura científico-tecnológica sólida que le permita participar más adecuadamente, en este complejo proceso de desarrollo científico-tecnológico.

Debido a que se plantea como deseable la articulación entre investigación científica e investigación aplicada y la investigación tecnológica para un desarrollo tecnológico más adecuado, es necesaria la participación de los diversos

sectores mencionados, superando los obstáculos de apreciación que impiden acuerdos de diverso nivel (López et al., 1988, 8-10): los empresarios dudan en establecer una vinculación estrecha con la universidad debido a los problemas de inestabilidad que ésta tiene (paros, huelgas, movimientos sindicales, estudiantiles, etcétera), idea que también se percibe entre los académicos; tanto empresarios como académicos reclaman propiedad de la tecnología que se pueda desarrollar; y se solicita estricta confidencialidad especialmente relacionada con la transferencia de tecnología, situación que parece contradecir el interés académico de publicar los logros parciales o finales de sus trabajos; los académicos temen que este tipo de convenio pueda incidir negativamente en la actividad científica, y que además estas actividades no se consideren realmente como actividades científicas al interior mismo de la institución. Entre ambos parece haber una brecha cultural, como mencioné anteriormente.

El establecimiento conjunto de políticas de desarrollo científico y tecnológico tendría más sentido y las decisiones derivadas sobre áreas prioritarias de desarrollo científico y tecnológico, inversión en capital de riesgo por parte de la industria y la banca, y sobre el gasto educativo para la constitución de una estructura científica y tecnológica más sólida, tendría mayor impacto en la sociedad civil. La toma de decisiones tiene que darse de acuerdo con políticas

de carácter intersectorial, y requiere de una amplia negociación a partir de problemas sociales, económicos, financieros, técnicos, etcétera. Es decir, se necesita un enorme esfuerzo de búsqueda de consenso entre el gobierno federal, conductor del proceso de desarrollo, el sector privado y la academia.

Para ello, debe modificarse la concepción sectorial de la ciencia y la tecnología. Es necesario concebir a la ciencia y la tecnología como elementos integrados e inherentes al proceso de producción; como un elemento alimentador del proceso educativo en sus diversos niveles escolares; y como un elemento con valor social en sí mismo. Debido a que esta triple dimensión de la ciencia y la tecnología existe en condiciones históricas, sociales e institucionales concretas, es necesario abordarlas en su contexto particular, de manera que sea posible analizar las conexiones existentes entre esas tres dimensiones con mayor claridad. Si se ve en esta forma, como un todo articulado, se facilitará el establecimiento de políticas y estrategias realistas, que den respuesta concreta a las necesidades de la sociedad, en las tres dimensiones: la investigación vinculada con la industria, la investigación en la academia y la investigación vinculada al posgrado.

La figura 3 representa las tres dimensiones de la ciencia y la tecnología, ancladas en un factor estructurante del pro-

ceso social de un país como el nuestro: las necesidades sociales de acuerdo con un proyecto nacional de desarrollo. Las redes que atraviesan los cuatro ámbitos ilustran algunas relaciones posibles entre ellos: ramas industriales respondiendo a demandas sociales, programas de investigación en la industria o en la academia respondiendo a demandas de la industria o planteándole problemas nuevos, y programas de posgrado respondiendo a demandas de personal altamente especializado en una amplia gama de modalidades. La participación de cada uno de los niveles no debería ser sólo reactiva por supuesto, sino altamente creativa y propositiva. No se ilustran las relaciones posibles en cada nivel por razones de claridad en la figura, pero deben existir.

La figura 4 ilustra las formas de intersección de un sistema de posgrado integrado a partir de estas ideas: el sistema educativo de posgrado formará investigadores en ciencias naturales (investigación científica: IC), investigadores en los campos tecnológicos (investigación tecnológica: IT) y profesionales en desarrollo tecnológico (DT). No obstante, su formación deberá estar estructurada en tres niveles: básica (IC), básica relacionada con la investigación tecnológica (IC/IT) o con el desarrollo tecnológico (IC/DT), y básica relacionada con la investigación y el desarrollo tecnológico (IC/IT/DT).

En realidad se trata de tipos de profesionales según su orientación: científicos en ciencias naturales a nivel teórico básico: matemáticos, computólogos, físicos, biólogos, etcétera (sección A de la figura 5); científicos con una formación tecnológica, que conozcan y manejen métodos experimentales, métodos matemáticos, ingeniería en hardware y software: computólogos, ingenieros en electrónica, ingenieros en química básica, etcétera (sección B); científicos con una formación tecnológica sólida de aplicación, con conocimiento de ingeniería de proyectos, diseño, desarrollo experimental, normatividad, gestión, etcétera (sección C); y un tipo casi ideal, que podría lograrse a nivel de doctorado, que integraría las características de los tres tipos anteriores (sección D de la figura tres). La configuración de las partes complementarias es similar, con énfasis en la orientación correspondiente (investigación tecnológica o desarrollo tecnológico, como se presenta en la figura 4).

Esta concepción implica cambiar el carácter exageradamente disciplinario y desintegrador de la formación profesional, por una formación profesional de excelencia con una visión integradora de la problemática teórica, técnica y contextual del campo. Es preciso que se redefina la naturaleza y el rol del posgrado en este conjunto de dimensiones, de manera que se pueda determinar con claridad lo siguiente: (a) las maneras en que los programas permitirán la formación de cien-

tíficos en el país; (b) qué tipo de problemas teóricos y prácticos van a abordar, con una profunda orientación por la producción de conocimiento científico y tecnológico; y (c) cómo se van a formar los profesionales que van a resolver problemas teóricos y prácticos, pero con una sólida base científica para orientarse hacia la innovación tecnológica. Además, establecer los programas de excelencia que permitirá que científicos y profesionales se formen como docentes de alta calidad para la propia educación superior, en sus niveles profesional y de posgrado.<sup>[10]</sup> Por supuesto, también debe cambiar el actual comportamiento institucional con respecto al posgrado y la investigación, buscando crear mejores condiciones para que tanto la investigación como el posgrado tengan una relación más estrecha con el aparato productivo en los campos que así se requiera.

Todo esto implica el inicio de una discusión abierta sobre varios puntos críticos, a saber:

(a) El papel que tienen la universidad y las instituciones de educación superior (IES) en general, como espacio social privilegiado para la formación de científicos en las ciencias naturales y en los campos tecnológicos, por ser un espacio social que permite, a partir del principio de libertad académica, la libre expresión de las ideas, en el contexto de las intersecciones ilustradas en la figura 4.



Se ha reducido el concepto de libertad académica a la libertad del individuo para decidir, de acuerdo con sus propios criterios y valores, apoyado en la lógica interna del método científico y la temática de la investigación, como si las condiciones de producción del conocimiento fueran ajenas a las mediaciones institucionales y su contexto multidimensional. Debe recuperarse la idea de que la libertad académica es investigar (y enseñar), libre de ataduras políticas, administrativas y burocráticas para alcanzar los propósitos de conocer y explicar la realidad.

(b) Los alcances de la investigación tecnológica en la universidad, como espacio privilegiado de la producción de conocimiento científico y tecnológico, ya que éste último, como se ha mencionado, es en la actualidad un insumo fundamental para la producción; la investigación tecnológica y el desarrollo experimental de diseños, programas, algoritmos, materiales, prototipos de planta, de maquinaria, de instrumentos y de equipo, así como la eventual generación de patentes, tienen sentido solamente cuando son un componente esencial de las cadenas productivas, por lo que es importante llegar a definiciones específicas al respecto.

La investigación tecnológica es la práctica científica de un grupo social que, por carecer de condiciones para ubicarse en la industria (o en los lugares pertinentes que los vinculen con el aparato productivo), han generado un espacio

social a través del surgimiento de la profesión académica. Es decir, los desequilibrios en la estructura del empleo generados por los desequilibrios en la estructura económica (entre ellos, la baja demanda de tecnología nacional), favoreció el surgimiento de la "profesión académica", que incluye a profesores e investigadores en los campos tecnológicos sin vinculación con la industria. Sin embargo, el espacio social de este grupo que reclama ser científico, no está legitimado como tal todavía, y constituye una dimensión de uno de los "problemas modernos" de la educación superior (véase capítulo 3, sección 3.1).

(c) La investigación científica tiene una dinámica propia en la medida que es un proceso de búsqueda de conocimiento, cuyo resultado no es predecible ni mucho menos definible con el criterio de utilidad, como podría ser el caso de la investigación tecnológica; es importante que se siga desarrollando investigación básica de frontera en el espacio universitario, y fortalecer la investigación básica que se pueda vincular con proyectos concretos de investigación tecnológica en condiciones industriales.

(d) Es necesario que se discuta la actual configuración institucional de la universidad, que ha separado física, ideológica y culturalmente a la investigación de la formación profesional; esta configuración ha generado una estructura administrativa y laboral que entorpece y obstruye la

interacción entre ambas prácticas, y se manifiesta en estatutos, reglamentos, procedimientos administrativos y escolares, diseños curriculares, etcétera.

(e) Desde el punto de vista de política educativa para la formación de científicos, es necesario tener una concepción más flexible y crítica de ciencia, tecnología e investigación, de manera que los diseños de planes y programas de estudios de posgrado no sólo cubran perfiles profesionales que administran y reproducen tecnología, sino que provean las condiciones intelectuales (conocimientos, habilidades, visión clara de los problemas) para la generación de tecnologías en el espacio académico y en el espacio industrial.

(f) Los programas de formación de posgrado deben tener un fuerte componente de investigación, para lo cual se requiere que los investigadores participen en su diseño, implantación y operación; también se requiere por supuesto, que los programas de posgrado se diseñen con base en programas de investigación, y que éstos a su vez estén clara y directamente articulados con los problemas que existen en el aparato productivo.

(g) Se debe detener la creación desordenada de programas cuya calidad no es satisfactoria; detener el crecimiento desordenado de la matrícula; favorecer la movilidad interinstitucional de los estudiantes, es decir, contar con

sistemas compatibles de acreditación entre instituciones, dependencias y programas, apoyados con sistemas escolares ágiles, para que el estudiante pueda optar por cursos y seminarios debidamente acreditados en los programas que ofrezcan la mejor calidad en el campo.

(i) La universidad debe ser un agente provocador del pensamiento: no sólo informar de los logros de la ciencia mediante la docencia (que en muchas ocasiones es una práctica organizada de difusión cultural en forma continua) o aplicar tecnologías, sino participar en el proceso de generación de una cultura científica y tecnológica más sólida en el país.

(j) Las formas de allegarse más recursos para la operación de los programas institucionales de formación de científicos y de la investigación, ya sea exigiendo mayor presupuesto a las instancias gubernamentales involucradas, o generando recursos propios a partir de sus servicios de asesoría, consulta, formación y desarrollo de proyectos en vinculación con el aparato productivo en sus diversos sectores.

En suma, se requiere un cambio de concepción y una reconfiguración de las acciones institucionales en todos los niveles, de tal manera que se puedan superar los cuatro problemas fundamentales del posgrado, que presenté en el capítulo primero: expansión violenta, crecimiento desorde-

nado, desajustes estructurales del mercado académico y desvinculación con la investigación y el aparato productivo.

### **Los retos en la formación de científicos**

El análisis de la problemática interna de la investigación y el posgrado, y del horizonte científico-tecnológico, industrial y sociocultural, permiten afirmar que: (a) la actual configuración del posgrado constituye un conjunto inadecuado de condiciones para dar respuesta a la formación de científicos ante las necesidades del desarrollo científico y tecnológico del país; y (b) que el llamado sistema de ciencia y tecnología, fuertemente cargado hacia la academia, carece de las condiciones estructurales adecuadas para dar respuesta a esas mismas necesidades de desarrollo.

De esta forma, hay que señalar que si se desea entender el proceso de formación de científicos en forma integral, será necesario incluir en la discusión los siguientes problemas:

a) Sobre el uso y generación de tecnologías alternas que hagan eficientes los procesos productivos pero que no desplacen indiscriminadamente la oferta de empleo, bajo políticas

selectivas, tomando en cuenta las bondades de la combinación pertinente de tecnologías en un determinado proceso de producción.

b) Orientar la investigación tecnológica hacia la producción de materiales nuevos, previendo la generalización de la aplicación de las nuevas tecnologías en la producción.

c) Innovar, tecnológicamente, los sistemas de producción o los productos.

El establecimiento de políticas de desarrollo científico y tecnológico con base en estos elementos como objetivos, implica apoyar el desarrollo de tecnologías propias y el surgimiento de una base o masa crítica para que ese desarrollo se dé. Es decir, apoyar la investigación en la industria y en la academia, y apoyar el posgrado.

De esta manera, el reto de la formación de científicos en el posgrado es modificar las actuales condiciones que obstruyen el flujo escolar: establecer sistemas de acreditación precisos y flexibles, especificar las alternativas de titulación de acuerdo al tipo de formación y su perfil profesional, racionalizar la matrícula por campo científico, etcétera. Con ello se mejorarían los índices de eficiencia terminal y de titulación, la distribución por campo cienti-

fico y la proporción de estudiantes de posgrado que podrían ingresar a la investigación formal, fortaleciendo tanto la investigación científica y tecnológica como la calidad de la docencia del propio posgrado.

No obstante, el efecto deseado a partir de estos cambios no es solamente mejorar la actual situación en términos de más estudiantes de posgrado con título, ni mucho menos crear entidades institucionales que no van a funcionar.<sup>17</sup> Se trata de resolver, por supuesto, los problemas de flujo escolar (ingreso, promoción, titulación), de planeación educativa (demanda, flujo, seguimiento), de organización académica (académias de profesores, superación), de organización académico-administrativa (selección y promoción de personal académico, programas de investigación, programas de vinculación con el entorno), etcétera. Pero todos esos cambios serán insuficientes si no están basados en un cambio de concepción del posgrado, ya impostergable, de manera que se generen las condiciones para que éste sea un elemento importante en las políticas globales para cumplir, entre otros, los objetivos de desarrollo tecnológico mencionados arriba.

El siglo XXI está muy próximo, y el rezago de científicos, ingenieros y profesores de posgrado es muy grande. Las necesidades del país para competir en un marco internacional socioeconómico altamente desarrollado y competitivo, aunado

al interés por ser un país mejor educado y con cultura científica y tecnológica más sólida, requieren de atención inmediata. Es necesario establecer políticas selectivas de apoyo al posgrado, a la ciencia y la tecnología, que se encuentren en estrecha relación con políticas intersectoriales realistas e integrales. A continuación mencionaré algunos elementos de política que pueden servir como plataforma para abordar esta problemática compleja.

#### **Elementos de política para el desarrollo del posgrado, de la ciencia, y de la tecnología**

La ciencia, la tecnología y la educación en el posgrado no van a resolver los enormes problemas a los que se enfrenta el país, pero las acciones a corto, mediano y largo plazo que se lleven a cabo servirán para integrar los mecanismos de una economía más articulada para satisfacer las necesidades económicas, sociales, educativas y culturales del país.

El desarrollo tecnológico permitirá modificar los sistemas de producción en todos los niveles, modificando a su vez los principios en que se basa la formación de científicos en la actualidad. El posgrado tendrá que reformularse en este contexto, defendiendo la libertad académica, pero integrán-



dose mediante formas novedosas a ese proceso.

Así, de entre las múltiples estrategias que se podrían establecer, las tres siguientes tienen una gran relevancia para el país, requieren atención inmediata y su aplicación es definitivamente impostergable:

a) Redefinición y apoyo de programas de posgrado con base en criterios de excelencia y potencial.

b) Vinculación del posgrado, la investigación y el sector productivo, de acuerdo con los requerimientos y necesidades de la sociedad.

c) Desconcentración de la investigación a partir de necesidades regionales.

Estas tres estrategias están estrechamente relacionadas y las decisiones que se puedan tomar sobre el posgrado deberían hacerse con base en las tres, en forma conjunta. A continuación se describen estas estrategias que deberían reorientar el posgrado y la investigación hacia una dirección más pertinente con las necesidades del país, superando los problemas que ahora presenta.

Redefinición y apoyo de programas de posgrado con base en criterios de excelencia y potencial. La implantación de esta estrategia se haría identificando programas de posgrado por campo científico en áreas de atención prioritaria para el país, de acuerdo con su calidad académica. Algunos aspectos e indicadores que se pueden tomar en cuenta para este propósito son los siguientes: líneas de investigación; relaciones existentes con el sector productivo; resultados concretos de los convenios con ese sector; programas de investigación; sistemas de selección y promoción de personal docente; perfil del personal docente (grado académico, experiencia en investigación, docencia y profesional); productividad (individual y grupal); curriculum (perfil profesional del egresado, estructura interna); matrícula; participación de estudiantes en programas de investigación; eficiencia terminal; seguimiento de egresados; difusión del programa; reconocimiento nacional e internacional; necesidades inmediatas y mediatas para consolidarse o desarrollar su potencial.

La figura 6 muestra algunas interrelaciones entre necesidades sociales, investigación, producción y posgrado que, analizadas desde el punto de vista de los aspectos anteriormente mencionados, pueden servir como criterios de evaluación del posgrado, y llevar a cabo estas estrategias. Con ello se satisface el deseo de apoyar la investigación

científica, la investigación tecnológica y la formación profesional (figura 5), y se posibilita el surgimiento de centros de investigación en la academia (en ciencia y en tecnología), de centros de investigación patrocinados por el gobierno federal, o de centros de investigación patrocinados por el sector privado.<sup>[10]</sup>

Se trata de apoyar programas que cuenten con la capacidad o potencialidad de hacer investigación sólida y de establecer vinculaciones concretas con grupos de investigación que cuenten con características similares en el campo. Se requiere fomentar la incorporación de estudiantes de posgrado, no sólo de doctorado, a proyectos de investigación. Es necesario reconsiderar la situación de los programas de formación de investigadores que no están asociados a la investigación, apoyándolos para que se asocien o se conviertan en grupos fuertes de investigación. Todo esto implica dar apoyo a grupos de investigación más avanzados en subcampos científicos, seleccionados mediante políticas amplias y flexibles que permitan la integración entre posgrado e investigación.

En la actualidad, los objetivos de la mayoría de los programas mezclan objetivos propios de niveles académicos diferentes (especialización, maestría y doctorado), terminando por ofrecer una educación que se parece más a un complemento de la formación profesional que se da en licen-

ciatura, que a un posgrado en sentido estricto. Esta situación implica precisamente la clara y precisa definición de la naturaleza de los programas de posgrado, por medio de la cual se puedan establecer las diferencias, y las intersecciones posibles, entre la formación de investigadores en ciencias naturales, la formación de científicos en los campos tecnológicos, y la formación de profesionales para integrarse al desarrollo tecnológico.

La definición de programas de posgrado y sus líneas de investigación, así como el apoyo a grupos constituidos en los términos anteriores, requiere por supuesto de condiciones institucionales propicias, dentro de un marco realista y con características operativas favorables, y mayor financiamiento. Todo ello a su vez requiere de voluntad política de las instancias involucradas en este proceso. Además, es necesario superar una visión simplista del financiamiento que lleva a distribuir el presupuesto a instancias institucionales que manejan la docencia y la investigación en forma completamente separada, cuando deberían verse en conjunto.

En este contexto, es impostergable la definición de programas de posgrado que incidan directamente en los sectores económicos asociados a necesidades básicas de la población como salud, vivienda y alimentación, no solamente en el plano de la formación de profesionales y personal

especializado, sino en el plano de la investigación.

Vinculación entre posgrado, investigación y sector productivo, de acuerdo con los requerimientos y necesidades de la sociedad. Identificada la relación directa entre cierto subsector y las características de los problemas que se derivan de las necesidades básicas, es posible canalizar apoyos específicos a áreas seleccionadas del sector productivo, a través de proyectos de investigación científica y tecnológica, utilizando los recursos materiales y la masa crítica existentes. La búsqueda de estas relaciones no es simple, no obstante, éstos son los elementos que sustentan las posibilidades de integración entre demandas sociales, producción, investigación y posgrado (véase la figura 1 del capítulo 3; ésta primera identificación aborda el problema de las demandas latentes en la sociedad y el aparato productivo). La figura 6 ilustra algunas relaciones entre necesidades sociales, investigación, producción y posgrado. Dentro de las áreas de investigación se pueden identificar grupos de excelencia y subáreas de consolidación o que requieren apoyo para desarrollar su potencial a corto plazo. Todo esto debe apuntar a terminar con la política de crear grupos de investigación sin apoyo permanente, cuyo efecto no deseado es la multiplicación de grupos débiles por falta de personal académico de alto nivel y de recursos de todo

tipo. A los grupos de excelencia se ligarian los programas de posgrado en particular.

La estrategia de vinculación del posgrado con la investigación tiene que extenderse a la vinculación investigación-industria en los campos que así lo requieren. Esta estrategia más integral implica identificar subcampos científicos y tecnológicos en donde se vea una articulación existente o deseable entre grupos de investigación de alto nivel (o que requieren apoyo inmediato para lograrlo) y necesidades industriales específicas.

Estos elementos constituyen el marco para el análisis más detallado que tiene que ver con la naturaleza de los proyectos de investigación tecnológica que están en desarrollo y que deben apoyarse, o los que deben iniciarse. Waissbluth et al. (1988) describen la experiencia de la UNAM, que es ilustrativa al respecto. En estos casos, es importante ver la ubicación contextual de los llamados problemas prácticos, de manera que la investigación que se realice en las instituciones de educación superior sea parte o genere líneas sistemáticas de investigación y no sólo estudios ad hoc. Sin negar la importancia de este tipo de estudios, generalmente de corto plazo, es claro que no necesariamente conducen a la producción articulada de nuevo conocimiento científico o tecnológico.

Así, es necesario que industrias, universidades, conglomerados de industrias o universidades, creen unidades de vinculación y gestión tecnológica para que, como afirma Díaz (1989, 5):

los diversos componentes del sistema tecnológico discutan qué hacer y cómo, por qué de ese modo particular y quiénes serán los responsables del proyecto de innovación tecnológica. Como se puede deducir, las unidades de vinculación, para serlo, tienen que ser instancias de planeación e integración: han de planear y construir escenarios donde se desarrollen los distintos pasos y se resuelvan los variados problemas de cualquier proceso de innovación; y han de integrar a los componentes del sistema tecnológico. En donde integración... se define como el grado en que las necesidades, demandas, objetivos y/o estructuras de un componente son consistentes con las necesidades, demandas, objetivos y/o estructuras de otro componente. El término de integración se refiere claramente a una medida de adaptación y grado de interrelación entre los componentes de un sistema tecnológico en función de una meta común: la innovación tecnológica exitosa.

Los sistemas tecnológicos están constituidos por los conocimientos científicos (teorías y métodos de análisis), procedimientos sistemáticos (conceptos, algoritmos, lenguajes, diseños), procedimientos empíricos informales (habilidad y experiencia personales de los involucrados), infraestructura (maquinaria, herramientas, equipo), sistemas organizacionales (organización interna y de vinculación), políticas (de micronivel: por proceso o unidad organizacional, y de macronivel) y por supuesto, personal (académico, de desarrollo tecnológico, organizacional,

educativo). Así, la gestión tecnológica, actuando sobre los componentes del sistema, facilitaría la vinculación entre investigación e industria, favoreciendo la creación de condiciones para una mejor vinculación con el posgrado. Weissbluth y Solleiro (1989) han planteado algunas condiciones institucionales mínimas para que se dé un proceso más ágil de gestión: sólida capacidad de investigación, normatividad clara, espacio institucional para una entidad de gestión (sea este un programa, un centro, una dirección), clara visión de las implicaciones académicas de esta tarea, programas de entrenamiento en gestión tecnológica, etcétera.

Desconcentración de la investigación a partir de necesidades regionales. Los esfuerzos del gobierno federal en materia de desconcentración (Márquez, 1982; Ciencia y tecnología. Evolución y perspectivas, 1988) han tenido cierto impacto a partir de los años setenta. De acuerdo con Jiménez (1988, 12), alrededor del 63% de las instituciones de investigación del país se encuentran localizadas fuera de la zona metropolitana de la ciudad de México. Esta nueva distribución se debe a que el 50% de las instituciones existentes en provincia fueron creadas en 1971 o después.

Sin embargo, todavía el 51% de las instituciones de la ciudad de México (el centro) cuentan con entre 51 y 200 inves-



tigadores (alrededor del promedio de investigadores por institución que es de 108, de acuerdo con los datos presentados en el capítulo anterior), por solo 16% de las de provincia (la periferia) (Jiménez et al., 1986); 12% de las instituciones centrales cuentan con entre 11 y 15 grupos de investigación (alrededor del promedio nacional, igual a 13.2; véase el capítulo anterior), por solo 4% de las periféricas (id., 19); el 60% de las instituciones centrales lleva a cabo más de 21 proyectos (el promedio nacional es de 103; véase el capítulo 4), mientras que sólo el 21% de las periféricas tienen esa cantidad de proyectos (id., 20).

En general, los grupos de investigación de los periferia tienen menos recursos y personal, menor proporción de personal con doctorado, menor nivel de publicación de artículos y también de asesorías científicas y técnicas; además, el prestigio internacional favorecen a los grupos de investigación del centro (id., 12).

Es notable el desequilibrio con respecto a estos indicadores entre TCA y TCM con respecto a los otros campos (CEN, CSH y TCI) al analizarlos con el criterio centro-periferia. Este desequilibrio es particularmente preocupante ya que se trata de dos campos de gran importancia para el país (Jiménez y Campos, 1987, 9). De acuerdo con Jiménez et al. (1989, 12), la situación ha terminado por convertirse en una "distribución de tareas", en la investigación que se realiza

en México, ya que en el centro parece haber una orientación por las ciencias básicas y naturales, y por tanto, por la "gran ciencia", la ciencia determinada internacionalmente, mientras que la investigación en la periferia se dedica más a las aplicaciones, con alguna relevancia para las necesidades socioeconómicas regionales. Esta dualidad se puede explicar a partir del desarrollo científico-tecnológico ya analizado, que encerró a la investigación científica en la academia, fuertemente orientada hacia la investigación que era posible hacer (ciencia básica, teórica), con un incipiente desarrollo de la investigación tecnológica también dentro de la academia, y en los centros de investigación y asistencia tecnológica que surgieron a partir de los años setenta, patrocinados por el gobierno federal (Ciencia y tecnología. Evolución,... 1988). Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, "los datos permiten afirmar que no han tenido el debido respaldo en infraestructura que les permita ubicarse como unidades de primera categoría. En otras palabras, se han fundado unidades 'secundarias'... y se verifica que /esta/ condición... en virtud del efecto Mateo, se hace permanente" (Jiménez et al., 1988, 13-14).

La discusión anterior muestra la necesidad de incluir el criterio de "regionalización" al replantear las políticas de apoyo a la investigación científica a lo largo del país. Los cambios que se generen al respecto repercutirían en forma importante en la distribución regional de los posgra-

dos, ya que no debemos olvidar que la política de descentralización implica mucho más que resolver un problema de concentración geográfica. En realidad esta tercera estrategia implica tomar el criterio de redefinición del posgrado (primera estrategia) y vincularlo con la investigación y el sector productivo (segunda estrategia); de manera que los grupos de investigación y los programas del posgrado, en forma integrada, cubran el triple propósito de investigar, educar y satisfacer demandas del sector productivo.

La implantación de estas estrategias debe hacerse con base en plazos predeterminados, por ejemplo a dos o tres años ("corto"), a cinco o seis años ("mediano") y a más de seis años ("largo"), con el propósito de actuar en perspectiva, con una visión global (largo plazo), y contar con criterios o puntos de referencia en el desarrollo de los mismos (corto y mediano plazos). Así, se podrían movilizar mecanismos específicos de análisis y evaluación continuos.

Algunos objetivos que especifican áreas o aspectos de interés se listan a continuación, de acuerdo con los plazos anteriores, tratando de que cada uno de ellos sea un componente referencial para una o más de las tres estrategias a la vez.

Corto plazo:

Identificar las características y la magnitud de problemas nacionales específicos en materia de alimentación, salud, vivienda, vestido, transporte, educación, etcétera.

Elaborar un diagnóstico completo de la ciencia, la tecnología y el posgrado.

Identificar grupos de investigación de excelencia y programas de posgrado de alta calidad por campo y subcampo científico y por líneas de investigación, que se puedan vincular a las necesidades socioeconómicas identificadas.

Establecer prioridades de investigación y de formación de científicos e ingenieros en los campos y líneas identificadas, apoyando a aquellos grupos y programas ya consolidados y los que requieren apoyo inmediato por su potencial a mediano plazo.

Definir lineamientos y estrategias para el proceso de desconcentración territorial de acuerdo con la identificación de necesidades socioeconómicas y la capacidad instalada de investigación y desarrollo industrial por región, siempre tomando en cuenta la constitución de grupos de investigación y de programas estructurados de posgrado.

Promover proyectos de investigación que fortalezcan la actividad de los grupos y los programas establecidos, apoyados mediante un compromiso institucional (federal, estatal, institucional) a largo plazo.

Establecer formas de vinculación entre industria, investigación y el posgrado que permitan mayor flujo de financiamiento hacia estos dos últimos sistemas.

**Mediano Plazo:**

Evaluar el impacto del desarrollo científico y tecnológico y la formación de científicos e ingenieros en el logro continuo de los objetivos establecidos.

Establecer criterios para la identificación de nuevas líneas de investigación de acuerdo con el desarrollo de los campos de conocimiento y las nuevas características que puedan tomar los problemas surgidos de las necesidades nacionales, en general y por región.

Promover mecanismos permanentes de comunicación en la investigación mediante actividades académicas (eventos, intercambio) y equipo (medios avanzados de comunicación electrónica).

### Largo plazo

Fortalecer la vinculación entre investigación, posgrado y desarrollo tecnológico en la industria.

Fortalecer la comunidad científica nacional en términos cualitativos, mediante el apoyo a la investigación de frontera y de excelencia, y cuantitativos, mediante el apoyo amplio en varios frentes y a través de mayor financiamiento.

Fortalecer el posgrado nacional en términos cualitativos, mediante el apoyo a los programas de alta calidad, y cuantitativos, mediante el apoyo en varios frentes y a través de mayor financiamiento.

Colocar al posgrado en condiciones de responder a la demanda de formación de científicos y docentes de calidad, y a la investigación en condiciones de responder a las demandas de desarrollo científico y tecnológico del país.

La implantación de estrategias como las que he propuesto se favorecerían si existiera un cuerpo colegiado multidisciplinario, formado por personas que entiendan la problemática

económica, la educativa y la de ciencia y tecnología, apoyado por grupos de trabajo por áreas específicas. Este cuerpo colegiado tiene que ser muy funcional y contar con apoyo logístico, tener capacidad de decisión para instrumentar estrategias de apoyo al desarrollo del posgrado y la investigación; tener espacio político para discutir las decisiones que se han de tomar, en el contexto de las políticas globales de desarrollo social; asesorar y evaluar el desarrollo de los programas establecidos de acuerdo con las instancias y participantes involucrados (instituciones de educación superior, centros de investigación); así como asesorar al Ejecutivo y al gabinete económico en materia de educación superior, y del posgrado en particular, de ciencia y tecnología.<sup>123</sup>

La implantación de estrategias como las que he planteado en este trabajo abriría nuevas posibilidades para el desarrollo del complejo encadenamiento de procesos involucrados en la construcción del conocimiento científico y tecnológico, de la formación de científicos de alto nivel en ambos campos, y de la aplicación de ese conocimiento en el aparato productivo.

En este marco general no se elimina la libertad académica de investigar y enseñar. La investigación básica, muy teórica, en ciencias exactas y naturales, tiene que incluirse, como ya he mencionado. La investigación en

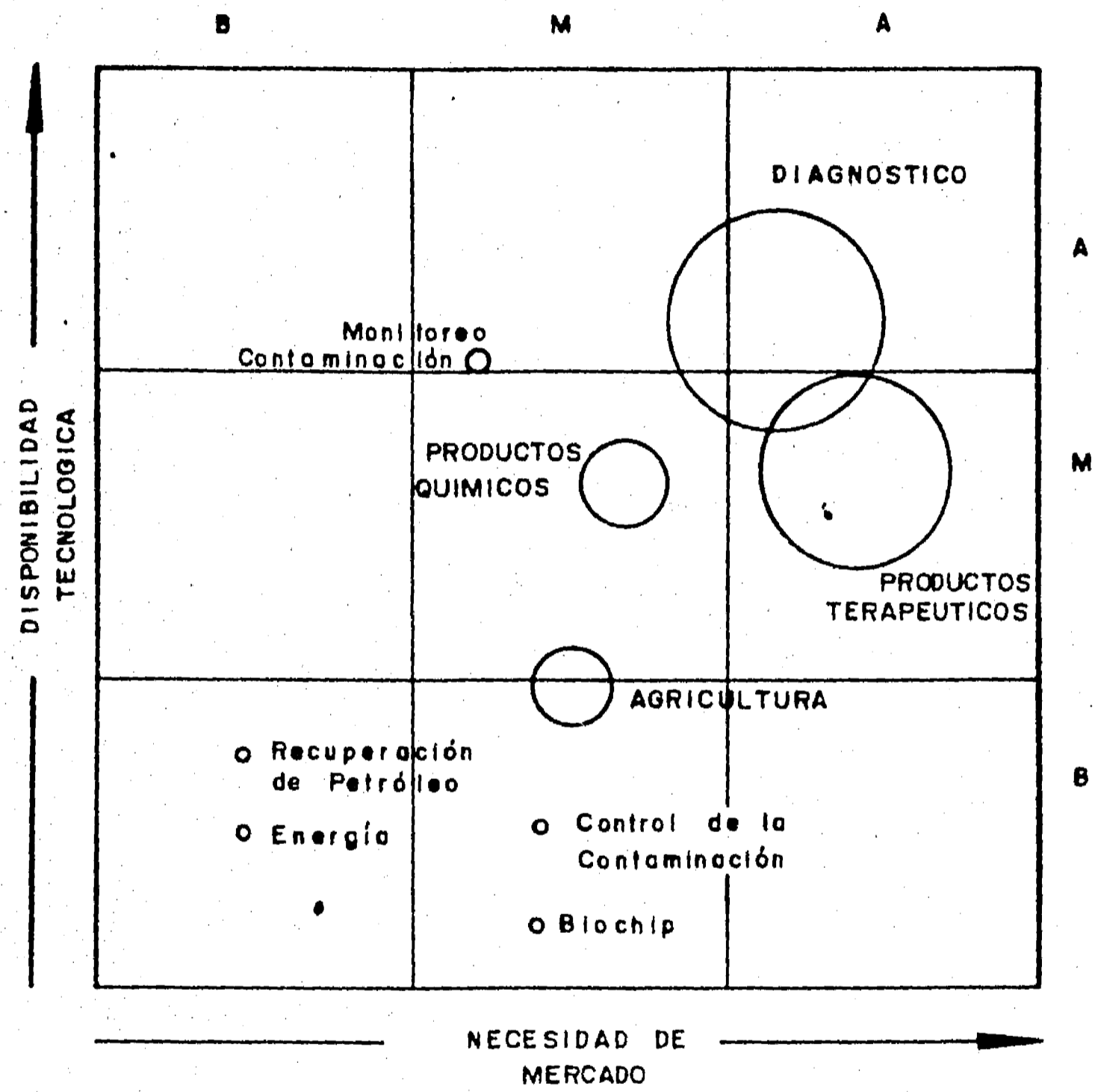
ciencias sociales, cuyos resultados no son necesariamente aplicables, o aplicables en forma inmediata en el sector industrial, tiene una indudable importancia por su valor descriptivo y explicativo de la problemática estructural del posgrado, la investigación, y el desarrollo tecnológico (entre muchos otros temas propios de esas disciplinas), en sus dimensiones económica, social, política, cultural y educativa, y de las condiciones que los determinan. La investigación en ciencias sociales también es necesaria porque aborda problemas de micronivel en lo que se refiere al comportamiento de unidades organizacionales más específicas (instituciones de educación superior, programas de posgrado, centros de investigación, etcétera), todo ello para entender mejor la problemática como la que ahora me ha ocupado. Por ello, debe apoyarse con la misma intensidad que se le daría a las ciencias naturales y los campos tecnológicos.

De esta manera, la investigación básica en ciencias naturales se fortalecería, especialmente en campos de excelencia; la investigación tecnológica sería reconocida y fortalecida como ciencia y como práctica social, al fortalecer su vinculación específica con el aparato productivo; se superaría la actual situación de la investigación, que la reduce a un proceso de construcción de conocimiento que se justifica por su pureza o que apunta a mercados potenciales no concretos; y también se superaría la actual situación del



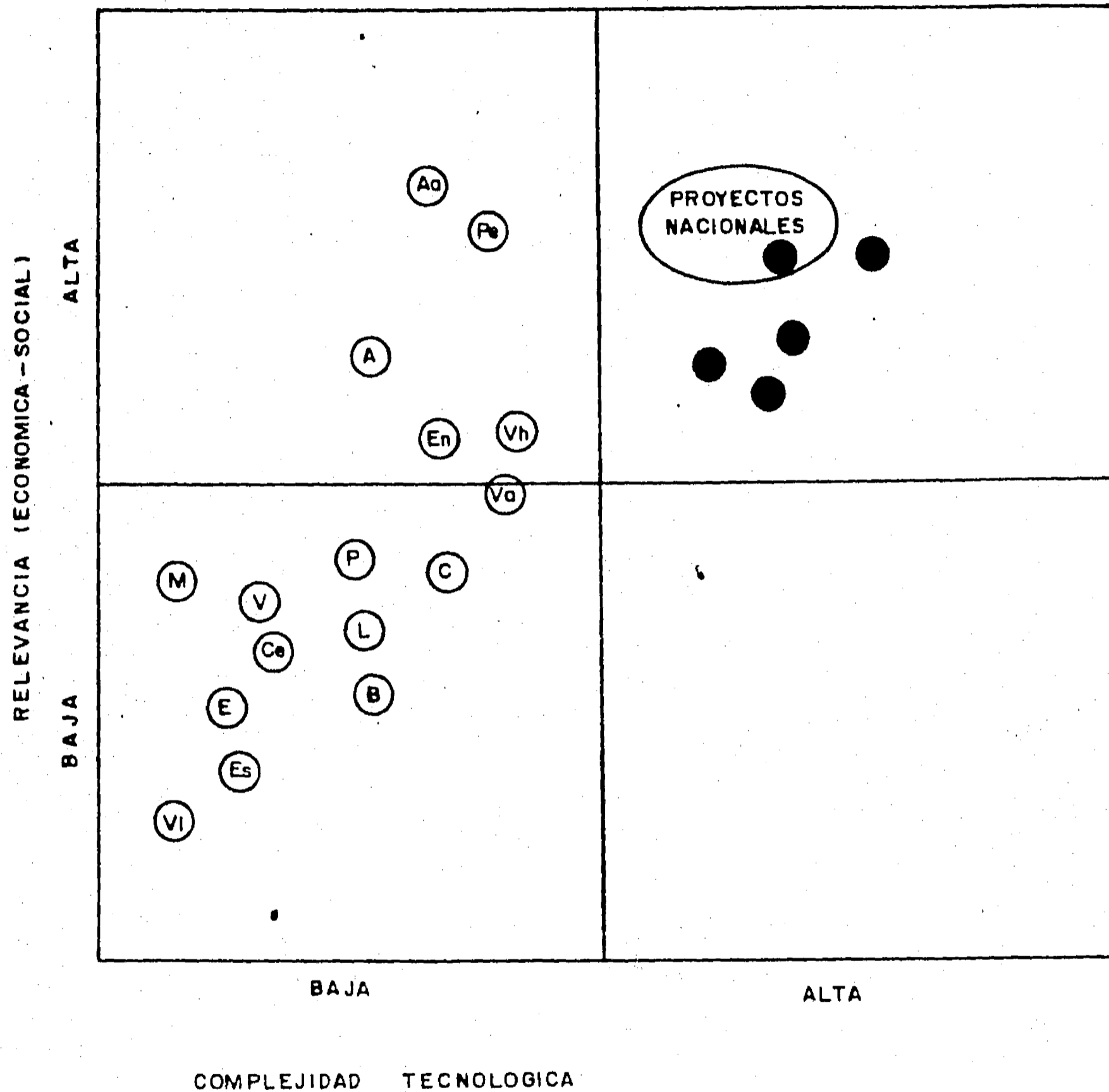
posgrado, que lo reduce a una formación de profesionales orientada mercados potenciales encerrados en la academia y sin capacidad para la innovación tecnológica.

FIGURA 1. PERFIL DE DISPONIBILIDAD TECNOLÓGICA Y NECESIDADES DE MERCADO PARA DIVERSOS SECTORES DE APLICACION BIOTECNOLOGIA



B : Bajo  
M : Medio  
A : Alto

FIGURA 2. POSICION TECNOLOGICA Y DE MERCADO DE LA BIOINDUSTRIA MEXICANA



A : Antibióticos  
 Aa: Aminoácidos  
 B : Biofertilizantes  
 C : Acido cítrico  
 Ce: Cerveza  
 E : Etanol  
 En: Enzimas  
 Es: Ensilajes

L : Productos lácteos  
 M : Melano  
 P : Levadura para pan  
 Pe: Penicilina  
 V : Vinos  
 Va: Vacunas animales  
 Vh: Vacunas humanas  
 Vi: Vinagre

● Nuevas empresas

FIGURA 3. RELACIONES EN LA PROBLEMATICA SOCIOEDUCATIVA DEL POSGRADO

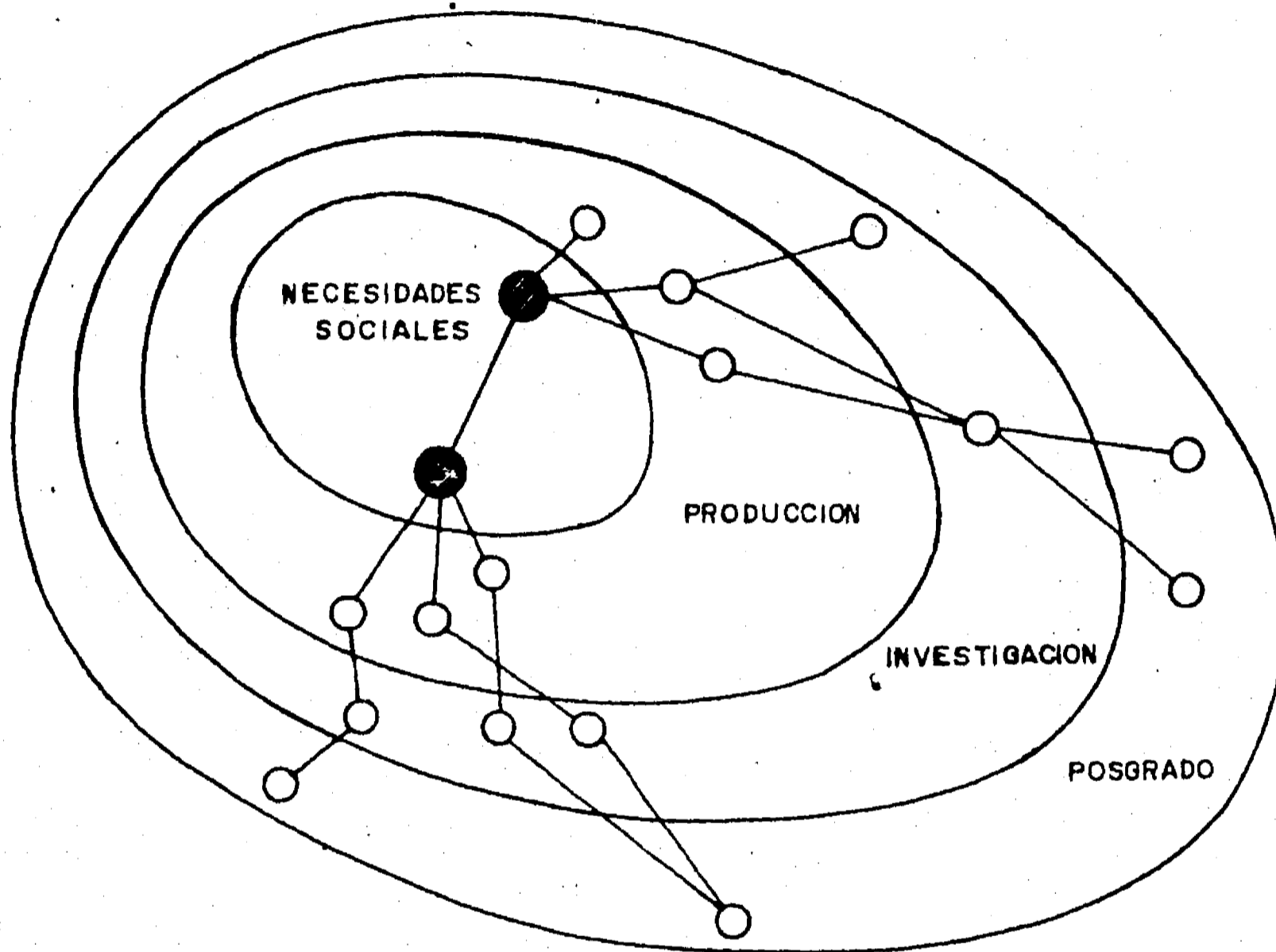


FIGURA 4. CAMPOS DE FORMACION DE CIENTIFICOS

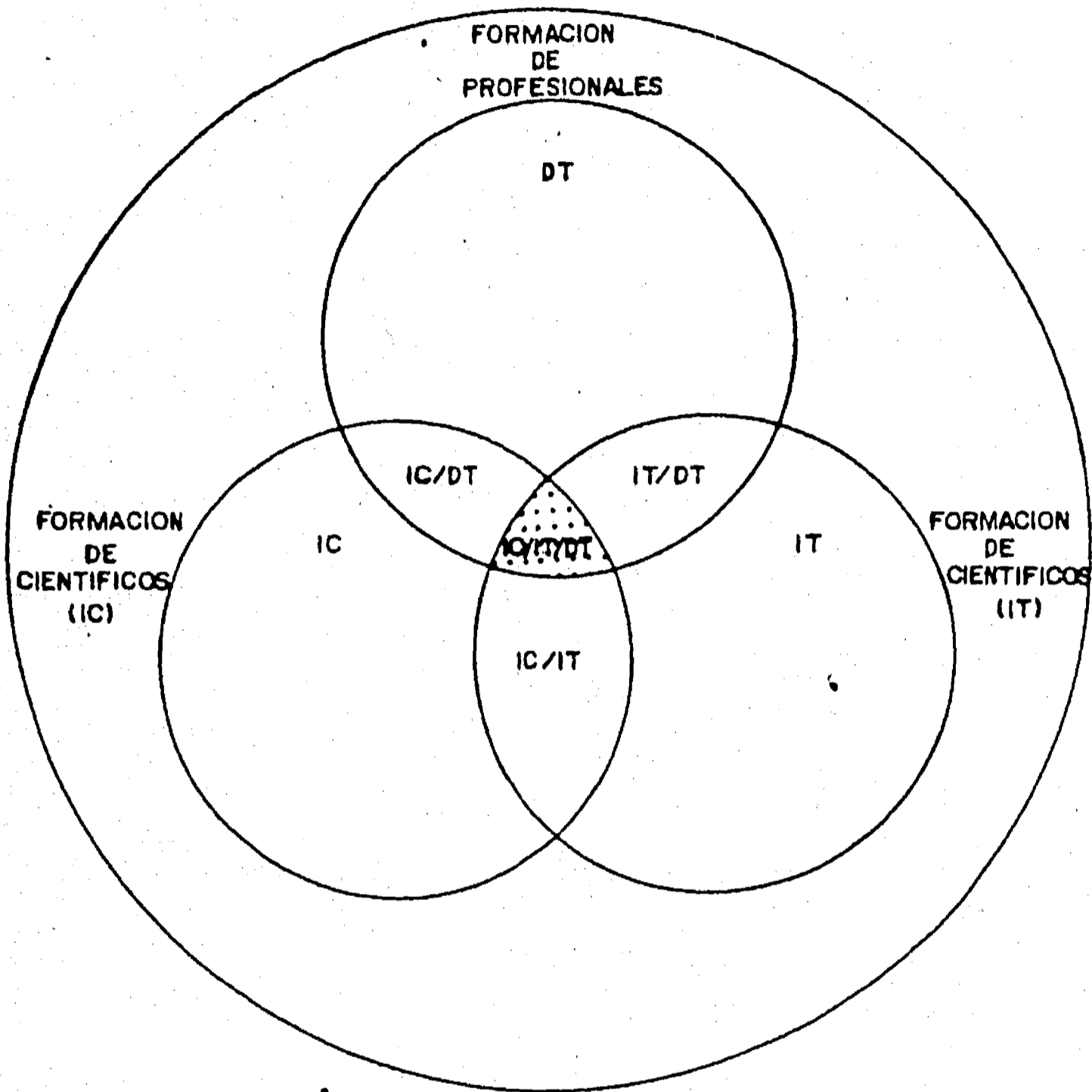
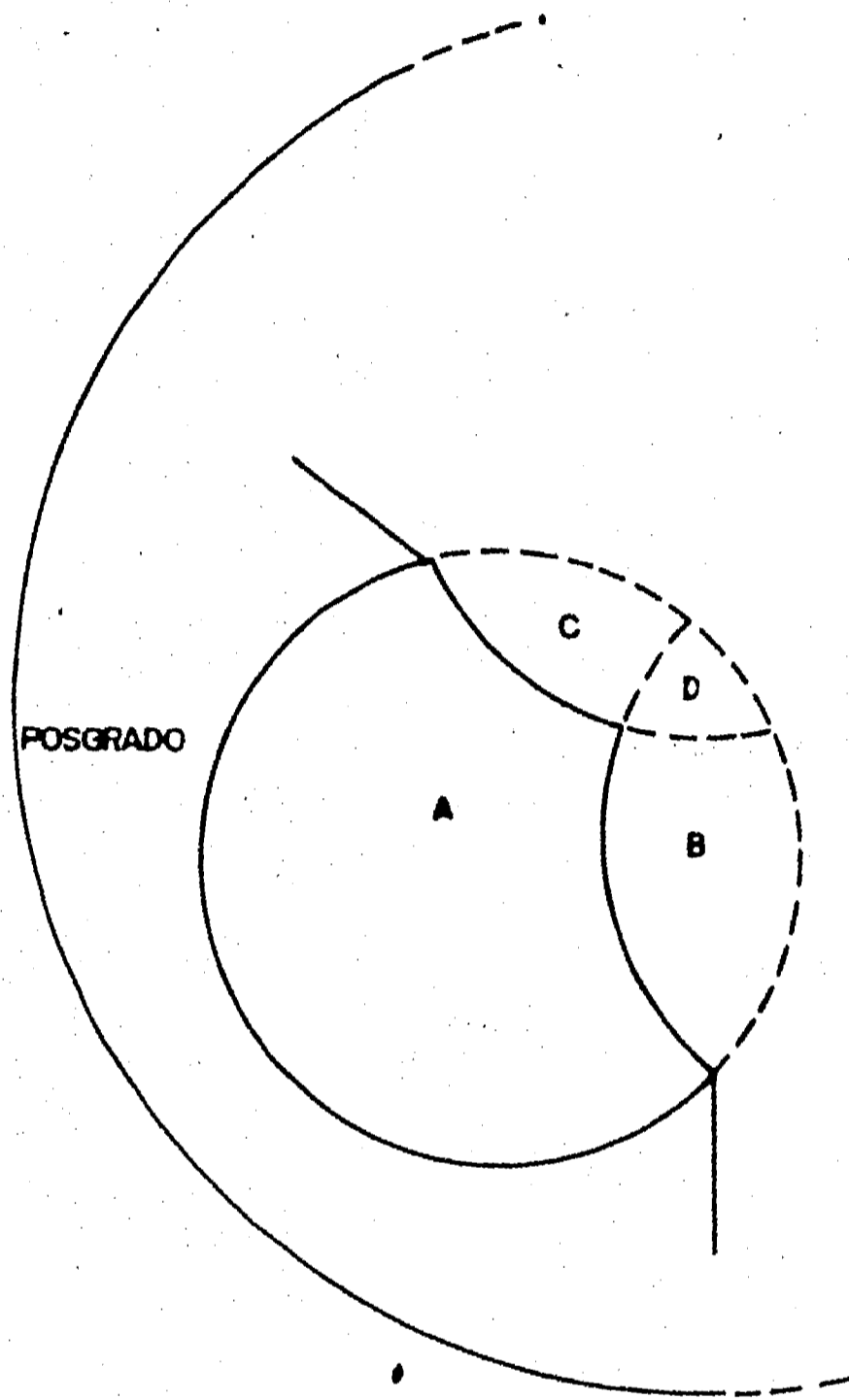
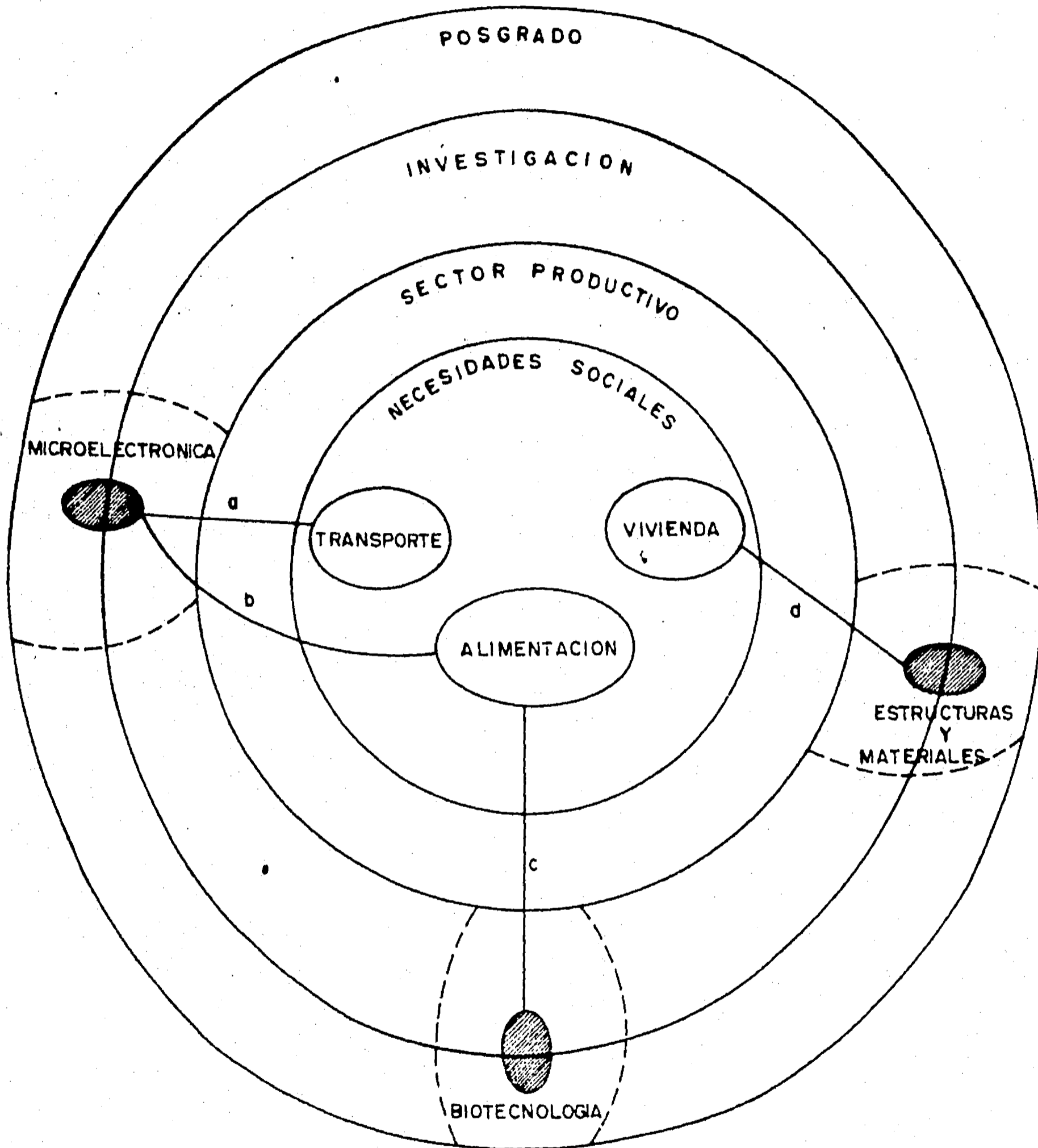


FIGURA 5. TIPOS POSIBLES DE PROGRAMAS DE POSGRADO SEGUN SU ORIENTACION (ver texto)



- A : INVESTIGACION BASICA
- C : INVESTIGACION BASICA Y DESARROLLO TECNOLOGICO
- D : INVESTIGACION BASICA , INVESTIGACION TECNOLOGICA Y DESARROLLO TECNOLOGICO
- B : INVESTIGACION BASICA E INVESTIGACION TECNOLOGICA

FIGURA 6. RELACIONES ENTRE NECESIDADES SOCIALES, PRODUCCION, INVESTIGACION Y POSGRADO



● grupos de excelencia en investigación y posgrado

a: b: industria de bienes de capital y de partes

c: industria alimentaria

d: industria de la construcción

## Notas

### (CAP. 1)

1. De acuerdo con información presentada por Castrejón, 1981.

2. Este crecimiento indica la atención a la demanda educativa del grupo de edad entre 19 y 24 años. Esta demanda atendida representa en 1985 un máximo histórico del 12.6% de la demanda potencial en ese grupo de edad (de acuerdo con información presentada por Castrejón, 1982).

### (CAP. 2)

1. Por ejemplo, la Escuela de Artes y Oficios para Varones, en la que había talleres de carpintería, herrería, tornería, cantería, fundición, pintura industrial, escultura industrial, electricidad y mecánica aplicada a la industria (Castrejón, 1982, 46).

2. De acuerdo con el propio Castrejón (1982, 51), "era ahí donde los aspirantes a una formación de primer orden, supuestamente recibían sus títulos de maestros y doctores".

3. Se puede decir que existía política científica antes de 1970. Corona (1984) afirma que se dio formalmente en 1935, con la creación del Consejo Nacional de la Educación Superior y la Investigación Científica en el periodo cardenista. Saldaña y Medina (1988) aluden a Beltrán y otros al ubicar el problema hasta veinte años antes de esa fecha, mientras que el propio Saldaña (citado por Corona, 1984, 171) afirma que las ordenanzas de minería de 1783, que derivó en la creación del Seminario de Minería en 1792, constituyeron la "primera formulación de una política científica y tecnológica ... en la Nueva España".

4. Hay muchísimos estudios sobre aspectos particulares del estado de la investigación en México, realizados antes de 1970. Alvarez et al. (1982) y Saldaña y Medina (1988) tienen algunas de las referencias más importantes. Sin embargo, el estudio del INIC, publicado en 1970, fue el primer análisis global después del periodo revolucionario, y el más completo en toda la historia del país.

5. Los instrumentos todavía vigentes en 1984 eran la Ley Sobre el Control y Registro de la Transferencia de Tecnología



y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas; la Ley para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera, recientemente modificada (1989); la Ley de Inversiones y Marcas; la Ley General de Normas, Pesas y Medidas. Existen también diversos decretos para completar estos apoyos de orientación y regulación, de fomento tecnológico y de apoyo industrial en relación a las actividades de desarrollo tecnológico (PRONDETYC, 1984, 28-29).

6. Esta información proviene del Diagnóstico presentado en el Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico, CONACYT, 1984.

7. Los cinco campos científicos mencionados corresponden a la clasificación establecida por CONACYT (Inventario de Instituciones y Recursos dedicados a las Actividades Científicas y Tecnológicas en el Subsistema de Investigación. Anexo: Definiciones y Clasificaciones, México, 1984), la cual usaré en este trabajo.

8. Este dato se refiere al incremento agregado de SEP, CONACYT y UNAM, principales depositarios del gasto nacional en ciencia y tecnología, de 1983 a 1989.

9. La proporción de investigadores con respecto al total poblacional del país se ha ido incrementando lentamente de 0.6/10,000 en 1970 (INIC, 1970) a 2.1 en 1979 (Márquez, 1982, 48) y a 2.25 en 1984, de acuerdo con datos presentados por Saldaña y Medina, 1988, 1115; por su parte, la relación del total de investigadores con respecto a la población económica activa (PEA) se incrementó de 0.54 en 1968 a 0.70 en 1974, un aumento poco sustancial (Rodríguez Sala, 1988, 8).

10. Waissbluth y Gutiérrez (1982) hicieron esta caracterización de la situación de la ciencia y la tecnología a principios de la década de los ochentas, la cual, de acuerdo al análisis presentado en este trabajo, sigue vigente.

11. Saldaña (1989) ha planteado las expectativas generadas "al cambio de siglo", a finales de los siglos XVIII y XIX, y aparentemente del actual también, expectativas basadas en la esperanza en un futuro mejor a partir del desarrollo tecnológico de la época.

(CAP. 3)

1. Cohen y March, citados por Baldrige et al., Alternative models of governance in higher education, 1981, p. 6.

2. Brunner (Universidad y Sociedad en América Latina, 1987,

p. 25) afirma que la politización de la universidad latinoamericana ha permitido el surgimiento de una universidad militante o comprometida.

3. Citados por Mincer, Human capital and the labor market, 1989, p. 31.

4. Clark citado por Ornelas, Educación y sociedad: ¿consenso o conflicto?, 1981, p. 54.

5. Collins, citado por Gómez, Educación y estructura económica: marco teórico y estado del arte de la investigación en México, 1981, p. 49.

6. Muñoz Izquierdo, citado por Gómez, id., p. 65. También se ha documentado empíricamente el caso de México (Carnoy, citado por el propio Gómez, p. 57).

7. Citado por Freeman, Economics of research development, 1977, p. 233.

8. Citados por Botelho, "The political economy of technology transfer: the institutional basis of the Brazilian informatics industry", 1988, 10.

9. ib.

(CAP. 4)

1. Este estudio, conocido como ICSOPRU (por sus siglas en inglés), es coordinado por UNESCO a nivel internacional. Se realizó en México entre 1985 y 1986, con el patrocinio del Gobierno Federal, a través de CONACYT.

2. Esta descripción se basa en Jiménez, Reporte Final: Estadísticas Univariadas, 1987, y Jiménez, Campos y Díaz-Francés, El efecto Mateo en la problemática centro periferia de la ciencia y la tecnología en México, Comunicaciones Técnicas, 1988. Los datos que se presentan en esta tesis son preliminares, preparados por Eloísa Díaz Francés.

3. UNESCO/NS/ROU/635/IS,RU,CM (Cuestionarios del Proyecto ICSOPRU), p.3.

4. UNESCO, International Standard Nomenclature for the Fields of Science and Technology, UNESCO/NS/ROU/257, Paris, Octubre de 1984.

5. CONACYT, Inventario de Instituciones y Recursos dedicados

tema de Investigación. Anexo: Definiciones y Clasificaciones, México, 1984.

6. De aquí en adelante, me referiré a las instituciones de educación superior como IES; a las instituciones públicas de educación superior como IAP (instituciones académicas públicas); a las instituciones privadas de educación superior como IAPR (instituciones académicas privadas); a las instituciones del gobierno federal como IGF; y a otras instituciones de investigación como OTR.

7. Esta estimación se basa en los límites inferiores de cada rango del número de investigadores por institución (UNESCO/NS/ROU/635/IS, Cuestionario IS, p. 5).

8. UNESCO/NS/ROU/635/IS, RU, CM, p. 4.

9. UNESCO/NS/ROU/635/RU, p. 6.

10. Estos subcampos se definen de acuerdo con clasificación propuesta por UNESCO (ver nota 4).

11. UNESCO/NS/ROU/635/IS, RU, CM, p. 3.

12. Una publicación arbitrada se basa en artículos revisados por expertos en el área, cuyas opiniones son evaluadas por el editor o el consejo editorial. A partir de ese proceso se toma una decisión (publicar inmediatamente, publicar con cambios, o rechazar). Esta tradición es muy fuerte en las ciencias naturales (CEN), las ingenierías y la investigación biomédica.

13. UNESCO/NS/ROU/635/RU, p. 13

14. Esta clasificación entre científicos e ingenieros (CI) y técnicos o ayudantes (T) es muy relativa, debido a la estructura de contratación en cada institución y a las exigencias particulares que se establecen por campo científico. Es más marcada la diferencia entre CI y T en CEN y los campos tecnológicos que en CSH. En general, los técnicos y ayudantes (T) forman el personal académico de apoyo a los investigadores (CI).

15. UNESCO/NS/ROU/635/RU, p. 7.

16. Id., p. 14.

17. El análisis de la subsección 4.2.1. se basa en el trabajo coordinado por Wuest (1985).

18. Los criterios de selección de la muestra correspondiente se describen en Wuest, 1985, p.334-336.

19. He hecho la correspondencia con la clasificación

utilizada a lo largo de esta tesis. Los campos científicos en el estudio coordinado por Wuest son: ciencias exactas y de la tierra; ciencias biológicas; ingeniería; ciencias sociales; humanidades; ciencias del agro y veterinaria; ciencias médicas. Los dos primeros grupos se han hecho corresponder a CEN; la ingeniería a TCI; los dos siguientes grupos a CSH; y el último grupo a TCM.

20. No se analizó ningún programa de las ciencias médicas o TCM (Wuest, 1985, 334).

21. No existe una correspondencia unívoca entre las trece áreas estudiadas por COSNET-SEP y los cinco campos tecnológicos utilizados hasta aquí, por lo que las he dejado tal cual se enuncian.

22. Algunas de las instituciones trabajan en diversas áreas, por lo que los cursos, programas, personal de investigación y GI no son exclusivos.

23. En este total están incluidos todos los subcampos de CEN. Sin embargo, la proporción sigue siendo alta.

#### (ANÁLISIS Y CONCLUSIONES)

1. Magar, citado por Guadarrama, 1988, 16.

2. Valladares, 1988, 80.

3. ib.

4. Bonn, citado por Vieira, 1988, 36.

5. En realidad el uso de tecnología se da en todos los sectores de la economía, pero es en la industria de bienes de capital, manufacturera y de transformación, en donde se produce maquinaria, equipo y bienes de valor agregado; son ellas las que se alimentan ("hacia atrás") o alimentan ("hacia adelante") a los otros sectores económicos.

6. Por ejemplo, véase el análisis de Vieira, op. cit., para el caso de las máquinas-herramienta de control numérico y el problema general de las tecnologías de automatización industrial basadas en la microelectrónica.

7. Salinas (1989) tiene un análisis interesante precisamente de los problemas que se generan en las industrias química básica petroquímica básica al introducir nuevas tecnologías (biotecnología y materiales) así como la reorientación de la producción hacia la obtención de bienes de valor agregado en

los países desarrollados. Este autor discute también las implicaciones que tiene que esta situación para nuestro país, cuyas exportaciones todavía se basan en la materia prima o la producción de químicos básicos.

8. El posgrado universitario y de las IES en general debe tener la capacidad de formar especialistas en docencia para los diversos niveles escolares. En la UNAM se ofrece la maestría en Enseñanza Superior, y el CISE (de la misma UNAM) tiene un programa de Especialización en Docencia. No obstante, la separación entre la educación media superior, superior y el posgrado (cubiertas por las IES en general), la educación media y la educación básica (cubierta por la Universidad Pedagógica Nacional y las escuelas normales públicas y privadas), requiere un tratamiento especial, por lo que no se está suponiendo aquí que las IES puedan asumir ese compromiso a corto plazo.

9. Lo ideal es que haya núcleos de investigación-producción-educación, que vinculen investigación científica con la investigación tecnológica y la educación (científica y tecnológica) en ambientes de producción. No obstante, las actuales condiciones del país no permiten suponer que este modelo ideal sea factible de lograrse a corto plazo, sin que ésto signifique que no deban buscarse alternativas integradoras de esa índole.

10. Existen diversas dependencias gubernamentales que tienen que ver con la educación superior y el posgrado, así como con la ciencia y la tecnología, todas ellas sin vinculación estrecha. Guevara Niebla (La universidad ante los desafíos de la modernización, ponencia presentada en el Ciclo de Conferencias Temáticas, UNAM, 1990) ha propuesto la creación de una Secretaría de Educación Superior, toda vez que las diversas instancias que tienen que ver con la educación superior han mostrado serias limitaciones para impulsarla. Considero que si no se implanta un cuerpo colegiado, en el contexto de una Secretaría o un Consejo Nacional, que aborde en forma integrada los problemas del posgrado, la investigación y el desarrollo tecnológico, no se podrá superar la actual situación que ahoga al posgrado.

#### Referencias bibliográficas

1. J.Aboites, Cambio tecnológico y sistema de patentes en México. Ponencia presentada en el Seminario La Brecha Tecnológica, UAM, nov 1989, mecanoscrito, 12 págs.
2. S.Aguado y M.Hernández, Políticas de apoyo al posgrado: la formación de científicos. Ponencia presentada en el Seminario sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología, IIMAS, sep-oct 1989; mecanoscrito, 15 págs.
3. E.Alvarez (coord.), El desarrollo de la ciencia y la tecnología en México, **Ciencia y Desarrollo**, núm. 45, julio-ago 1982, 27-50.
4. J.V.Baldrige, D.V.Curtis, G.P.Ecker y G.I.Riley, Alternative models of Governance in Higher Education, en G.I.Riley y J.V.Baldrige, Governing Academic Organizations, McCutchan, Berkeley, 1977, 2-25.
5. J.Barrón, Características del posgrado en México, en CONPES (SEP-ANUIES), El desarrollo del posgrado en la educación superior, México, 1982, 9-76.
6. J.Botelho, The political economy of technology transfer: the institutional basis of the Brazilian informatics industry. Ponencia presentada en la Reunión Conjunta de la Society for Social Studies of Science (45) y la European Asociacion of Studies on Science and Technology (EASST), Amsterdam, Holanda, Noviembre de 1988, mecanoscrito, 57 págs.
7. F.Brown y L. Domínguez, Nuevas tecnologías en la industria maquiladora de exportación, **Comercio Exterior**, vol. 39, no. 3, mar 1989, 215-223.
8. J.J.Brunner, Universidad y Sociedad en América Latina, México, UAM-SEP, 1987.
9. F.Burgueño, Ciencia, tecnología y desarrollo, **Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía**, vol. XV, feb-abr 1984, núm. 57, 77-92.
10. M.A.Campos y J.Jimnez, Size and productivity as factors in policymaking, Proceedings of the Workshop on Organization and Sociology of Science. NISTADS, Delhi, October 1986, John Wiley and Sons, Delhi (en prensa).

11. H.M. Cappello, Diagnóstico de la investigación en la educación en México, en **Políticas de investigación en la educación superior**, CONFES (SEP-ANUIES), México, 1982, 159-168.
12. J.I. Casar, y J. Ros, Problemas estructurales de la industrialización en México, en M. Pérez Lizaur, A. Castaños y J.A. Esteva, **Articulación tecnológica y productiva**, Centro para la Innovación Tecnológica (UNAM), México, 1986, 31-60.
13. J. Castrejón (coord.), **Prospectiva del Posgrado**. Documento elaborado para el Grupo de Estudios del Financiamiento de la Educación, Gobierno Federal, 1982.
14. J. Castrejón, **La planeación universitaria, IV**. Serie de Documentos (I-V) del Programa Integrado de Maestría en Planeación, Investigación y Administración Educativas, INAP-SEP, 1984.
15. L. Corona, **Economía política y desarrollo tecnológico, Ensayos** (División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía), UNAM, vol. I, núm. 4, 1984a, 37-50.
16. L. Corona, **Perspectivas de la política científico-tecnológica en México: el rol de las Universidades, Problemas del Desarrollo**. **Revista Latinoamericana de Economía**, vol. XV, feb-abr de 1984b, núm. 57, 167-186.
17. L. Corona, **Revolución científico-técnica en el contexto mundial**. Ponencia presentada en el Simposio México ante las Nuevas Tecnologías, ene 1989, mecanoscrito, 18 págs.
18. A. Chavero, **Orígenes del subdesarrollo científico-tecnológico en México**", **Problemas del Desarrollo, Revista Latinoamericana de Economía**, vol. XV, núm. 57, feb-abr 1984, 65-76.
19. A. Chudnovsky, **Problemas tecnológicos en la industria de bienes de capital en América Latina**, **Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía**, vol. XV, feb-abr de 1984, núm. 57, 9-28.
20. E. David, **Industrial research in America: challenge of a new synthesis**, **Science**, vol. 209, núm. 4452, jul 1980, 133-139.
21. R. Díaz, **Unidades organizacionales para la vinculación investigación/sector productivo en México: una propuesta teórica**. Ponencia presentada en el Seminario sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología, IIMAS, sep-nov 1989, mecanoscrito, 17 págs.

22. L.Esteva, Tendencia de la evolución de la investigación en ingeniería. Ponencia presentada en el Symposium Planeación y Perspectivas de la Educación Superior, la Ciencia y la Tecnología, abr 1984, mecanoscrito, 17 págs.
23. J.Flores, La investigación científica. Ponencia presentada en el Seminario sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología, IIMAS, sep-nov 1989, mecanoscrito, 15 págs.
24. C.Freeman, Economics of research development, en I. Spiegel-Rösing y D. de Solla Price (eds.), **Science, Technology and Society**, Sage, London, 1977, 223-275.
25. O.Fuentes, La construcción, los niveles y los agentes de la política educativa. Documento interno presentado a la Maestría en Investigación Educativa, ISCE, 1984, mecanoscrito, 5 págs.
26. P.Galicia, El desarrollo científico y técnico de México; diagnóstico y perspectiva. Ponencia presentada en el Symposium Planeación y Prospectiva de la Educación Superior, la Ciencia y la Tecnología, México, UNAM, abr 1984, mecanoscrito, 18 págs..
27. A.García y M.A.Pérez-Angón, El posgrado y la investigación científica en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, **Ciencia y Desarrollo**, may-jun 1983, 60-70.
28. V.M.Gómez, Acreditación educativa y reproducción social, en G.González y C.A. Torres (comp.), **Sociología de la Educación**, CEE, México, 1981a, 111-160.
29. V.M.Gómez, Educación y estructura económica: marco teórico y estado del arte de la investigación en México. Documentos del Primer Congreso Nacional de Investigación Educativa, vol. 1, 1981b, 45-85.
30. R.Guadarrama, La tercera revolución científico-tecnológica de la humanidad, **Estudios Políticos**, vol. 7, no. 1, ene-mar 1988, 4-12.
31. D.D.James, Acumulación y uso de la capacidad tecnológico-tecnológica interna del Tercer Mundo, **Comercio Exterior**, vol. 38, no. 12, dic 1988, 1095-1101.
32. J.Jiménez (coord.). Encuesta Nacional sobre la Organización y el Desempeño de las Unidades de Investigación en Mexico, IIMAS (UNAM) y CONACYT, México, 1988.
33. J.Jiménez y M.A.Campos, S&T center-periphery effect within a country: the case of Mexico. Ponencia presentada en el Seminario del Grupo de Sociología de la Cien-



- cia (Research Committee on Science), Asociación Internacional de Sociología (ISA); Amsterdam, Holanda, nov 1987 (Comunicaciones Técnicas, Serie Investigaciones, IIMAS, no. 536, 1988, 18 págs.).
34. J. Jiménez, M.A. Campos y J.C. Escalante, Distribution tasks between center and periphery in Mexico. Ponencia presentada en el International Workshop The Intellectual Interfaces of Science; EASST, Hungarian Academy of Sciences y MTESZ; Veszprem, Hungría, jul 1989 (Comunicaciones Técnicas, Serie Investigaciones, IIMAS, no. 552, 1989, 15 págs.).
35. J. Jiménez, M.A. Campos y E. Diaz-Francés, El efecto Mateo en la problemática centro-periferia de la ciencia y la tecnología en México, Memoria del Tercer Foro de Estadística Aplicada, Guanajuato, Septiembre de 1988, IIMAS (UNAM) y CIMAT, UACPYP de CCH (UNAM), 128-139.
36. J. Jiménez, M.A. Campos, J. Domínguez y L. Romano, Center-periphery analysis of research and development resource allocation: preliminary results of ICOPRU in México, Comunicaciones Técnicas, Serie Investigaciones, no. 436, IIMAS, 1986, 65 págs.
37. J. Karabel y A.H. Halsey (comp.), *Power and Ideology in Education*, Oxford University Press, Oxford, 1977.
38. R. Kent, La organización universitaria y la masificación: la UNAM en los años setenta, *Sociológica*, otoño de 1987, año 2, núm. 5, 1988, 73-120.
39. A. Labra, Políticas de empleo, Serie Grandes Tendencias Políticas Contemporáneas, Coordinación de Humanidades (UNAM), 1986.
40. E. Layton, Conditions of technological development, en I. Spiegel-Rösig y D. de Solla Price, op.cit, 197-222.
41. H. Levin, Mapping the Economics of Education, *Educational Researcher*, may 1989, 13-16.
42. A. López, A.F. Scanlon, J.L. Solleiro, La vinculación universidad-empresa: motivaciones e impedimentos. Documento preparado para el Seminario sobre Gestión Tecnológica, CANACINTRA, oct 1989.
43. S. Malo, Sistema Nacional de Investigadores, en *Ciencia y Tecnología en Tiempo de Crisis*. Primer Foro de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados, SEP-Cámara de Diputados, 1988, 91-103.

44. S.Malo, J.Garst y G.Garza, Aspectos ocupacionales del posgraduado, en CONPES (SEP-ANUIES), El desarrollo del posgrado en la educación superior, México, 1982, 219-249.
45. M.de Maria y Campos, Areas estratégicas del desarrollo tecnológico en México en el marco creciente de una brecha tecnológica. Ponencia presentada en el Seminario La Brecha Tecnológica, UAM, nov 1989, mecanoescrito, 29 págs.
46. M.de Maria y Campos, México frente a los retos de la nueva revolución tecnológica, Comercio Exterior, vol. 38, no. 12, dic 1988, 1084-1094.
47. M.T.Márquez, 10 años del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, México, 1982.
48. R.MacLeod, Changing perspectives in the social history of science, I. Spiegel-Rösig y D. de Solla Price, op.cit., 149-195.
49. F.Meade, Gestión Tecnológica. Documento de trabajo preparado para el Seminario sobre Gestión Tecnológica, CANACINTRA, oct 1989, 1-14.
50. I.Méndez, La relación entre investigación científica e investigación tecnológica. Ponencia presentada en el Seminario sobre el Sistema de Ciencia y Tecnología, IIMAS, sep-oct 1989; mecanoescrito, 13 págs.
51. J.Mendoza y T.Pacheco (coords.), Las instituciones de educación superior en el área metropolitana del área metropolitana de la ciudad de México y su contexto socioeconómico, cultural y educativo, en J. Mendoza (comp.), Política educativa, planeación y universidad: cinco aportaciones para su análisis, Cuadernos del CESU, núm. 12, 1989, 35-48.
52. J.Mincer, Human capital and the labor market. A review of current research, Educational Researcher, may 1989, 27-34.
53. C.Muñoz Izquierdo, Aplicación de la teoría económica a la planificación de la educación superior, Revista de la Educación Superior, vol. XV, núm. 1, ene-mar 1987, 5-25.
54. M.J.Mulkay, Sociology of the Scientific Research Community, en I.Spiegel-Rösig y D.de Solla Price, op.cit., 93-148.
55. E.Ortiz y J.H.Street, La crisis y la planeación en América Latina, Comercio Exterior, vol. 39, no. 7, jul 1989, 618-623.

56. R.Pérez Pascual, La investigación en la docencia, en CONPES (SEP-ANUIES), Políticas de investigación en la educación superior, México, 1982, 211-218.
57. J.A.Fescador, Teoría del capital humano: exposición y crítica, en G.González y C.A.Torres (comp.), Sociología de la Educación, CEE, México, 1981, 161-173.
58. R.Quintero, Biotecnología, Ponencia presentada en el Simposio México ante las Nuevas Tecnologías, ene 1989, mecanoscrito, 74 págs.
59. D.Reséndiz, Una visión prospectiva del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, Ciencia y Desarrollo, 1984, 103-109.
60. D.Reséndiz y D.Barnés, La educación del posgrado: naturaleza, funciones, requisitos y métodos, Ciencia y Desarrollo, abr 1987, 3-7.
61. M.L.Rodríguez Sala, Perfil de la actividad científica en el país y en la UNAM: su dinámica y su estado actual, Taller de Investigación, IIS, UNAM, 1988, 90 págs.
62. J.J.Saldaña y L.Medina, La ciencia en México (1983-1988), Comercio Exterior, vol. 38, no. 12, dic 1988, 111-1121.
63. A.Salinas, Perfil de la química básica, Comercio Exterior, abr 1989, 302-309.
64. T.Schultz, Investment in Human Capital, en J.Karabel y A.H. Halsey, op. cit., 313-324.
65. H.W.Singer, El desarrollo de la posguerra, Comercio Exterior, vol. 39, no. 7, jul 1989, 597-617.
66. V.Stolte-Heiskanen, Comparative perspectives on research dynamics and performance: a view from the periphery", R&D Management, vol. 17, no. 4, págs. 253-262.
67. V.Stolte-Heiskanen, National and international orientations of science of small countries, en V. Stolte-Heiskanen (ed.), Science policy studies from a small country perspective, The Academy of Finland, Helsinki, 1987, 1-16.
68. P.A.Vieira, La automatización microelectrónica en la industria de América Latina, Economía Informa (División de Estudios de Posgrado, Facultad de Economía, UNAM), dic 1988, no. 171, 32-41.

69. R.Villarreal, Los escenarios futuros del desarrollo industrial y del comercio exterior de México. Ponencia presentada en el Simposium Planeación y Perspectivas de la Educación Superior, la Ciencia y la Tecnología, abr 1984, 18 págs..
70. R.Villarreal, Lo inalcanzable y lo alcanzable en la modernización tecnológica de México. Ponencia presentada en el Seminario La Brecha Tecnológica, UAM, nov de 1989, mecanoscrito, 25 págs.
71. M.Waissbluth e I.Gutiérrez, Elementos para una estrategia de desarrollo científico y tecnológico, **Ciencia y Desarrollo**, jul-ago 1982, no. 45, año VIII, 88-105.
72. M.Waissbluth, G.Cadena y J.L.Solleiro, Linking university and industry: an organizational experience in Mexico, **Research Policy**, no. 17, 1988, 341-347.
73. J.T.Wallmark, S.Eckerstein, B.Langered y H.Holmquist, The Increase in Efficiency with Size of Research Teams, **IEEE Transactions on Engineering Management**, vol. 20, no. 3, ago 1973, 80-86.
74. T.Wuest, Los posgrados en América Latina; estudio comparativo de las experiencias de Brasil, Colombia, Mexico y Venezuela; caso México. Centro Regional de Educación Superior para América Latina (CRESALC-UNESCO) y Departamento de Estudios Educativos (UNAM), jun 1985, mecanoscrito, 445 págs.

#### Documentos

1. **Ciencia y Tecnología en Tiempo de Crisis. Primer Foro de la Comisión de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados**, SEP-Cámara de Diputados, 1988.
2. **Ciencia y Tecnología. Evolución y perspectivas.** Gobierno Federal, 1988.
3. **El Posgrado. Anuario Estadístico.** ANUIES, México, 1984, 1985, 1986.
4. **Plan Nacional de Desarrollo.** Gobierno Federal, 1982.

5. **Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994.** Gobierno Federal, 1989.
6. **Política y Programas Nacionales en Ciencia y Tecnología.** CONACYT, México, 1970.
7. **Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico (PRONDETYC).** Gobierno Federal, México, 1984.
8. **Programa Nacional de Educación, Recreación, Cultura y Deporte,** Gobierno Federal, México, 1984.
9. **Programa para la Modernización Educativa 1989-1994.** Gobierno Federal, México, 1989.