

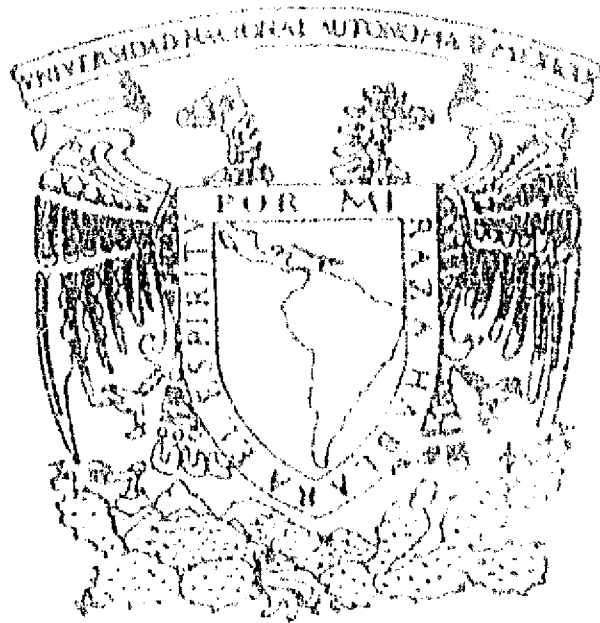
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

00881

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA
FACULTAD DE ECONOMÍA

5
Leyva

ÁREA ECONOMÍA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA



LA VINCULACIÓN DE LA CIENCIA Y LA
TECNOLOGÍA CON EL SECTOR PRODUCTIVO:
SU PERFIL ECONÓMICO

TESIS

que para obtener el grado de:
DOCTOR EN ECONOMÍA

PRESENTA:

MC Santos López Leyva

ASESOR:

Dr. Leonel Corona Treviño

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TESIS CON Mexico, D.F., agosto de 1996
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.

TESIS

COMPLETA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD
DE ECONOMÍA**

ÁREA ECONOMÍA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

**LA VINCULACIÓN DEL SECTOR DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON
EL SECTOR PRODUCTIVO: SU PERFIL ECONÓMICO**

Tesis para obtener el grado de Doctor en Economía
que presenta: Santos López Leyva.
Asesor: Dr. Leonel Corona treviño

México, D.F., agosto de 1996.

ABSTRACT

The link between university and industry is a mechanism through which the university and industry establish different kinds of commitments for mutual profit.

This way, the university may increase its financial resources and the industry may introduce substancial innovations.

The 1760 industrial revolution lacked of any higher educational-industrial linkage due to the fact that innovations were introduced and carried out by the craftsmen. However, we can observe the scientific influence in the second industrial revolution: innovations by the end of the nineteenth century.

A clearer example of this linkage can be found in the third industrial revolution where the high level of know how is present in the offer of goods and services.

The schools of economy thought, have made technological innovation one of its priorities, as well as the higher education and industry linkage, through a revision of the Classical and Neoclassical Schools, including the theory of economic cycles.

Special emphasis is made on evolutionary theories from where we can build a theoretical framework for linkage.

In Mexico's case, we have revised policies, strategies and mechanisms for the establishing of this linkage since 1930 up to 1995. It has been done in two time periods, prior to the structural change and in the structural change itself.

A special chapter is developed to study the role played by the university and the industry in the process of linkage, out coming the setting up of organizations specialized in this field.

We may include that the university-industry linkage is a historical, social and economical concept.

There is a revision of the role played by the state, industry and university as entities involved in this process.

La vinculación de la Ciencia y la Tecnología con el sector productivo: su perfil económico (Resumen).

La vinculación constituye un mecanismo mediante el cual las empresas y las Universidades llegan a establecer acuerdos que benefician a ambas instituciones. Las universidades pueden hacerse llegar recursos económicos de las empresas y estas obtener conocimientos para realizar las innovaciones tecnológicas.

La vinculación no fue posible en la llamada primer revolución industrial que inicia alrededor de 1760, ya que las innovaciones fueron introducidas por los artesanos. En la llamada segunda revolución industrial se presenta un cambio en la vinculación, al ser los hombres de ciencia los que realizan las innovaciones. La llamada tercera revolución industrial se distingue por el alto nivel de conocimiento científico que incluyen las innovaciones.

El pensamiento económico ha incorporado entre sus preocupaciones la innovación tecnológica, desde donde se hace una extensión hacia la vinculación, en este aspecto se revisa el pensamiento clásico, neoclásico, y la teoría de los ciclos económicos. Se hace especial énfasis en la teoría evolucionaria, desde donde se pretende construir un marco teórico para la vinculación. En el caso de México, se revisan políticas, agentes y mecanismos de búsqueda de la vinculación desde 1930 y hasta 1995, dividiendo en dos grandes apartados: antes del cambio estructural y la época del cambio estructural.

Se dedica un apartado especial al estudio del papel que actualmente cumplen las universidades y las empresas en el proceso de vinculación, donde se resalta la creación de organismos especializados en esta actividad. Como conclusiones se anotan que la vinculación es una categoría histórica, social y económica. Se revisa el papel que cumplen los diferentes agentes: el estado, empresas y universidades, por último se hace un listado de formas y mecanismos de vinculación.

**A mis padres
Rosa Leyva y
Bernardino López †**

A mi esposa Alba Armida

A Santos Alberto y Rocio

Asesores:

Dra. Heriberta Castaños

Dr. Leonel Corona Treviño

Dr. Sergio de la Peña Treviño

Dr. Miguel Ángel Campos

Dr. Axel Didriksson Takayanagui

Dr. Prudenciano Moreno Moreno

Dr. Enrique Dussel Peters

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: LA VINCULACIÓN; UN PROCESO HISTÓRICO	15
A) LA PRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	17
1) Las innovaciones tecnológicas	17
2) La vinculación ciencia-sector productivo	20
B) LA SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	21
1) Las innovaciones tecnológicas	21
2) La vinculación de la investigación con el sector productivo	24
C) LA TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	29
1) La economía mundial	29
2) La biotecnología	33
3) La microelectrónica	37
4) La innovación en los diferentes países	42
5) La vinculación en la época actual	46
CAPÍTULO II: LAS TEORÍAS ECONÓMICAS Y SU INTERPRETACIÓN DESDE LA VINCULACIÓN	59
A) EL PENSAMIENTO CLÁSICO	61
B) LAS APORTACIONES DE KARL MARX	64
C) EL PENSAMIENTO NEOCLÁSICO	68
1) La función de Producción	69
2) El modelo lineal de cambio tecnológico	71
a) La innovación como variable inducida	72
b) La demanda como causal de innovaciones	77
c) El tamaño de la firma, la estructura del mercado y la innovación tecnológica	79
D) EL CAMBIO TECNOLÓGICO, EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA VINCULACIÓN	84
E) LOS CICLOS LARGOS DE LA ECONOMÍA	88
F) EL MODELO DE CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO	94

G) LOS EVOLUCIONISTAS: UNA NUEVA VISIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	98
1) La concepción general	98
2) Nuevos paradigmas y trayectorias tecnológicas	101
H) UN PARADIGMA INTERACTIVO PARA LA VINCULACIÓN	106
1) Los sistemas nacionales de innovación	106
2) La vinculación desde el punto de vista de las redes institucionales	111
3) El aprendizaje institucional	112
CAPÍTULO III: UN PANORAMA DE LA VINCULACIÓN EN MÉXICO ANTES DEL PROCESO DE CAMBIO ESTRUCTURAL	119
A) LA DÉCADA DE LOS VEINTE	121
1) El comportamiento de la economía	121
2) La situación de la ciencia y la tecnología y su papel dentro del sector productivo	123
B) EL PERÍODO CARDENISTA	127
1) Los perfiles del crecimiento económico	127
2) La política económica	128
3) La investigación científica y su vinculación con el sector productivo	129
C) LA ÉPOCA DEL DESARROLLO ESTABILIZADOR	134
1) El comportamiento de la economía	134
2) La ciencia y la tecnología y su vinculación con el sector productivo, durante la etapa de desarrollo estabilizador	141
D) LA BÚSQUEDA DE UN NUEVO MODELO DE DESARROLLO (1970-1982)	148
1) Nuestra economía	148
2) El comportamiento de la variable científico tecnológica	150
CAPÍTULO IV: EL PROCESO DE VINCULACIÓN EN MÉXICO EN EL PROGRAMA DE CAMBIO ESTRUCTURAL	165
A) CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO INTERNACIONAL	167
1) Una nueva división internacional del trabajo	167
2) Predominio del sector servicios	168
3) La globalización de la economía	171
B) EL AMBIENTE ECONÓMICO DEL CAMBIO ESTRUCTURAL EN MÉXICO	172

C) EL ESTADO COMO AGENTE IMPULSOR DE LA VINCULACIÓN	179
1) Los Planes Globales de Desarrollo	179
a) El Plan Nacional de Desarrollo (1983-1988)	180
b) Plan Nacional de Desarrollo (1989-1994)	181
c) Plan Nacional de Desarrollo (1995-2000).	
2) Los Programas Sectoriales de Ciencia y Tecnología	182
a) El Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico (1984-1988)	183
b) El Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica (1990-1994)	186
c) Programa de Ciencia y Tecnología (1995-2000)	187
3) La implementación de políticas en ciencia y tecnología	189
a) Nuevo Marco Legal para impulsar la ciencia y la tecnología	189
b) El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	192
c) El Consejo Consultivo Nacional de Ciencias	198
d) Formación y Transformación de algunos centros de investigación	200
e) Nuevas instituciones para la modernización industrial de México	202
CAPÍTULO V. LAS UNIVERSIDADES Y LOS EMPRESARIOS EN EL PROCESO DE VINCULACIÓN	205
A) EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES EN LA VINCULACIÓN	207
1) Las políticas para el Posgrado	210
2) Centro de Innovación Tecnológica de la UNAM	216
3) El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	219
4) La Universidad Autónoma de Sinaloa	220
5) El Centro Nacional Editor de Discos Compactos	222
6) Programa de Desarrollo Profesional en Automatización	222
7) Los trabajos de la ANUIES	223
B) LOS INVESTIGADORES Y LA VINCULACIÓN	224
1) El Sistema Nacional de Investigadores	224
2) La opinión de los investigadores por áreas de conocimiento	228
3) Opiniones de otros investigadores	232
C) LAS EMPRESAS Y LOS EMPRESARIOS	234
1) El Grupo Cydsa	243
2) Industrias Resistol	246
3) El Zinalco	247
4) Condumex	249
5) Otras empresas	249
6) La Fundación Tecnológica de Sinaloa	250

CAPÍTULO VI. UNA VISIÓN INTEGRADORA DEL PROCESO DE VINCULACIÓN	253
A) LA VINCULACIÓN ES UNA CATEGORÍA HISTÓRICA	255
B) LA VINCULACIÓN ES UNA CATEGORÍA SOCIAL	258
C) LA VINCULACIÓN COMO CATEGORÍA ECONÓMICA	260
D) EL ESTADO Y LA VINCULACIÓN	265
E) LAS UNIVERSIDADES Y LA VINCULACIÓN	267
F) LAS EMPRESAS Y LA VINCULACIÓN	270
G) FORMAS DE VINCULACIÓN	272
1. Promoción de formas de vinculación en áreas específicas de la ciencia y la tecnología	273
2. Implementación de medidas y estructuras para la vinculación a largo plazo	274
3. Desarrollo de mecanismos especiales de enlace	275
H) OBSTÁCULOS PARA EL PROCESO DE VINCULACIÓN	277
CONCLUSIÓN FINAL	279
BIBLIOGRAFÍA	281

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo constituye la tesis para obtener el grado de Doctor en Economía en el área de Ciencia y Tecnología en la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México.

El objeto de estudio lo constituye el proceso de vinculación entre el sector productivo de una economía y el de ciencia y tecnología de la misma, haciendo énfasis en el perfil económico de este proceso.

Tarea difícil resulta establecer una definición de la categoría vinculación, debido a que está constituida por un conjunto de acciones complejas que se establecen entre centros de investigación y el sector productivo. Entendido este proceso en un sentido amplio, podríamos decir que se refiere a la pertinencia social de las universidades y de los centros de investigación, lo que comprendería actividades de tipo productivo, cultural y de formación de recursos humanos.

Una definición de vinculación debe comprender la especificidad histórica y geográfica del proceso, pues no se trata de encuadrar las experiencias de otros países y de otras épocas, sino de revisar las múltiples formas actuales, en su contexto institucional y en su entorno particular de intercambio social

entre el sector de ciencia y tecnología y el sector productivo.

Elementos de este contexto son la capacidad de la comunidad científica para generar y transferir conocimientos, por lo que son importantes las acciones y opiniones que esta comunidad tiene al respecto, la capacidad de las empresas y los empresarios para buscar nuevas opciones en su desarrollo tecnológico, y el Estado como propiciador de un ambiente adecuado para el logro de la vinculación.

Para contextualizar el proceso es menester estudiar los documentos donde se presentan los lineamientos, acciones y mecanismos de política en ciencia y tecnología, más concretamente los apartados referidos a la vinculación, tener la posibilidad de enfrentarlos a la realidad de algunas instituciones para conocer los efectos de estas políticas y poder concluir si sus propuestas han concretizado y causado los efectos buscados.

Tomando en cuenta las observaciones anteriores, la vinculación constituye un proceso con implicaciones sociales, económicas y políticas, y, de acuerdo con Campos y Corona, 1994:

la vinculación en el contexto de la educación y la producción se ha utilizado para identificar de manera estricta un conjunto de actividades y servicios que las instituciones de investigación y educación superior realizan para atender problemas tecnológicos del sector productivo. En este sentido la vinculación señala un proceso de transferencia de tecnologías que puede implicar el establecimiento de puentes entre la investigación científica y el desarrollo tecnológico para atender problemas del entorno.

En este trabajo se entiende la vinculación como las relaciones establecidas entre las universidades y el sector productivo, únicamente desde el perfil económico, es decir, se utiliza para definir un conjunto de actividades encaminadas a producir bienes y servicios que son resultado de convenios, decisiones, alianzas, cooperaciones y acuerdos entre organismos del sector productivo y los centros de investigación.

Mediante un proceso de vinculación es posible conquistar "economías de alcance" y "economías de enlace". El primero de estos conceptos está referido a la búsqueda de disminución de costos por la producción de dos servicios de manera conjunta, en lugar de producirlos separadamente, con lo cual ambas instituciones deben exhibir una relación costo-beneficio más favorable.

Por economías de enlace se entiende el ahorro que significa compartir instalaciones y recursos humanos y financieros entre dos o más instituciones de diferentes características.

Al estudiar el proceso de vinculación se deben tener presentes las siguientes premisas: el desarrollo nacional únicamente se puede lograr con la participación de la inversión privada en aquellos sectores que resulten claves para el incremento de la productividad y la producción de bienes y servicios que satisfagan la demanda de la población. Estamos inmersos en un contexto diferente a partir de la mitad de los ochentas, por lo que las empresas que sobreviven son aquellas que tienen una mayor competitividad, uno de esos rasgos de competitividad lo brinda la tecnología. En el acercamiento a las universidades, las empresas encuentran una vía para hacerse llegar conocimientos que les permitan integrar nuevas tecnologías a sus procesos productivos.

En este proceso también tienen serias repercusiones las políticas implementadas desde el Estado, ya que con ellas se puede favorecer un clima de intercambio que tenga como objetivo la innovación en los diferentes campos.

La vinculación no es un hecho espontáneo sino que tiene su desarrollo conforme van cambiando las estructuras productivas y universitarias, pero, además, desde la perspectiva particular de un proyecto específico de investigación, lo cual requiere cierto grado de desarrollo de las instituciones. En ambos casos diremos que la vinculación constituye un proceso.

El trabajo presenta la siguiente estructura:

El capítulo I se encuentra dividido en tres partes: la primera comprende la llamada Revolución Industrial donde el elemento de convergencia tecnológica lo constituyen las máquinas herramientas. Las innovaciones son producto de artesanos emprendedores y no de científicos; por tanto la relación entre ciencia y producción es escasa, sobre todo en Inglaterra, cuna de la Revolución Industrial. La parte siguiente se refiere a lo que algunos historiadores llaman la Segunda Revolución Industrial que se inicia a fines del siglo XIX, donde las universidades alemanas tuvieron un importante papel en el proceso de vinculación; la investigación científica se convierte en la base de las principales innovaciones tecnológicas. En la tercera parte se revisan los grandes cambios de fines del siglo XX en dos áreas fundamentales: biotecnología y microelectrónica. En este tiempo la vinculación es un proceso muy dinámico que presenta diferentes formas: parques científico-tecnológicos, incubadoras de empresas, convenios entre empresas y centros de investigación, etc. Por lo cual las universidades han creado organismos encargados de fomentar las relaciones de sus investigadores con el sector productivo.

El capítulo II se encarga de presentar un estudio de las diferentes interpretaciones económicas de la vinculación. Los clásicos: Smith, Ricardo, y Marx hicieron aportaciones a la economía del proceso técnico. Desde su perspectiva la tecnología venía incorporada en la maquinaria. El pensamiento neoclásico introdujo la llamada función de producción, estableciendo así la relación cuantitativa entre insumos y producto final. Del pensamiento neoclásico es también el llamado "modelo lineal de innovación tecnológica" que contiene ideas en torno a que la innovación es parte de una cadena en la cual se encuentran la investigación, la invención, y la innovación. Dentro de este modelo se incluye la llamada teoría de la innovación como variable inducida, traspolando hacia una teoría de vinculación con esa misma característica. Se considera también a la demanda como causante de la innovación: si existe demanda de los nuevos productos con alto contenido tecnológico estará presente siempre el proceso innovativo, de donde se deduce que la vinculación también es consecuencia de la demanda existente en el mercado. Otras teorías consideran a la innovación producto de va-

riables tales como: tamaño de la firma y la estructura del mercado; por lo que estas variables influyen también en el comportamiento de un proceso de vinculación.

En el mismo capítulo se hacen consideraciones en cuanto al papel que cumple el crecimiento económico de un país y su relación con el proceso de vinculación, abordando las diferentes concepciones que existen en torno al crecimiento económico. La teoría de los ciclos largos nos brinda explicaciones muy específicas en torno a los períodos de crecimiento económico donde es más claro el proceso de vinculación. La vinculación también es diferente según la región económica de que se trate y el nivel de desarrollo alcanzado por el producto en determinado mercado, lo cual se explica con la llamada teoría del ciclo de vida del producto.

Un pensamiento muy actual, que constituye un marco teórico adecuado desde el cual estudiar la vinculación, es el de los evolucionistas. Partiendo de categorías como el de paradigmas y trayectorias tecnológicas y sistemas nacionales de innovación llegan a conformar un paradigma teórico que concibe la vinculación como un proceso inmerso en una red de actores sociales. Ideas fundamentales de este pensamiento señalan que la innovación tiene sus propias reglas que no pueden describirse como reacciones simples a los cambios del mercado; el conocimiento científico está apegado cada vez más a las organizaciones institucionales, a pesar de ello, el cambio tecnológico sigue siendo incierto.

Para estudiar la vinculación tiene que asumirse una posición "interactiva" donde se encuentran un conjunto de actores que buscan establecer lazos entre sus necesidades y oportunidades, el éxito dependerá del establecimiento adecuado de esos lazos.

El caso concreto de la vinculación en México se aborda en dos etapas diferentes: antes del llamado cambio estructural y los movimientos que se presentan en el transcurso de dicho cambio, lo cual se comprende en el capítulo III. El período comprendido antes del cambio estructural se divide en las siguientes etapas:

- a) La década de los veinte
- b) El período cardenista
- c) La época del desarrollo estabilizador
- d) La búsqueda de un nuevo modelo de desarrollo (1970-1982).

En cada una de las etapas se considera el comportamiento de la economía desde el punto de vista de su crecimiento y los sectores que mayor dinamismo presentaron durante el período, después se compara con el comportamiento del sector de ciencia y tecnología y se obtienen conclusiones de la relación que se establece entre ambos.

En el capítulo IV se presenta un análisis del proceso de vinculación durante el programa de cambio estructural, partiendo del comportamiento de la economía mundial, ya que constituye el marco de referencia para todos los movimientos de las economías nacionales. A continuación se analiza el comportamiento de la economía mexicana en el período, tanto a nivel global como sectorial.

Al hacer referencia a las políticas en ciencia y tecnología se toman primero las propuestas de planeación de este sector considerando el ámbito de los planes globales así como los planes sectoriales. Otro elemento que debe considerarse es lo relativo a la legislación, por lo cual se analiza la Ley para Coordinar el Desarrollo Científico y Tecnológico y la Nueva Ley de Fomento y Propiedad Industrial, la cual surge en el marco de las discusiones del Tratado de Libre Comercio, que pretende normativizar todo un conjunto de actos relacionados con la comercialización de los resultados de la ciencia y la tecnología. Resulta de central importancia la función que ha cumplido la redefinición del papel del Conacyt durante este período, pues se ha creado el Fondo para Cátedras Patrimoniales, el Fondo para Retener en México y Repatriar Investigadores Mexicanos, el Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia, etc. Con la implementación de estas políticas a esta institución se le ha llamado el "Nuevo Conacyt". Sin embargo los recursos destinados al sector de CyT son insuficientes y no adecuadamente distribuidos.

El capítulo V aborda el proceso de vinculación desde las universidades y las empresas como principales actores de dicho proceso. Se parte de las políticas del posgrado y el papel que cumple este nivel para el fortalecimiento del sistema nacional de innovación tecnológica. Después se hacen análisis específicos de algunas experiencias concretas de vinculación, tal es el caso de la UNAM, ITESM, UAM, UAS y algunas recomendaciones que hace Anuiés en torno a esta temática. Existen universidades que han creado sus propias empresas con base en nuevas tecnologías, tal es el caso de la universidad de Colima que ha creado el Cenedic.

En el proceso de vinculación es importante el papel que cumplen los investigadores, por tal motivo se hace una revisión del SNI y se recoge la opinión de investigadores en diferentes áreas.

Las empresas dedican pocos recursos a las actividades de investigación y sus actividades de vinculación han sido escasas, existen varias razones para que esto haya sido así. Se presenta un análisis del comportamiento de las empresas y los empresarios además, de algunos casos de vinculación que se consideran exitosos: grupo Cydsa, Resistol, Zinalco y Condumex.

Con el capítulo VI se pretende presentar una visión integradora de la vinculación, se concluye que este proceso es una categoría histórica, social y económica. Una categoría histórica porque avanza conforme el desarrollo de los procesos productivos, los cuales se hacen más dependientes del nivel de conocimiento. El desarrollo de la vinculación es diferente en cada país, porque también son diferentes los sistemas de investigación y de producción.

La vinculación es una categoría social porque en ella intervienen un conjunto de actores sociales formando redes de conocimiento y de intercambio.

Aún cuando no existe un pensamiento económico estructurado acerca de la vinculación, si existen aproximaciones que explican el comportamiento de los actores que participan en un sistema nacional de innovación tecnológica.

En el proceso intervienen diferentes actores, donde los principales son el Estado, las empresas y las universidades; cada uno de ellos tiene sus razones, principios y motivaciones de participación en el proceso.

Existen diferentes formas de vinculación, desde la promoción de áreas particulares de enlace, construcción de estructuras para el largo plazo y el desarrollo de sistemas especiales.

Así como existen factores que favorecen la vinculación, también los hay que la dificultan, entre ellos están la desconfianza, excepticismo, temor a los conflictos legales y políticos, inestabilidad laboral, etcétera.

Esperando que este trabajo aporte y difunda ideas en torno a la concepción y el quehacer en un proceso de vinculación, lo pongo a disposición de los integrantes del H. Jurado para que hagan las observaciones y críticas que consideren pertinentes, ya que vendrán, sin duda, a enriquecer su contenido y a reafirmar o rectificar las ideas que en él se plantean.

El presente trabajo no hubiera sido posible sin la asesoría y dedicación del Dr. Leonel Corona Treviño a quien quiero agradecer el tiempo y la paciencia que tuvo al revisar cada una de las versiones que fueron desarrolladas a lo largo de las evaluaciones. A los Dres. Axel Didriksson, Miguel Angel Campos, Heriberta Castaños, Prudenciano Moreno y Sergio de la Peña, quienes fueron mis asesores a partir de la tercera evaluación, igualmente deseo expresar mi más profundo agradecimiento a Enrique Dussel Peters por su asesoría en la evaluación final, que vino a fortalecer los aspectos de contenido en torno a los procesos de industrialización.

También quiero agradecer a todas las personas que contribuyeron, desde la Universidad Autónoma de Sinaloa, para el logro de este trabajo. A todos mis compañeros que en las diferentes dependencias universitarias me han brindado su apoyo para hacer posible la realización de esta actividad académica.

Sin embargo, debo aclarar que las deficiencias o errores contenidos son responsabilidad exclusiva del autor.

Culiacán, Rosales, Sinaloa, agosto de 1996.

CAPÍTULO I

LA VINCULACIÓN: UN PROCESO HISTÓRICO

A) LA PRIMERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

1. Las innovaciones tecnológicas

La primera gran revolución en los procesos productivos del sistema capitalista se conoce como “Revolución Industrial”,¹ nombre apropiado para designar una serie de cambios en la productividad de aquellas actividades económicas donde se originaron las innovaciones y se convirtieron en sectores de punta de la economía. La actividad económica central en la primera revolución industrial fue la industria textil, desde donde se propagaron los cambios hasta generalizarse en todo el sector productivo y transformar de manera radical la sociedad de la época. Estos cambios en los procesos productivos se presentaron, inicialmente, en la industria textil. Bernal señala que la revolución industrial no tuvo su origen en el desarrollo de la industria pesada y los transportes, sino de la industria que ocupaba, en ese entonces la posición principal en la economía inglesa, la industria textil²

En sus orígenes y primeras expresiones, este gran movimiento no se encuentra relacionado con la ciencia, o más bien dicho no se establece una vinculación entre la producción científica y las innovaciones presentadas, estas últimas no dependieron de las contribuciones científicas, sino que fueron producto de la actividad práctica cotidiana que realizaban los artesanos, así, no fueron hombres de ciencia los que introdujeron la energía hidráulica en el proceso de abatanar, ni la hulla en el lavado y teñido de lana. Este mérito correspondió a los artesanos, quienes ligados al objeto de trabajo introdujeron las mejoras a las máquinas herramientas, lo cual

constituye el punto preciso de arranque de la Revolución Industrial.³

En toda la primera mitad del siglo XVIII los artesanos mejoraron los procedimientos técnicos con la finalidad de poder responder a la creciente demanda de telas y de algunos otros productos manufacturados. La escasa vinculación se demuestra con el hecho de que a pesar de la poca actividad científica en la Royal Society, las innovaciones tecnológicas se seguían una a otra.

Como ejemplo de las innovaciones observadas en este tiempo y que impactaron la estructura productiva, se cuentan: la llamada Canilla Volante de John Kay, inventada en 1738 por un tejedor de Lancashire, la cual vino a revolucionar los métodos de tejido. Este invento, al introducirse en la industria, disminuyó el tiempo de trabajo utilizado en las labores de tejido, lo que puso a los tejedores en ventaja con respecto a los hilanderos, surgiendo así la necesidad de introducir innovaciones en los métodos de hilado.

Ante la carencia de nuevas tecnologías para el hilado la Asociación Inglesa de Artes, en 1760 ofrecía un premio a quien inventase una máquina que permitiera a una persona hilar más de seis hilos al mismo tiempo. La primera máquina que tuvo éxito en el hilado fue la de James Hargreaves, llamada Jenny, inventada en 1764, pero tenía el gran defecto de producir un hilo demasiado flojo por lo que se debía endurecer a base de cera; contaba, además con la capacidad de hilar ocho hebras al mismo tiempo. Otro gran progreso en el hilado fue la Water-Frame, llamada así por moverse con energía hidráulica; esta máquina se debió al barbero Ricardo Arkwright, en 1769, el hilo no necesitaba mezclarse con cera para su endurecimiento. Pero la máquina que hizo posible que los hilanderos se pusieran al parejo con los tejedores, e incluso los adelantaran fue la famosa Mule, era ésta un aparato híbrido con características de la Jenny y de la Water-Frame, la cual presentó la capacidad de tensar y torcer el hilo en una sola operación; esta máquina fue inventada por Samuel Crompton en el año de 1779 y, veinte años más tarde, tenía capacidad de estar hilando 400 hebras al mismo tiempo, produciendo un hilo fino, resistente y suave. En la industria del tejido, la

siguiente innovación la constituyó el telar mecánico, debido al clérigo Edmundo Cartwright en 1785.

Algunos autores señalan que el triunfo de la producción en serie sobre la producción artesanal se presentó hasta principios del siglo XIX, a lo cual llaman la primera ruptura industrial.⁴

Todas las innovaciones anteriormente mencionadas fueron asimiladas más rápidamente por la nueva industria algodonera, que se inicia en Inglaterra, alrededor de 1750, cuando se prohíbe la importación de esta fibra desde la India. Pero tampoco hubiera sido posible si no se acelera el mecanismo para la obtención de la fibra de algodón, lo cual hizo Eli Whitney, productor de algodón estadounidense, quien, en 1794, introduce el Cotton Gin (despepitadora de algodón).

En la explicación de las anteriores innovaciones se pueden observar dos categorías que resultarán de suma importancia en el presente trabajo, la primera es la integración tecnológica, la cual se explica así: la primera invención importante fue la Lanzadera Volante de Kay, que imprimió gran velocidad al tejido. La etapa anterior al tejido, en el proceso de producción, es la del hilado, la cual se seguía haciendo con ruecas, poniendo en gran desventaja a los hilanderos frente a los tejedores. Esta desventaja desapareció con la introducción de la Mule. Con ambas máquinas se aceleró la demanda de fibra de algodón, satisfecha gracias a la introducción del llamado Cotton Gin. El proceso posterior al tejido, o sea la fabricación de prendas de vestir, se dinamiza con la máquina de coser, debida a Elías Howe, maquinista de Massachusetts.

Por lo anterior, llamaremos integración tecnológica a la búsqueda de homogeneidad en las productividades de las diferentes fases de un proceso. De tal manera que al presentarse innovaciones en una etapa de dicho proceso productivo, aventajará las productividades de las otras etapas, quienes buscarán innovaciones para igualarse a la etapa más productiva.

La segunda es la de convergencia tecnológica, la cual se refiere a la existencia de una actividad económica en donde se centran la mayor parte de las innovaciones, pero además no únicamente se centralizan las innovaciones sino que las transmite, las irradia a los otros sectores de la economía. Así cuando el sector de convergencia tecnológica resuelve un problema mediante un nuevo conocimiento, éste se hace extensivo de los demás procesos productivos.

En la Revolución Industrial, las máquinas herramientas constituyeron un sector de convergencia tecnológica. En la actualidad la microelectrónica cumple este papel.

2. La vinculación ciencia-sector productivo

La vinculación entre producción científica e industria se presentó de manera diferente en los países que fueron escenarios de la Revolución Industrial.

En el caso de Inglaterra, las innovaciones tecnológicas estuvieron más alejadas del quehacer científico que en otros países. Los innovadores e ingenieros en la Gran Bretaña fueron los mismos artesanos que, dotados de una gran inventiva y como producto de estar en contacto directo con el objeto de trabajo, hicieron posible las innovaciones tanto de proceso como de producto.⁵

No es posible captar los indicios de la vinculación, en esa época ni en ese país, pues las innovaciones no fueron producto de científicos, sino que se originaron de los propios artesanos que estaban en contacto directo con el objeto de trabajo.

Las más famosas universidades inglesas (Cambridge y Oxford) del siglo XVIII nada tuvieron que ver con las innovaciones observadas en la industria textil; el papel de dar origen a las innovaciones tampoco fue cubierto por la Royal Society. De los innovadores, unos fueron constructores de molinos o de instrumentos, otros fueron herreros, pero ninguno tuvo una estrecha

relación con la ciencia.

Ni en Francia, que fue considerada el centro de la ciencia mundial a principios del siglo XIX, sus universidades tuvieron un impacto decisivo para el desarrollo industrial, aún cuando en lo individual hubo casos excepcionales como el de Luis Pasteur e instituciones como la Escuela Politécnica.

Sin embargo, un gran logro de la Revolución industrial fue que la ciencia quedó integrada firmemente al mecanismo productivo.⁶

B) LA SEGUNDA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

1. Las innovaciones tecnológicas

Para Barnes, al finalizar el siglo XIX hacen acto de presencia toda una serie de fenómenos que permiten suponer que existe una nueva “revolución” en las formas de producción. Estos cambios se resumen así:

Aceleración en la tendencia a inventar debido al cambio en la metodología de la investigación y al incremento en los estímulos a los inventores; utilización de la electricidad; introducción de máquinas automáticas; la ciencia se vincula cada vez más a la industria; se mejoran los métodos de comunicación y transporte; se incrementa el capital industrial; se crean las empresas corporativas y nuevas relaciones entre las finanzas, bancos e industrias; se descubren nuevos métodos basados en la refrigeración para la conservación de productos, etcétera.⁷

El aspecto más interesante para nuestro estudio es el fenómeno de que ciencia y producción se hacen elementos de un continuo y es aquí donde la ciencia emerge como una fuerza productiva, las grandes empresas son capaces de contratar investigadores que introducen constantes innovaciones y de este modo es posible situarse de frente a sus competidores. La investigación científica se convierte en una actividad fundamental para la

creación y desarrollo de nuevos productos; no es más la actividad del científico solitario y apasionado por su ciencia lo que hace los inventos, sino que la investigación se constituye en una actividad corporativa en la cual trabajan muchas mentes al mismo tiempo. Barnes se remite a Schapiro para señalar: "...el laboratorio de investigación ha suplantado a la buhardilla del inventor romántico..."⁸

Visto el desarrollo industrial por países, fue Alemania, la que experimentó un proceso más rápido. Entre otras cosas, esto fue producto de las innovaciones tecnológicas

La química contribuyó grandemente en estos desarrollos de la industria, la revolución neumática de la química se había iniciado desde 1774 cuando Priestley, por medio del calentamiento del óxido rojo de mercurio, descubre el oxígeno, al que en un principio le dio el nombre de aire desflogistizado, con ello se asiste a la derrota de la teoría del flogisto. Priestley demostró que el oxígeno se empleaba tanto en la combustión como en la respiración. También demostró que las plantas verdes producen oxígeno sintetizándolo del aire.

Lo que atrajo a Priestley hacia el estudio de la química fue que al frente de su parroquia se instaló una fábrica de cerveza, despertando su interés por el proceso de elaboración de este producto, hecho que lo condujo al descubrimiento del principio de las bebidas gaseosas que hoy conocemos.

A partir de la década de los ochenta del siglo XIX se inician los más grandes adelantos en la industria química, a lo que constituye la química sintética contemporánea, llegando a la obtención de varios productos como perfumes, diversos tipos de extractos, el descubrimiento de la celulosa, el azúcar de remolacha, la industria tintorera, la industria metalúrgica, la industria petrolera, la del caucho, etc. El descubrimiento de las propiedades del alquitrán permitió la obtención de tintes que revolucionaron la industria textil y tintorera, de perfumes y sabores. Por la química fue posible la obtención de productos como glucosa, almidón, jarabes y gomas.

En cuanto a la industria del petróleo, debemos señalar que el avance más importante lo tuvo cuando este carburante sustituyó al carbón como combustible en las locomotoras y en los barcos de vapor. También la industria del caucho, la cual tuvo su origen en la vulcanización, realizada por Carlos Goodyear, ha sido factor de desarrollo de la química moderna.

Otro éxito de la química y la física lo constituye la industrialización del frío, que permite la refrigeración de vegetales, carnes y otros productos alimenticios. Dicha refrigeración procede de ciertos gases, fundamentalmente amoníaco.

Barnes resume las aplicaciones de la química, así:

- 1) El desenvolvimiento de la industria del cemento Portland, que tuvo sus repercusiones sobre la construcción de edificios y carreteras de concreto.
- 2) La aplicación de la química a la fabricación de altos explosivos, tanto de índole pacífico como guerrero.
- 3) La aparición y expansión de la fotografía moderna.
- 4) La producción y usos del alcohol industrial.
- 5) La aplicación del conocimiento químico al campo de la agricultura, tanto en lo que hace al análisis del suelo como al suministro de nitrógeno, potasa y otros fertilizantes.
- 6) Las variadas aplicaciones de la química a la medicina moderna, las investigaciones de Pasteur en patología la reproducción de las hormonas de las glándulas de secreción interna o de las vitaminas y la aplicación de los compuestos químicos en sanidad y medicina preventiva.⁹

Otro desarrollo importante en esta época fue el de la electricidad. En 1795, Volta demostró que era posible producir electricidad colocando dos piezas de diferente metal en un líquido, produciendo así la primera pila de corriente eléctrica.

En la vida económica la electricidad se utilizó primero en las comunicaciones, iluminación, como fuerza motriz, todo ello en cantidades pequeñas, pero finalmente en las postrimerías del siglo XIX se utiliza en los

nuevos medios de comunicación como son el teléfono y la telegrafía inalámbrica. En 1881 se hace uso de la electricidad a gran escala, es decir, se resuelve el problema de su distribución y venta, esto con base en una red de líneas maestras conectadas a una estación eléctrica. Sin embargo, para que la electricidad se presentara como un bien común para la ciudadanía fue necesaria la invención de una lámpara duradera y una corriente de alta tensión que permitiera su distribución. Es decir, para que este indispensable servicio llegara a los hogares fue necesario resolver dos problemas: el primero era crear una forma de utilización segura y barata, y el segundo, idear la manera de su generación en grandes cantidades. La primera necesidad fue resuelta por Thomas Alba Edison, cuando creó la bombilla eléctrica (1879). La segunda se resuelve con la construcción de la central hidroeléctrica del Niágara (1893). De aquí en adelante nace una nueva y gran industria: la industria eléctrica.

Los primeros motores de combustión interna funcionaron con hulla y con vapores de trementina, pero el gran invento fue el motor de 4 tiempos de Nicolas Otto en 1876 que funcionaba con gas. En 1885 el ingeniero alemán Gottlieb Daimler construyó el primer motor de gasolina; lo cual revolucionó el transporte, primero terrestre y luego en el aire.

Para fines del siglo XIX las innovaciones no son producto de científicos aislados, sino de laboratorio de investigación bien organizados y de una actividad científica planeada. Las limitaciones más que de naturaleza científica son de naturaleza pecuniaria, es decir si un invento producirá lo suficiente que garantice su fabricación.¹⁰

2. La vinculación de la investigación científica con el sector productivo

Para esta época la investigación científica cumple un papel esencial pues ya se habían estructurado algunos sistemas universitarios.

El quehacer científico fue diferente en cada país, mientras que en Inglaterra la actividad científica estuvo muy vinculada a los aspectos relativos al espíritu; en Francia, los científicos desempeñaron un papel muy importante

para la vida de la sociedad. Durante la Revolución se encargaron de la política y después lograron la institucionalización de las actividades científicas.¹¹

En Francia, la Academie de Sciences proporcionó y aglutinó a una comunidad en donde el científico como tal ocupaba una posición elitista; debido a que el saber estaba reservado a unos cuantos, ésta se consideró de poca utilidad y se cerró en 1793.

Cuando se abolió la academia, se creó el Institute National, más tarde queda vinculado a la Ecole Normale y la Ecole Polytechnique, las cuales tenían como finalidad la formación de técnicos y científicos especializados en problemas sociales, con ello se pretendió resolver el problema de que el desarrollo científico estaba poco vinculado a la educación superior. A principios del siglo XIX surge la nueva universidad, con ella la institucionalización de la ciencia y la vinculación de las actividades científicas al auge de la industria.¹²

Para los años sesenta del siglo XIX ya fue posible que Pasteur, a petición de los productores de vinagre, fabricantes de vino y dueños de ganado lechero, encontrara los microbios causantes de la descomposición de sus productos y mediante el proceso de hervir los líquidos a 49°C se eliminaban dichos microbios, sin alterar las cualidades de los productos. Otro ejemplo fue lo logrado para la industria francesa de la seda, con lo cual se constituye el perfil del nuevo científico dedicado a la enseñanza e investigación universitaria, pero que era capaz de resolver grandes problemas de los sectores productivos.

En Inglaterra, Oxford y Cambridge siguieron siendo el centro del sistema universitario y a ellos asistieron los hijos de la nobleza y el clero. Su nivel científico en la enseñanza era muy bajo, pues la élite no necesitaba de la ciencia para desempeñar sus tareas. Los médicos, ingenieros y profesionales en general egresaban de otras corporaciones o bien las aprendían como ayudantes de profesionales. Por tal motivo, la vinculación de las principales universidades inglesas con el sector productivo era muy reducida.

La primera institución de tipo utilitaria fue el University College de Londres, surgido de diversas fuerzas populares y formado por varios intelectuales libres, que habían venido surgiendo al margen de las instituciones de mayor prestigio en Inglaterra. En 1836 se funda la Universidad de Londres, orientada hacia la enseñanza de actividades prácticas y encargada de otorgar títulos universitarios a los egresados de los diferentes “colleges” londinenses, e inclusive después lo hace con instituciones provinciales.

La universidad inglesa de fines del siglo XIX es producto, por tanto, de dos tradiciones: una, venida de Oxford y Cambridge, cuya enseñanza se caracterizaba por un conservadurismo muy marcado; la otra, de los “colleges” liberales, impulsados por las clases medias, y que estaban ligados a actividades prácticas, su función era la formación de profesionales ligados al sector productivo.

El avance de las instituciones liberales obliga a los dos centros hegemónicos de la educación inglesa a iniciar reformas a partir de 1850, dichas reformas nunca fueron encaminadas a cambiar su función de brindar educación a la élite, sino que el afán de estas reformas fue dotar a las clases más altas de una educación más sólida y actualizada, desde el punto de vista científico. Las reformas iniciadas hacia 1850, con el establecimiento de grados de serio contenido intelectual, tanto en el terreno de las humanidades como en el de las ciencias, y culminadas con la formación de laboratorios modernos de investigación.¹³

Es evidente que a partir de 1870 existieron en Oxford y Cambridge las condiciones adecuadas para que se convirtieran en los más importantes centros de investigación del mundo entero; pero no así, sino que siguieron siendo, como antes de la reforma, instituciones dedicadas a la enseñanza.¹⁴

Esto, debido a que la investigación no fue una mercancía muy buscada en Inglaterra que, para esta época, seguía un desarrollo en su economía más tradicional que otros países, concretamente Alemania. Las instituciones

inglesas de educación superior, tanto las de élite como las liberales, se dedicaban casi por completo a la enseñanza: las primeras a un tipo de enseñanza más humanista y las segundas a la enseñanza de actividades relacionadas con la industria.

Caso muy diferente eran las universidades alemanas que desde comienzos del siglo XIX hasta la década de los treinta del presente siglo sirvieron como ejemplo de instituciones académicas. Arraigaron la idea de investigador-profesor y de la investigación como actividad sustantiva de la universidad.¹⁵

Las cuatro tradicionales facultades de teología, filosofía, leyes y medicina, se transformaron, a excepción de teología, en un conjunto de disciplinas científicas que se ofrecieron en las universidades.¹⁶

En el sistema de educación superior alemán no existió nunca una universidad central y que fuera exclusiva para una clase social, sino más bien fue formado por un conjunto de instituciones descentralizadas, provinciales, que siempre mantuvieron entre sí una marcada competencia, fenómeno que hizo posible que los conocimientos se difundieran de una manera más rápida y existiera la vocación entre sus profesores, de contar con conocimientos más novedosos.

El conjunto de universidades provinciales y de laboratorios de investigación hicieron posible que las innovaciones se difundieran rápidamente; como ejemplo se tiene el primer tinte sintético que fue descubierto por William H. Perkins, en Inglaterra, en 1856; sin embargo, para los años setenta del mismo siglo, los alemanes habían adelantado a los ingleses en esta industria debido a la existencia de laboratorios e investigadores de tiempo completo, lo que les permitió la creación de nuevos tintes, en diferentes tonos e intensidades, propios para colorear una gran variedad de tejidos.

Este fue el modo característico en que las universidades alemanas procedieron por sistema, determinando los ciclos vitales de las disciplinas

académicas. Fueron la peculiar descentralización del sistema y la competencia entre las unidades individuales las que produjeron la rápida difusión de las innovaciones y no la estructura interna de cada unidad ni la filosofía de la educación dominante en Alemania.¹⁷

Gran parte de la vinculación en esa época se presenta en Alemania, por el surgimiento del *Institut*, especie de centro de investigación ligado a una cátedra universitaria, que se encargó más de las actividades productivas que de las de docencia. Esto fue posible en ese país por contar con un sistema universitario más flexible compuesto por universidades provinciales, con el surgimiento de una actividad industrial más diversificada, donde sólo la química desarrolló la fotografía, la refrigeración, los perfumes, el cemento, explosivos, alcohol industrial, fertilizantes y farmacéuticos.

Para la mitad del siglo XIX (Otto Keck, en Nelson 1993) las universidades alemanas habían establecido la investigación como una de sus actividades prioritarias, la cual tuvo su soporte en institutos con laboratorios, para las ciencias naturales y bibliotecas especializadas para las humanidades, lo que hizo que la universidad alemana se convirtiera en líder mundial en las ramas de medicina, química y física.

En el mismo país, el número de estudiantes en el nivel superior pasó de 14 000 en 1870 a casi 140 000 en 1930. Se multiplicó por 10 en un lapso de 60 años.

Un elemento que influyó para que la universidad alemana estuviera más ligada al sector productivo fue la formación de la Unión Alemana de Ingenieros en el año de 1856, la cual repercutió positivamente en la creación de escuelas y en el desarrollo industrial alemán.

En 1870, las escuelas politécnicas que se habían fundado principalmente en las provincias alcanzaron el estatus de instituciones de educación superior con el nombre de Technische Hochschulen y sus graduados obtenían el diploma de ingenieros con igual nivel al título de las universidades, lo que hizo que a la primera década del presente siglo hubiera en Alemania cerca de 30 000 ingenieros graduados, contra 21 000 de Estados Unidos.

Otro ejemplo de la preocupación por la relación entre la ciencia y la producción fue la fundación del Instituto Imperial de Física y Tecnología, en 1887. Esta iniciativa provino de científicos e industriales, entre ellos Werner Von Siemens, fundador de la compañía que lleva su nombre, quien hizo la donación del costo del Instituto.

Existen algunas opiniones¹⁸ en torno a que la vinculación se inicia a principios del siglo XX, aseveración que resulta discutible, por la información presentada en los párrafos anteriores en torno a la universidad alemana y, además, resultan convincentes los argumentos de Teresa Pacheco¹⁹ y Ben David (1966) en el sentido de que la vinculación tiene su origen en la institucionalización de la investigación y las reformas iniciadas después de 1850 por las universidades inglesas. También es importante considerar que en los Estados Unidos después de la segunda mitad del siglo pasado, surgieron los Land Grant Colleges que eran escuelas superiores al servicio de la comunidad y daban enseñanza en las áreas agropecuarias y mecánica.

Las universidades del siglo XIX no únicamente tuvieron la responsabilidad de ser generadoras de conocimientos sino que algunas de ellas empezaron a tener fuertes responsabilidades con el sector productivo, tal es el caso de la universidad alemana.

C) LA TERCERA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

1. La economía mundial

La década de los ochenta se inicia con una crisis en la economía mundial, pues de un índice en el crecimiento del PIB de alrededor del 4% a finales de los setenta se cae a un crecimiento cero en 1982. En ese año el llamado grupo de países industrializados presentó tasas de crecimiento negativos, los casos más marcados fueron los de Estados Unidos y Canadá, cuyas tasas de crecimiento en su economía fueron del -1.9% y -4.4%, respectivamente.

Los llamados países en desarrollo tuvieron, en el mismo año, tasas de crecimiento positivas (1.8%). A pesar de la recesión en que entraron los países desarrollados, los países asiáticos crecieron en promedio a tasas de 5.2% anual, destacando Birmania (5.7), Corea (5.5), Malasia (5.6) y Singapur (6.3), entre otros. El crecimiento de estos últimos fue producto del incremento en sus exportaciones, aunque de todas formas sus tasas de crecimiento fueron bajas, pues este grupo de países habían crecido a una tasa del 9.3% en 1978.

Piore (1990), considera que los bajos índices en el crecimiento económico son el resultado del deterioro en el modelo de desarrollo industrial basado en la producción en serie. Según este autor, existen dos tipos de crisis:

El primero se caracteriza porque las instituciones no logran ajustar de una manera viable la producción y el consumo de bienes; por lo cual estas instituciones deben complementarse o reemplazarse. Existen circuitos que conectan la producción y el consumo como mecanismos reguladores. El segundo tipo se refiere a la dinámica que sigue la tecnología industrial depende de manera esencial de la estructura de los mercados y de los productos fabricados con estas tecnologías; y la estructura de los mercados depende de circuitos fundamentalmente políticos, como derechos de propiedad y distribución de la riqueza. Cuando se agota un modelo de desarrollo se presentan las rupturas industriales.²⁰

Para 1984 ya se observan decididos signos de recuperación en la economía mundial, la tasa de crecimiento del PIB fue de 4.5%, los países industrializados lo hacen al 5.0% en ese año, Estados Unidos, presenta una marcada recuperación al alcanzar una tasa de 8.5% de crecimiento anual.

Los índices de recuperación económica se observan a lo largo de la década, a excepción de 1986, donde el crecimiento promedio de la economía mundial fue bajo, el índice de crecimiento del PIB industrial mundial fue de apenas 1% y el mismo indicador para Estados Unidos, presentó resultados negativos. De ahí en adelante los índices de crecimiento de la producción industrial fueron altos.

En 1988, aunque el crecimiento del producto industrial fue alto (5.7%) la tasa de crecimiento global de los países industrializados fue poco arriba del 4%.

En el informe anual, que sobre la economía, hace el Banco Mundial, señala que la expansión de la economía a nivel mundial se debió al aumento de las empresas en capital fijo.²¹

En 1988, la actividad económica alcanzó un nivel superior al previsto por la mayoría de los observadores. Eso se debió, en parte a que la caída del mercado de valores de fines de 1987 tuvo una repercusión inflacionista en la demanda menos grave que la pronosticada y, en parte también, al inesperado auge de la inversión; este auge obedeció a la presión ejercida sobre la capacidad de producción de muchos países y fue propiciada por la disminución del costo del capital (y, sobre todo, del costo de los bienes de capital de alta tecnología).

Este informe hace hincapié en que las fuentes principales del crecimiento lo constituye un fuerte aumento de la productividad de la mano de obra:

En esta época es indudable la influencia que en el incremento de la productividad tuvieron las nuevas tecnologías incorporadas a los bienes de capital. Estas nuevas tecnologías provienen de tres fuentes principales: la biotecnología, los nuevos materiales y la microelectrónica.

Aunque existen autores que consideran que:

Son siete las áreas tecnológicas de esta tercera revolución: 1) Instrumentos avanzados para estudiar, explotar y conocer la materia; 2) Nuevos materiales; 3) Medios auxiliares y aparatos de computación para el almacenamiento, manejo de información y procesamiento lógico; 4) Medios de comunicación; 5) Máquinas para la automatización; 6) Medios de transporte; 7) Biología molecular.²²

Estos siete puntos se desglosan en el cuadro I.1.

Cuadro I.1.
Campos de conocimiento tecnológico

Instrumental	Nuevos Materiales	Computación	Medios de Comunicación	Máquinas Automatizadas	Medios de Transporte	Biología Molecular
Microscopio electrónico	Semiconductores	Transistor	Satélites	Máquinas herramientas de control numérico	Cohetes	Clonación
Espectrómetro de masas	Polímeros	Microprocesador	Telemática		Transbordadores espaciales	Ingeniería genética
Rayos ultravioleta	Cerámicas	Centro de computadoras	Estaciones permanentes	Ingeniería enzimática		
Rayos infrarrojos	Fibras ópticas	Inteligencia artificial		Robots		
Resonancia magnética nuclear	Super aleaciones					Nuevos procesos de fermentación
Dispositivos de láser	Catapicadores					

Fuente: G. Villalobos, *Sistema de clasificación del desarrollo tecnológico*. Citado por René Villarreal, *op. cit.*, p. 58.

Las nuevas tecnologías constituyen una expresión del avance del conocimiento, ya que para su desarrollo requieren de una sólida investigación científica.

En el presente trabajo se consideran únicamente dos rumbos de las nuevas tecnologías, ya que en el cuadro presentado por Villarreal, cuando menos las primeras seis están muy relacionadas con la microelectrónica y los nuevos materiales.

2. La biotecnología

La biotecnología constituye un conjunto de técnicas biológicas para la obtención de bienes y servicios mediante la explotación industrial del potencial de los microorganismos, células animales y vegetales y las fracciones derivadas de ellas.

En la anterior definición se debe resaltar el carácter multidisciplinario de la biotecnología, así como la búsqueda del uso industrial de los procesos biotecnológicos. Cuando se habla del uso industrial no se hace referencia únicamente a la industria sino al papel que cumple en los procesos de producción en general.

No se puede decir que la aplicación de los microorganismos en la realización de procesos de fermentación constituyen una novedad, pues desde la antigüedad se observa el uso empírico de los procesos biotecnológicos. Para mediados del siglo XVIII se le llamaba *fermentum* a la levadura que transformaba un macerado de fruta en vino. Existen pruebas de que los pueblos babilónicos obtenían cerveza u otras bebidas por medio de una fermentación. Para el siglo XIV ya muchos pueblos obtenían vino a partir de la fermentación de granos. También se utilizaron estas técnicas para la obtención de quesos, mantequilla, pan, col agria y algunos aderezos.

La transformación radical de estas artes domésticas a ciencia aplicada se debe al genio de Louis Pasteur (1822-1895), quien influye para que los procesos de fermentación dejen de ser una práctica artesanal para convertirse en una práctica industrial. Por otro lado, se tiene que el monje austriaco

Gregor Mendel (1822-1884) estableció las leyes de la herencia, definió la unidad de información genética dándole el nombre de “gene” y sus trabajos constituyen la base de la genética actual. Aunque la palabra fermentación se derivó del latín “ebullición”, pues se tenía la creencia que este era un proceso de hervir. Pasteur demostró que dicho proceso tenía relación con lo vivo o sea con la biología y no con la química pura. A pesar de todos sus esfuerzos, Pasteur nunca logró liberar los catalizadores de la levadura (fermentos, luego enzimas), cuyo honor correspondió al químico alemán Eduardo Buchner (1860-1917); quien logró por azar en 1897, descubrir las levaduras.

En el campo de la medicina, antes de que Fleming (1881-1955) descubriera la penicilina, se hacían algunas curaciones de heridas infectadas mediante la aplicación de pan y frutas podridas.

A principios del presente siglo se demuestra que los genes están compuestos por el ácido desoxirribonucleico (ADN). Pero lo que vino a revolucionar la biotecnología y sentar sus fundamentos modernos fue el descubrimiento de la doble hélice del ADN, aportación hecha por James Watson y Francis Crick en 1953.

En la década de los setenta tiene un gran auge la biotecnología debido al desarrollo de importantes metodologías; una de ellas fue la manipulación *in vitro* del ADN y, otra, la fusión de células animales para la producción de hibridomas. Con ambas metodologías es posible “programar” cualquier organismo vivo para la producción de proteínas de utilidad para el hombre.²³

En el terreno de la reproducción animal, destaca la técnica del trasplante de embriones, mediante la cual es posible que una vaca genéticamente superior pueda producir de 50 a 60 crías por año, sin dar a luz ninguna.

Para poder hacer uso industrial de las técnicas biotecnológicas es necesario realizar un proceso de escalamiento, el cual es de suma importancia, pues cualquier técnica nueva puede dar resultado a nivel tubo de ensayo pero no

rendir frutos en volúmenes mayores. Decimos que la biotecnología constituye una tecnología de punta, por ser amplios los sectores de la economía en los cuales se han manifestado sus aplicaciones, estos sectores son: medicamentos y salud, esta aplicación se remonta a 1941 con la introducción de la penicilina, actualmente los antibióticos se han constituido en una parte central de la industria farmacéutica junto con las hormonas, vacunas y vitaminas. Para la alimentación humana y animal ha sido posible producir proteínas alimenticias, almidón, edulcorantes, aminoácidos, ácidos orgánicos y aditivos alimentarios. En la agricultura y la ganadería se han producido nuevas variedades de semillas, nuevas razas de ganado, creación de biopesticidas, combate a las enfermedades virales y las enfermedades bacterianas en los animales.²⁴

Si bien se han observado todos estos usos de la biotecnología, los cuales resultan de gran beneficio para la humanidad, también representan ciertas amenazas:

- a) Por la degradación y contaminación de los suelos, al producirse plantas más resistentes a los pesticidas.
- b) El desarrollo de bacterias anticongelantes, hace también que determinados insectos desarrollen defensas contra el congelamiento, lo que los convierte en plagas potenciales.
- c) Se está introduciendo a las plantas elementos que les confiere resistencia a patógenos e insectos, pero aunado a esto también se incrementan los tóxicos y sustancias carcinógenas.
- d) Se presenta la pérdida del germoplasma de las especies de plantas tradicionales con la introducción de especies mejoradas.
- e) La sustitución de materias primas naturales por productos de la biotecnología en los países industrializados, con la consiguiente caída de las exportaciones del llamado Tercer Mundo.
- f) Los nuevos procesos biotecnológicos se pueden concentrar en unas cuantas firmas que tienen una mayor disponibilidad de capital, creándose así un mercado oligopólico en la industria de la biotecnología y, con ello, el consiguiente aumento de la dependencia de los países subdesarrollados.

Las características de la moderna biotecnología se pueden resumir de la siguiente forma:

1. Es dependiente de varias disciplinas científicas y tecnológicas.
2. Sus aplicaciones ofrecen un aspecto multifacético que comprende un conjunto de sectores.
3. Depende de un gran número de insumos científicos, de ahí la necesidad de participación de los centros de investigación y de las universidades o bien, que las empresas instalen sus propios centros de investigación.
4. Su difusión proyecta una multiplicidad de dimensiones que afectan la ética, el derecho, medio ambiente y trabajo.

Debido a las características de la biotecnología y el interés que en la década de los ochentas, por el desarrollo en la ingeniería genética y de los anticuerpos monoclonales hicieron posible que en muchas compañías se despertara el interés comercial por los procesos biotecnológicos.

Esta actividad se caracterizó fundamentalmente por la participación de investigadores académicos provenientes de las universidades, biólogos moleculares, genetistas, bioquímicos e inmunólogos, quienes se dieron cuenta de que sus descubrimientos y conocimientos tenían aplicaciones industriales en el futuro inmediato.²⁵

Hacia finales de la década de los ochentas, grandes compañías: Monsanto, Dupont, Shell entre otras, decidieron establecer sus propios laboratorios de investigación, sin embargo, siguieron contratando investigadores de empresas pequeñas con objetivos muy definidos y expectativas muy claras. Las grandes empresas, también se han asociado a institutos de investigación para la búsqueda de tecnología, porque han hecho del conocimiento científico la base principal de sus negocios. Los avances en el conocimiento científico hicieron posible que empresas dedicadas a la industria química, cambiaran su giro a la producción de semillas. Los procesos biotecnológicos se basan en principios científicos que son factibles de aplicar en diferentes sectores económicos, por ejemplo, los procesos de fermentación se pueden aplicar en la producción de alcohol, antibióticos, aminoácidos y, en general, a la industria farmacéutica.

En el caso de México, han alcanzado cierto grado de madurez algunos grupos de investigadores, los cuales están situados en las universidades, prevaleciendo en ellos la idea de un desarrollo endógeno, en cambio, el sector productivo ha privilegiado la compra, transferencia y adaptación de tecnología extranjera. Este fenómeno ha traído como resultado que las diferentes investigaciones biotecnológicas hayan alcanzado poco desarrollo práctico.

3. La microelectrónica

La microelectrónica, tiene su origen en la investigación sobre semiconductores; sin éstos sería imposible que existieran los calentadores, los radios portátiles, las microcomputadoras y otra gran variedad de instrumentos electrónicos utilizados en el hogar, medicina, industria y telecomunicaciones.

Los semiconductores son materiales que no son buenos transmisores de la electricidad, pero tampoco se consideran aislantes.

El avance de la física ha hecho posible la demostración de que esta clase de materiales constituye la más importante de los eléctricos. Existen tres tipos de materiales, según su conductividad eléctrica: metales, semiconductores y aislantes.

La investigación en torno a la semiconductividad tuvo su inicio a fines del siglo pasado, llegándose a explotar tecnológicamente algunas ventajas de ella, pero con la invención del tubo vacío (bulbo), en 1905, que era más seguro y conducía mayor cantidad de electricidad, se abandonó el estudio de los semiconductores.

Durante la segunda guerra mundial, los bulbos mostraron su inoperancia por su tamaño, su fragilidad y su consumo de materiales y energía, lo cual los vuelve inadecuados en la fabricación de equipos pequeños, resistentes y portátiles. Los semiconductores de nuevo cobran auge, iniciándose

investigaciones encaminadas a encontrar elementos semiconductores útiles en la fabricación de dispositivos electrónicos. Con dichas investigaciones, se llegó al descubrimiento e introducción al comercio de los llamados “rectificadores” fabricados con óxido de cobre metálico o de selenio con una aleación de estaño y cadmio. Posteriormente se descubren el germanio y el silicio.

Un importante paso en la electrónica es la sustitución del bulbo por el transistor, por ser éste de menor tamaño, costo y bajo consumo de energía. Actualmente, aun cuando el más usado es el silicio, se experimenta con un grupo de semiconductores como el arseniuro de galio, selenio, germanio, antimonio y fosforo de galio.²⁶

El siguiente adelanto muy importante fue la creación del microchip.²⁷

Todo lo anterior llevó a la introducción del microprocesador en 1971 y, con ello, el nacimiento de la microelectrónica, para luego dar paso al desarrollo vertiginoso de la computadora y las nuevas tecnologías informatizadas.

La década de los ochentas se caracteriza por el surgimiento de una revolución tecnológica basada en las nuevas tecnologías informatizadas. Estas, como producto de las innovaciones en la electrónica primero y después en la microelectrónica. En un principio se introdujo la informática, especialidad relacionada fundamentalmente con las actividades administrativas y de gestión, produciendo un verdadero cambio en el manejo de archivos y expedientes, cuentas bancarias, fichaje nacional de ciudadanos, etc. Con la aplicación de la microelectrónica a las telecomunicaciones, y la fusión de esta última con la informática, se da surgimiento a la telemática.

La microelectrónica se aplica primero al campo de los servicios (comunicaciones, finanzas, etc.), pero su impacto mayor aparece cuando se traslada al sector productivo de bienes. Las primeras aplicaciones empezaron en la década de los cincuenta y sesenta, correspondían a las industrias de producción continua como cemento, vidrio y líquidos; para 1970, se inician

los procesos de producción discreta por medios informatizados.

La microelectrónica permite el logro de una combinación de la flexibilidad con la integración de las diferentes fases del proceso de producción, constituyendo así los elementos fundamentales del concepto de “economía de la variedad”.

La economía de la variedad constituye una realidad cotidiana para el conjunto de pequeñas y medianas empresas. Su principal característica es la mayor flexibilidad que implica, en un inicio, un mayor costo que la producción en serie, pero que, a plazos mayores, se está en condiciones de poder combinar las ventajas de flexibilidad con la reducción de costos, siendo éste el camino para la obtención de una utilidad mayor que la automatización rígida. Si bien el cambio de equipo de una fase a otra, o sea la transición de la programación rígida a la flexible, resulta elevado por los costos de adquisición del nuevo equipo, estos costos a la larga se ven compensados por los siguientes factores:

a) Una integración mayor de las actividades productivas, reduciendo tiempos muertos y utilizando más intensivamente su fuerza de trabajo.

En el fondo, se trata de obtener un mayor compromiso de los hombres y las máquinas. En el compromiso del hombre se busca una intensificación del trabajo por medio del aumento cuantitativo de gastos productivos en la hora o en la jornada de trabajo. Al reducir los tiempos muertos de la producción, al asegurar una gestión optimizada de los flujos productivos, los hombres se encuentran en gran medida esclavizados, y a menudo esclavizados a ritmos más veloces que con las cadenas clásicas.²⁸

Aparte de eliminar la porosidad en la jornada de trabajo, las nuevas tecnologías informatizadas reducirán la participación de la mano de obra como porcentaje de los costos de producción. También, la automatización flexible hace que se busque contar con una fuerza de trabajo flexible; es decir, que pueda acoplarse a las diferentes labores que se realizan en la

planta, su punto ideal de llegada es la consecución del “obrero total”, el cual se asemeja a un obrero capacitado para realizar múltiples tareas del proceso productivo.

b) Una mayor flexibilidad en las líneas productivas, logrando:

- La mayor utilización de las capacidades instaladas.
- El poder de reaccionar agresivamente al cambio en el mercado en la búsqueda de maximizar la ganancia.

Además, el concepto de “automatización flexible”, en los procesos de trabajo se introduce, a partir de la microelectrónica, el concepto de “proceso de gestión de calidad total”, el cual se considera compuesto por cinco elementos.²⁹

El cambio en la metodología del diseño. Se modifica el enfoque parcial de concebir el producto, cambiándose por una concepción total más integradora sobre el funcionamiento completo de la empresa. El diseño de un nuevo producto parte desde los probables suministradores de insumos hasta los consumidores finales. El diseño no constituye una actividad separada de las demás actividades de la empresa, pues se hace realidad una integración de las actividades con los procesos CAD-CAM (diseño asistido por computadora y fabricación asistida por computadora).

El control estadístico del proceso. Se identifican las variables que intervienen en el proceso y los mismos trabajadores se encargan de llevar el control de los diferentes fenómenos con la finalidad de evitar errores.

Instrumentación de técnicas. Para detectar y solucionar problemas a través de círculos de control de calidad y constitución de equipos de trabajo.

Producción justo a tiempo. No se produce para el almacén sino para el mercado inmediato, la producción se realiza cuando ya se tiene el pedido de los clientes.

De esta manera se reduce el capital de trabajo de la empresa, la cual se manifiesta de la siguiente manera:

- Reducción de inventarios en materias primas.
- Reducción de existencia en productos terminados.
- Reducción de productos intermedios en camino entre su lugar de origen y destino.
- Reducción de inventarios en productos terminados.

Modificación radical del comportamiento. De los productores que consiste en el cumplimiento estricto de la calidad y entrega. Esto implica la reestructuración de toda la línea de proveedores buscando como objetivo lo que se conoce como: dock to stock, lo que significa que el comprador puede estar seguro del cero error de los bienes intermedios o insumos de su proceso productivo, introduciéndolos, de esta manera, a dicho proceso sin ninguna inspección previa.

La microelectrónica³⁰ se ha desarrollado con base en los resultados del sistema de investigación y desarrollo, y éste se alimenta del desarrollo científico y particularmente de la física del estado sólido, pero también demanda respecto a su aplicación y difusión, desde donde se observa que su enfoque tiene que ser interdisciplinario, que abarque las ciencias y las ingenierías. Los futuros desarrollos de la microelectrónica dependerán de:

- a) La interacción de la industria con las actividades de los centros de investigación universitario.
- b) La vinculación horizontal con los usuarios potenciales de la innovación y la vertical con los proveedores de equipo y materiales.

Por lo expuesto hasta aquí, se puede concluir que la revolución científico-

técnica constituye un cambio radical en las relaciones de la ciencia y la técnica con la producción lo cual influye de manera determinante en la vida económica, política, social y cultural de gran parte del quehacer de la sociedad.³¹ Estos cambios no constituyen un salto repentino, no surgen de la nada, sino que son producto de un conjunto de conocimientos y transformaciones institucionales que se vinieron acumulando entre las guerras y con la búsqueda de aplicaciones más exactas, después de la Segunda Guerra Mundial.

Las transformaciones en la estructura industrial se basan en la información y en la difusión del conocimiento, de manera particular, del conocimiento basado en la electrónica, la cual por este hecho se convierte en una tecnología genérica que la transforma en el sector de convergencia tecnológica.

4. La innovación en los diferentes países

La Innovación en los Estados Unidos

La inversión en investigación y desarrollo en los Estados Unidos se caracterizó a fines de la década de los cincuenta por contar con un gran impulso, pues de 1955 a 1960 tuvo un crecimiento del 92%, de ella el 65 % provenía del Estado; el 33% de las industrias y el 1% de las universidades. Para 1965 el ritmo de crecimiento de la inversión en IyD bajó pues creció un 35% con respecto a 1960, pero el Estado siguió manteniendo su participación. En los lustros siguientes el comportamiento en el crecimiento de la inversión fue: para 1970 (5%); 1975 (-4%); 1980 (22%); 1985, (32.44%) y 1989 (8.27%). Los recursos que dedicaron las universidades se mantuvieron en toda la época señalada, entre el 1 y el 2%, pero ya a finales de los ochenta, las universidades aumentaron su participación hasta un 3%. Existió un cambio en lo que se refiere a la estructura de la inversión, pues hasta los años setenta los recursos dedicados a IyD provenían mayoritariamente del Estado; al terminar la década de los setenta se observa una declinación en la participación del Estado, y para 1980, por primera

vez es mayoritaria la inversión de la industria, pues el Estado llegó a la cifra del 47%. Esta estructura de participación se mantiene durante toda la década de los ochentas.

Al revisar los recursos dedicados a la investigación por industria entre los años de 1958 y 1972 se encuentra que donde más recursos se dedicaron fue en aeronáutica y misiles, siendo mayoritaria la participación del Estado; hubo algunas actividades económicas donde el peso de la iniciativa privada creció y la del Estado fue bajando, tal es el caso de la maquinaria eléctrica, maquinaria no eléctrica y los productos químicos y sus derivados. Hubo algunas industrias que se distinguieron por su alto crecimiento en cuanto a investigación y desarrollo en este periodo, tal es el caso de los productos de caucho y la industria farmacéutica.

Para el periodo de 1972 a 1986 las industrias que más recursos dedicaron a la investigación fueron la de maquinaria eléctrica, la de aeronáutica y misiles, comunicaciones y equipos electrónicos, maquinaria no eléctrica y los productos químicos y sus derivados. La investigación en misiles provino mayoritariamente del Estado.

En cuanto al modelo de innovación también existió un cambio en la década de los ochenta pues los grandes establecimientos de investigación del gobierno, las universidades y empresas sirvieron como “incubadoras” de empresas innovadoras pequeñas. Esto fue particularmente significativo en biotecnología y microelectrónica.

La vinculación entre universidad e industria también ha cambiado, aun cuando en Estados Unidos existe cierta tradición a este respecto y se da fuerte antes de 1940, esta relación fue decayendo, pues en 1953 la industria financiaba el 11% de la investigación en las universidades y en 1978, financiaba sólo el 2.7%. En los ochenta empieza a crecer esta relación y para 1985 ya financiaba el 5%. The National Science Foundation ha establecido un programa para establecer un gran número de proyectos interdisciplinarios en los campos universitarios, los recursos de estos proyectos provienen de la iniciativa privada.

La Innovación en Japón

En el caso del Japón los gastos del Estado en la industria de la guerra fueron prácticamente nulos, lo que hizo que estos recursos fueran transferidos a la producción civil.

La economía japonesa, de 1950 a 1973, hasta la primera crisis del petróleo, creció a una tasa aproximada del 10%. Una de las fuentes de este alto crecimiento provino del uso de la tecnología, la cual tuvo dos orígenes diferentes; uno en la importación de tecnología avanzada y el otro, en la promoción de tecnologías locales.

La participación del gobierno y la industria en la inversión en investigación y desarrollo se puede apreciar a continuación.

Cuadro 1.2
Participación del gobierno y la industria en IyD
(billones de yen)

Año	Gobierno	Industria	%G/I
1960	9.8	124.4	7.88
1965	16.4	252.4	6.50
1970	31.0	823.3	3.77
1975	64.7	1684.8	3.84
1980	101.0	3142.3	3.21
1983	117.7	4,560.1	2.58

En el cuadro anterior se puede apreciar cómo el Estado va disminuyendo su participación en comparación con la industria. Esto se debe a que el Estado japonés no tuvo entre sus gastos el renglón de defensa.

El proceso de innovación japonesa presenta perfiles particulares.

1. La innovación ha sido más de proceso que de producto. En el caso de la

innovación de las campañas norteamericanas en un 66% ha sido innovación de producto y el resto en innovación de proceso; en el caso de Japón, la razón es inversa. En la década de los ochenta se intensifica la innovación de producto.

2. La industria japonesa, después de la guerra se desarrolla bajo dos paradigmas tecnológicos: por un lado se desarrollan las tecnologías tradicionales, y, por otro, las nuevas tecnologías. El viejo paradigma se hace presente en las industrias del acero, la química y las fibras sintéticas. Más tarde y bajo este mismo principio se desarrolla la industria del automóvil. El nuevo paradigma emerge después de 1973, como consecuencia de la crisis del petróleo y está basado en el ahorro de energía, pues a partir de 1974 se inicia un programa para el ahorro de energía, donde cada empresa estudia y aplica programas tendientes a reducir su consumo. En este nuevo contexto se desarrolla la microelectrónica y todas las tecnologías informatizadas.

La Innovación en Corea

Corea, al igual que Japón, también inicia su desarrollo industrial basado en una tecnología de reversa, tomando en cuenta las necesidades del mercado.

Para darnos una idea de los fondos aplicados a la investigación veámos el siguiente cuadro:

Cuadro I.3
Indicadores de IyD en Corea
(billones de won)

Conceptos	1971	1976	1981	1987
Gastos en IyD	10.67	60.90	293.13	1 878.0
Fondos de Gobierno	7.29	39.18	121.73	383.0
Fondos privados	3.38	21.72	171.40	1 495.0
Relación G/P	2.12	1.8	0.71	0.26
PNB	3 376	13 881	45 126	97 532
% del PIB en IyD	0.32%	0.44%	0.65%	1.93%

En el cuadro anterior se puede observar el cambio estructural que experimenta el origen de la inversión en IyD en toda la década de los setentas y principios de los ochentas, donde los recursos provinieron principalmente del Estado. Para la segunda mitad de los ochentas esta situación cambia, siendo mayoritaria, por amplio margen, la inversión privada sobre los fondos del gobierno. Los recursos dedicados a la investigación, como porcentaje del PIB, también han cambiado, pues de un pobre 0.32% que eran en 1971, pasaron a un 0.65% en 1981 y a un 1.93% en 1987.

La participación del gobierno fue mediante tres mecanismos: subsidios directos, inversiones directas en Iy D e incentivos fiscales; siendo el más importante de ellos el financiamiento directo.

Una de las deficiencias fuertes que ha tenido el sistema de ciencia y tecnología en Corea ha sido el descuido de la educación superior, pues a pesar de haber crecido el número de universidades de 69 en 1966 a 100 en 1985 y el número de estudiantes pasó de 131 354 a 931 884, la razón alumno profesor se vio deteriorada pues cambió de 22.6 a 35.8 en el mismo periodo. El resultado de este descuido hace que a inicio de la década de los noventa carezca de científicos e ingenieros preparados que continúen con el desarrollo científico-tecnológico y, por tanto, se ha iniciado un programa de impulso a la educación superior.

5. La vinculación en la época actual

Al iniciar el presente siglo adquiere importancia el proceso de vinculación en Estados Unidos, pero entra en receso debido a la depresión de los treintas, presentando mayor dinamismo en la década de los cincuenta, pues en 1953, el 11% de los gastos de investigación en las universidades eran financiados por la industria (Nelson, 1993), después este porcentaje cayó, para restablecerse a partir de la segunda mitad de la década de los 80.

A partir de esta década, las empresas han establecido ciertas facilidades a las universidades para que dispongan de mayor cantidad de recursos para la investigación. Además, se ha contado con acciones de parte del gobierno federal, pues la National Science Foundation ha impulsado un programa

intrdisciplinario entre los centros de investigación de varias universidades, mediante el financiamiento con el llamado "seed money" que provienen del gobierno federal y de las empresas privadas, donde la vinculación consiste en un proceso multipolar en el que intervienen las entidades gubernamentales en sus diferentes niveles (internacional, nacional y local) con importantes responsabilidades que cumplir. Un nuevo modo de producción está emergiendo, en el cual la academia, la industria y el Estado no están ya separados (Rosalva Casas, en Campos y Corona, 1994).

El proceso de vinculación se refuerza en esa década, pues a partir de entonces las industrias financian arriba del 6% de la investigación que se hace en las universidades.

El cambio presentado en las relaciones entre universidad-industria no fueron los únicos que se dieron en la estructura industrial norteamericana, sino que se producen una serie de transformaciones en las formas de investigación industrial, la cual se refleja en el esfuerzo que las firmas realizan en la búsqueda de recursos humanos externos tanto en firmas de investigación nacionales como extranjeras.

Las universidades también buscan socios entre empresas y otras universidades. Un ejemplo de ello lo tenemos en el programa que ha propuesto la Universidad de Nuevo México. Este Programa se denomina Binational Advanced Manufacturing and Management Educational Institute (BAMMEI) y tiene como propósito proporcionar educación y capacitación de posgrado en las áreas de manufactura y administración avanzadas, para transferir y aplicar tecnología relevante. Los cursos serán vía satélite y se trabajará en las siguientes actividades: maestría en ingeniería industrial; conferencias; mecanismos de transferencia de tecnologías avanzadas a la manufactura y administración de la manufactura, incluyendo disciplinas del medio ambiente; desarrollo de bases de datos para compartir proyectos por medio de medios electrónicos; intercambio estudiantil. En este programa están participando 9 universidades y 26 tecnológicos de la frontera norte, por el lado mexicano y la Universidad Estatal de Nuevo México por los Estados Unidos. Los alumnos asistentes a estos programas

deberán ser avalados por alguna empresa y participar en el programa mediante un convenio entre la empresa y la universidad.

En los países desarrollados el vínculo entre las instituciones de investigación científica y las empresas es cada día más estrecho. Tiene razón Rob Van Tulder, cuando se refiere a que las empresas tienen la necesidad de buscar sus desarrollos tecnológicos en las universidades, ya que la tecnología evoluciona muy rápidamente y no se puede contar con equipos internos de investigación sin correr el riesgo de que personal altamente capacitado quede obsoleto debido al cambio en las áreas tecnológicas de interés. Por esta razón las empresas buscan contratar servicios de investigación en instituciones externas.³²

Para competir en este ambiente, los países necesitan universidades de primera con investigación que responda a los requerimientos del sector productivo.

Por estas circunstancias, las universidades del primer mundo son financiadas por las empresas, de ahí que no puede existir una industria competitiva sin un moderno sistema de investigación, lo que implica universidades de excelencia.³³

En las anteriores ideas se observa la importancia de contar con un sistema de universidades conectado con el sistema productivo. Existen países donde su sistema de investigación universitario se vio descuidado, tal es el caso del Japón, pero el Estado y las mismas empresas se encargaron de subsanar esta deficiencia creando los centros de investigación básica necesarios.

Claro es que la empresa tiene sus motivaciones particulares para la búsqueda de una mayor vinculación con los centros de investigación científica, pero éstos también tienen sus argumentos para participar en este proceso.

Abundan los ejemplos donde se observan vinculaciones exitosas, en este trabajo sólo mencionaremos algunos de ellos.

La empresa Genentech, fue fundada en 1976, por la asociación venturosa del profesor de la Universidad de California, Herbert Boyer y Robert Swanson, de la firma Kleiner & Perkins, por medio de la forma de capital de riesgo.

En un principio se trabajó en el laboratorio universitario de Boyer y para 1986, contaba con un capital de 376.9 millones de dólares, tenía como accionistas a Lubrizol, Celanese y Monsanto.

Otro ejemplo, también en el ramo de la biotecnología, Damon Biotech, la cual es una derivación de IMT, pues cinco de sus profesores están profesional y económicamente ligados a esta empresa. Su éxito está basado en que logró la invención y el monopolio de los métodos de encapsulación de células animales mantenidas *in vitro*.

Hybritech, fue fundada en 1978, por Ivor Royston, profesor de la Universidad de San Diego y por Brook Byers, de la compañía Kleiner.

Algunos centros de educación superior también se han convertido en importantes puntos de nacimiento de empresas privadas. En un estudio realizado por John Donovan, profesor de administración del IMT, reporta que de 216 empresas de alta tecnología estudiadas en la zona de Boston, encontró que 156 habían nacido en los departamentos o laboratorios del IMT. (Botkin, 1988).

Estos y otros éxitos comerciales de empresas surgidas en universidades, ha llevado a investigadores y a las propias instituciones a tener mucho cuidado en que todo lo que sale a luz pública como publicaciones y noticias científicas cuenten, antes de darlas a conocer, con la patente respectiva. Además, han tenido especial interés de formar equipos de expertos en propiedad intelectual.

Otra derivación importante de estos procesos de vinculación vienen a hacer que las principales revistas científicas exijan como condicionante para las publicaciones, que en el currículum del autor aparezcan las relaciones

comerciales con empresas o asesorías a las mismas.

En Estados Unidos, ha surgido una nueva modalidad en lo que respecta a la vinculación y éstos son los parques de investigación asociados a las universidades o parques científico-tecnológicos, los cuales aparecieron por primera vez en el Valle del Silicio y se han esparcido por toda la Unión Americana y otras partes del mundo.³⁴

El proceso de creación de parques se inicia en 1951 y para 1988 existían, en ese país, 115 instituciones de este tipo.

El fenómeno se ha extendido a Europa, el crecimiento entre 1980 y 1985, ha sido de la siguiente manera:

País	1980	1985
Alemania	0	18
Reino Unido	3	13
Francia	3	8
Bélgica	4	5
Holanda	0	3
Total	10	47

De 1980 a 1985, el total de parques científicos en esos países se ha incrementado de 10 a 47.

También en países subdesarrollados se han establecido parques, tal es el caso de Brasil, donde se encuentran Río-Tec, Bio-Río, San José Dos Campos y Campiñas.

En México, el 9 de agosto de 1988, se formó en Cuernavaca, Morelos, el fideicomiso para el desarrollo del Parque Tecnológico de Morelos, en el cual participan la UNAM, el gobierno del estado y Nacional Financiera.

Hasta ahora, estos organismos han operado bajo cualquiera de las tres siguientes formas: a) desarrollados por un empresario privado que trabaja

bajo un convenio con la universidad; *b*) la universidad, establece una empresa cuya única finalidad es administrar el parque, *c*) como una oficina dependiente de la universidad, siendo el director nombrado directamente por el rector.

Los parques científicos son el medio por el cual se puede fomentar la procuración de bienes y servicios de alto valor tecnológico. En muchos casos este fenómeno se dirige hacia la elaboración de un prototipo, en tanto que en otras ocasiones, se dirige a apoyar los procesos de manufactura de bienes y servicios de alta tecnología. Una de las principales características de los parques científicos, es que en ellos se conjunta el esfuerzo de investigación científica y el desarrollo tecnológico respaldado, directa o indirectamente, por universidades o centros de investigación, con las necesidades específicas de desarrollar un nuevo producto o mejorar los existentes. Estos productos, nuevos o mejorados, deberán contar con buenas perspectivas de ser aceptados por el mercado para convertirse en un éxito en términos comerciales. Otro de los objetivos principales de los parques científicos, es colaborar directa y estrechamente en los procesos de investigación y desarrollo tecnológico, aportando a sus usuarios las mayores facilidades posibles de recursos materiales y humanos.³⁵

Otro importante propósito de los parques científicos, es minimizar los costos de investigación y del desarrollo tecnológico al establecer una serie de facilidades y servicios compartidos al más alto costo posible, mediante cuotas de recuperación o de arrendamiento mensual. Un usuario mediante el pago de su renta, tiene acceso al equipo y a los servicios que se proveen en el parque. Muchas veces este acceso se proporciona bajo la modalidad compartida del equipo (como sucede, por ejemplo, con las computadoras) y de los servicios (que puede ser una asignación de personal secretarial, administrativo o contable, por determinadas horas de la semana). Así mismo, los usuarios pueden hacer uso de las demás facilidades e infraestructuras del parque.

En el caso de Estados Unidos se han seguido desarrollos por estados

regiones a partir de los modelos del Valle del Silicón y de la Ruta 128, como ejemplos se tienen: Bionic Valley, Electronic Belt, Golden Triangle, Silicon Bayou, Silicon Beach, Silicon Desert, Silicon Forest, Silicon Mountain, etc. Todos tienen la característica de contar con instituciones de investigación prestigiadas.

En el caso de Japón, se ha conformado una red de ciudades con alta tecnología denominada "Tecnopolis", que se inicia con la ciudad de la ciencia de Tsukuba, la cual fue planeada en los sesenta y ahora es la casa de 2 universidades y 50 institutos de investigación y que ha servido como prototipo para 26 "Tecnopolis" (Malecki, 1991), Tsukuba fue planeada con base en el Research Triangle de North Carolina.

Otros ejemplos recientes de vinculación es la creación en China de los desarrollos tecnológicos creados en las ciudades de Shangai, Iangsu, Guangdog y Beijing, de 1986 a 1990.

En el Reino Unido se establecieron dos parques al inicio de la década de los setentas, pasaron más de 10 años sin que surgiera ningún otro, pero para 1987 se establecieron 36 parques científicos con la participación de universidades.

En el caso de Francia se desarrollaron los "Technopoles", de los cuales había 12 para 1989 y 37 en su etapa de planeación.

En Alemania aparecen hasta 1983, y han sido como en Estados Unidos, producto de decisiones locales.

Una conclusión de todos estos desarrollos en los diferentes países es que en los parques surgidos más recientemente, se ha vuelto más necesaria la existencia de centros de investigación, en cambio en los de mayor antigüedad fue más importante contar con una fuerte inversión en forma de *capital-venture*.

No obstante el desarrollo rápido de los parques, las experiencias nacionales e internacionales sugieren que éstos han tenido un éxito limitado (Aguilar Barajas, *Tecnoindustria*, núm. 5) y que existen otros instrumentos más efectivos para el proceso de vinculación. La planeación de los parques es una tarea en extremo compleja con perspectivas de largo plazo y con alta inversión en el presente.

Son múltiples y variadas las formas de vinculación existentes en la actualidad, pero todas ellas responden a la necesidad actual de tener acceso a la ciencia que se hace en las universidades o centros de investigación, porque la ciencia y la tecnología se han convertido en los principales agentes dinamizadores de las economías actuales.

Otra forma moderna de vinculación lo constituye la incubación de empresas, la cual ha creado expectativas para la innovación tecnológica y la transferencia de tecnología.

Las incubadoras de empresas (Ramírez González, 1994) se caracterizan por espacios físicos habilitados con servicios secretariales, de oficina, de información, de cómputo, consultoría, facilidad de embarque y servicios administrativos.

El antecedente más importante de la incubación de empresas es el surgimiento de la industria de capital aventura de alta tecnología que se inició en 1946, con la formación de la Corporación Americana de Investigación y Desarrollo (ARDC) que, con su trabajo, propició la creación de nuevas empresas de alta tecnología fundadas por académicos y personal técnico de la industria.

Según Leonel Corona (Campos y Corona, 1994) las empresas de base tecnológica surgen debido a que: *a)* se destruyen capitales concentrados, lo cual abre la posibilidad para emprendedores tecnológicos, de donde se deriva que las empresas de base tecnológica emerjan al inicio de un ciclo macroeconómico; *b)* la división entre ciencia y tecnología es difícil de establecer, la tecnología requiere cada vez más de la ciencia básica y ésta para sus experimentos necesita laboratorios e instrumentos más sofisticados; *c)* el impacto de las innovaciones desarrollan un conjunto de posibilidades

en el sector productivo, tanto desde el punto de vista de la demanda como desde la oferta de tecnología.

Esta forma de vinculación se ha difundido, no obstante que se ha dicho que en las preferencias de los emprendedores, (Ramírez González, 1994) los diez servicios más utilizados de las incubadoras en forma jerarquizada son: la copiadora, la recepcionista, asistente de oficina, sala de conferencias, cómputo, bibliotecas, seguridad, asistencia en crédito y deuda, y preparación del plan de negocios. Luego se detecta que no aparecen los servicios de I y D, lo que nos demuestra que la vinculación no se presenta tomando como eje central un problema de desarrollo tecnológico.

La universidad, no puede seguir siendo la “República de la ciencia”, la cual no debe ser contaminada, recordemos que aquellas áreas que han tenido un contacto directo con la realidad, aún en nuestros países, son las que más se han desarrollado, pongamos como ejemplo el caso de la mecánica de suelos en México.

Por lo visto en este capítulo, cabe hacer la consideración de la dimensión histórica de la vinculación, con caracterizaciones diferentes en cada uno de los países y con manifestaciones que varían según las trayectorias tecnológicas que dominan el paradigma económico.

¹ John D. Bernal, señala: "Según parece, el nombre de Revolución Industrial, fue utilizado por primera vez por Engels, en 1884, aunque consagrado después por Toynbee", (Bernal, *La ciencia en la historia*, Ed. UNAM-Nueva Imagen, 8a. ed., México, 1986, 497).

² ...La Revolución Industrial no tuvo propiamente su origen en el desarrollo de la industria pesada y de los transportes, sino que provino directamente de la industria que ocupaba entonces la posición principal, tanto en Inglaterra como en otros países, o sea, la industria textil...(John D. Bernal, *op. cit.*, 1986, p. 499)

³ El fenómeno detonante de la Revolución Industrial, ha sido objeto de varias opiniones de parte de los diferentes autores que escriben sobre esta temática. Es muy común pensar que la Revolución Industrial tuvo sus orígenes con la introducción de la máquina de vapor, pero veamos: Es todavía más tentador pensar que la Revolución Industrial derivó de la máquina de vapor de Watt. Las dos primeras se instalaron en 1774, con el fin de achicar una mina de carbón, y para hacer funcionar un alto horno, y hacia 1785 la máquina, en su versión rotativa, se había aplicado ya con gran escala a las fábricas de hilados de algodón, así como a las necesidades de las fábricas de cerveza y a otras antiguas empresas. Sin embargo, al aspirar la patente de Watt en 1800 se habían construido algo menos de 500 máquinas; así que la producción media de las famosas fábricas de Sho era tan sólo de una veintena al año. Además su fuerza de vapor media, lejos de revolucionar las condiciones de la industria en los primeros años, no fue significativamente mayor que la producida por los molinos de viento o por las ruedas hidráulicas. (T.K. Derry y Williams, Trevor L., *Historia de la ciencia y la tecnología*, Ed. S. XXI, México, 1984, p. 409.)

Marx es muy claro al señalar que las máquinas-herramientas constituyen el elemento detonador de la Revolución Industrial.

Toda maquinaria desarrollada se compone de tres partes esencialmente diferentes: el mecanismo motor, el mecanismo de transmisión y, finalmente, la máquina herramienta o máquina de trabajo. El mecanismo motor opera como fuerza impulsora de todo mecanismo. Genera su propia fuerza motriz, como el caso de la máquina de vapor, la máquina calórica, la electromagnética, etc.; o recibe el impulso de una fuerza natural, ya pronta para el uso y exterior a él; el salto del agua en el caso de la rueda hidráulica; el viento, en las aspas del molino, etc. El mecanismo de transmisión, compuesto por volantes, ejes, motores, ruedas dentadas, turbinas, vástagos, cables, correas, piñones y engranajes de los tipos más diversos, regula el movimiento, altera su forma cuando es necesario convirtiéndola, por ejemplo: ---de perpendicular en circular--- lo distribuye y lo transfiere a la máquina-herramienta. Esas dos partes del mecanismo existen únicamente para transmitir a la máquina-herramienta el movimiento por medio del cual se apodera del objeto de trabajo y lo modifica con arreglo a un fin. De esta parte de la maquinaria, de la máquina-herramienta, es de donde arranca la Revolución Industrial del siglo XVIII. Y constituye nuevamente el punto de arranque, cada vez que una industria artesanal o manufacturera deviene en industria mecanizada. (Carlos Marx, *El capital*, Ed. S. XXI, México, 1977, p. 453.)

⁴ Los visionarios de la producción artesanal imaginaban un mundo de pequeños productores, especializado cada uno en un tipo de trabajo y dependiente de los demás. Los visionarios de la producción en serie imaginaban un mundo de fábricas cada vez más automatizadas, llevadas por un número de trabajadores cada vez menor y cada vez menos cualificados (Piore Michael J. y Sabel, Charles F. *La Segunda Ruptura Industrial*. Alianza Editorial. Madrid 1990, p. 32.)

⁵ La mayor parte de los ingenieros de la Gran Bretaña, que durante mucho tiempo fue el centro de la Revolución Industrial, fueron en un principio simples obreros, hábiles y ambiciosos, pero generalmente ignorantes y autodidactas. Algunos fueron constructores de molinos como Bramah ---otros fueron mecánicos como Murdock y Stephenson--- y otros más fueron herreros como ---Newcomen y Mondsley---. Hubo otros que difícilmente pueden considerarse por separado, salvo su estrecha relación con la ciencia, como fueron los constructores de instrumentos como Smeaton y Watt, los artistas como Nasmyth y los ingenieros mineros como Trevithick. (Bernal, *op. cit.*, p. 569.)

⁶ Durante el siglo XVIII se habían resuelto los problemas griegos utilizando nuevos métodos matemáticos y experimentales. En cambio los científicos del siglo XVIII emplearon esos métodos para resolver problemas que los griegos jamás se plantearon. Además ---y esto fue todavía más importante--- lograron que la ciencia quedara integrada firmemente al mecanismo productivo. A través de la ingeniería mecánica, de la química y de la electricidad, la ciencia fue desde entonces indispensable para la industria. El primer paso en este sentido se había dado en el siglo XVII, con las aportaciones hechas por la ciencia a la astronomía en beneficio de la navegación. No obstante, la ciencia siguió siendo casi totalmente lo que había sido en la época clásica, esto es, una parte algo esotérica del conjunto de ideas erigidas en interés de las clases dominantes; o, dicho de otro modo la ciencia formaba parte integrante de la superestructura ideológica. En realidad no había hecho contribución alguna a la industria. En contraste con esto, sin perder su carácter académico, se convirtió en uno de los principales elementos de las fuerzas productivas de la humanidad. (John D. Bernal. *Op. cit.* p. 520).

⁷ Vid., Harry Elmer Barnes, *Historia de la economía del mundo occidental*, Ed. Utlica, México, 1980, p. 514.

⁸ Harry Elmer Barnes, *op. cit.*, p. 515.

⁹ Barnes, *op. cit.*, p. 527.

¹⁰ ...los inventos no son ya el producto casual de un genio único sino que, cada vez más constituyen el resultado inevitable de una investigación científica bien planeada. Cuando se presenta la necesidad de un determinado invento, su consecución es casi inevitable. En el momento presente, las limitaciones en este orden son de naturaleza pecuniaria más que científica. La cuestión no es ya si un invento es posible, sino más bien si produciría lo suficiente para fabricarlo... (Barnes, *op. cit.*, p. 527).

La mayor utilización de la ciencia y de los investigadores científicos hizo que se ampliara la educación científica y la organización de la ciencia. Sin embargo, la única innovación que se introdujo en la organización fue el laboratorio de investigación industrial, que se desarrolló casi imperceptiblemente a partir del taller o el cobertizo de ensayo de los inventores convertidos en hombres de negocios como Siemens o Edison. También crecieron los laboratorios universitarios, por el simple hecho de que los nuevos usos de la ciencia se tradujeron en un aumento en la demanda de investigadores y, por ende, atrajeron a un mayor número de estudiantes. De este modo, a pesar de todas las protestas de desinterés, lo cierto es que la ciencia académica dependió entonces en último término de los éxitos de las aplicaciones científicas en la industria (Bernal *Op. cit.* p. 547)

¹¹ Durante el siglo XVIII, en Francia, los científicos desempeñaban un papel importante para la vida de la comunidad y el desarrollo de la sociedad. En el período de la Revolución, se ocupaban de los asuntos de índole política y social, y contaron con el respeto de la sociedad. En tales circunstancias, la revolución no sólo condicionó una nueva era científica y puso en relieve la figura del científico, sino que también dio lugar al característico fenómeno de la politización de la cultura y la ciencia. También en esa época la actividad científica desechó los aspectos relativos al espíritu, y el investigador científico se profesionalizó y se especializó. De ese modo los científicos se instituyeron como comunidad intelectual que supervisaría sus propias normas de producción científica. (Teresa Pacheco Méndez, "Institucionalización de la investigación científica", en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 77, Ed. Conacyt, p. 47.)⁷ Barnes, *op. cit.*, p. 527.

¹² ...el auge científico estuvo poco vinculado a las universidades, pues éstas no fueron más que un sistema de escuelas superiores orientadas al servicio público nacional. Sólo hasta la primera década del siglo XIX el humanismo científico apareció en escena como fundamento de la nueva universidad. En esta época la ciencia se institucionalizó, el investigador se profesionalizó y la actividad científica se vinculó con el auge de la gran industria... (*Loc. cit.*)

¹³ Joseph Ben David, *et al.*, *La Universidad en transformación*, Ed. Seix Barral, Barcelona, 1966, p. 42.

¹⁴ Ben David, *op. cit.*, p. 13.

¹⁵ ...sirvieron como modelos de instituciones académicas. El concepto o idea de la universidad que prevalece aún entre nosotros, al igual que la definición de profesor universitario, tuvieron su origen en Alemania en el siglo XIX. Añadamos que fue sobre todo en las universidades alemanas en donde las principales ramas de la investigación científica cristalizaron en disciplinas que poseían una metodología especializada y un contenido sistemático determinado... (*Ibid.*, p. 13).

¹⁶ hacia 1860 las cuatro facultades antiguas de teología, filosofía, leyes y medicina, que comprendían todo el conocimiento superior que se impartía a comienzos del siglo, se había transformado hasta ser prácticamente irreconocibles. Una multitud de nuevas disciplinas habían encontrado lugar dentro del flexible esquema de facultades, ninguna de las cuales —con la única excepción de teología— parece haberse mostrado hostil a dar acogida a las nuevas ramas del saber. (*Ibid.*, p. 15.)

¹⁷ *Ibid.*, p. 28.

¹⁸ "En cierta forma puede hablarse de una historia de las relaciones entre universidad y sector productivo, que se inician a principios del siglo XX y van adoptando diferentes características. Desde mediados del siglo XIX, con la segunda Revolución Industrial, se establecen nuevos desafíos para la institución universitaria que pasa a ejercer en forma creciente funciones de entidad generadora de conocimientos, conjuntamente con los centros e institutos de investigación estatales y privados. A fines del siglo XIX se interrumpen algunas de esas vinculaciones debido al avance de la ciencia pura y se circunscriben a sectores tales como ingeniería y agricultura. (Rosalba Casas y Matilde Luna, "Condiciones políticas de la nueva relación entre universidad e industria". En Miguel Angel Campos y Leonel Corona, *Universidad y vinculación: nuevos retos y viejos problemas*, Ed. UNAM, México, 1994, p. 2.)

¹⁹ Teresa Pacheco, *op.cit.*

²⁰ Piore, Michael. *op. cit.* p. 14

²¹ Esta expansión se debió a un aumento general de la inversión de las empresas de capital fijo. El crecimiento de la demanda nominal se tradujo sobre todo en un aumento del producto, y la inflación sólo se reactivó moderadamente a causa del bajo nivel de los precios del petróleo, la mayor capacidad productiva debida al

aumento de la inversión, las repercusiones a largo plazo que tuvieron las reformas estructurales a la productividad y el mantenimiento de la política de austeridad monetaria.

²² René Villarreal, *México 2010: de la industrialización tardía a la reestructuración industrial*, Ed. Diana, México, 1988, p. 56.

²³ Con las técnicas de ADN recombinante, es posible en cierta medida "diseñar" genéticamente un organismo y hacerlo producir algo que normalmente no produce, o bien, mejorar algunas de sus capacidades biológicas. La técnica es conceptualmente muy simple aunque, está claro, tiene cierta complejidad metodológica. Consiste fundamentalmente en cortar el ADN en fragmentos, aislar selectivamente algunos e insertarlos (clonarlo) en una molécula de ADN, que sirve como portador (vehículo), para finalmente introducirlo (transformar), en otro organismo. El ADN clonado puede provenir de algún organismo o bien sintetizar por medios químicos. Las herramientas mediante las cuales se corta el ADN se denominan enzimas de restricción y su descubrimiento fue un paso fundamental para el desarrollo de la ingeniería genética. Los vehículos que se usan por lo regular son los denominados plásmidos, que son porciones relativamente pequeños y circulares de ADN capaces de autorreplicarse. También se han usado virus como vehículo de transformación. En el caso de las plantas, la metodología es similar, aunque, por el tamaño del genoma vegetal, el procedimiento se complica. En general primero se transforman bacterias que a su vez transforman el cromosoma vegetal. (Enrique Galindo Fontanes, "Biotecnología: oportunidades y amenazas", en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 80, mayo-junio, 1988, Conacyt, p. 23.)

²⁴ Las aplicaciones de la biotecnología se pueden resumir de la manera siguiente:

Medicamentos y salud

Esta aplicación se remonta a 1941 con la introducción de la penicilina. Actualmente los antibióticos se han constituido en una parte central de la industria farmacéutica, los grupos se clasifican como sigue:

- Antibióticos (penicilina, cefalosporinas, ampicilina y tetraciclina).
- Hormonas (cortisona, hidrocortisona, prednisolona y prednisona).
- Vacunas (infosinas, interferones, etc.)
- Vitaminas (sólo la vitamina B12 es de origen microbiano).

Alimentación humana y animal

Enzimas para el control de la fabricación y afinación de los quesos, cepas destinadas a sembrarse en los jugos de uva, bacterias lácteas liofilizadas para la industria lechera y fermentos aromáticos capaces de impartir un gusto específico a ciertos alimentos, cepas de levaduras empleadas en la cervecera y panadería.

- Proteínas alimenticias (obtención de proteínas a partir del soya, cáscara de maíz, plátanos verdes, etc.).
- Almidón y productos edulcorantes (la industria del almidón tiene por objeto la extracción y transformación de los almidones provenientes de trigo, papa y maíz).
- Aminoácidos (son los componentes de las proteínas. Algunas, como el ácido glutámico, lisina, treonina, triptófano y metionina, mejoraron la calidad nutritiva de los vegetales y, por ende, se emplean en la alimentación humana y animal).
- Ácidos orgánicos, ácidos nucleicos y aditivos alimentarios (los ácidos orgánicos que se utilizan en la industria se preparan por fermentación).

Agricultura y ganadería

- La industria de las semillas
- Búsqueda de variedades breves que acorten el período entre siembra y cosecha de algunos productos.
- Mezcla del patrimonio genético de dos especies y variedades por fusión de protoplasmas.
- Introducción y manifestación en células vegetales en genes extraños.
- Creación *in vitro* de nuevas variedades.
- Creación de biopesticidas.
- Mejoramiento de la producción en animales. Los animales sufren enfermedades virales y bacterianas que pueden causar pérdidas importantes en la ganadería. La ingeniería genética puede aportar nuevas vacunas para el control de enfermedades.

Enzimas y productos químicos intermedios

- Enzimas
- Solventes y productos químicos de base.
- Biopolímeros

Biotecnologías en el terreno de la energía, del ambiente y de materias primas

- Combustibles sustitutos.
- Procedimientos biológicos en la lucha contra la contaminación. (Vid. Pierre Donzou, *Las biotecnologías*, Ed. FCE, México, 1986, pp. 100-109.)

²⁵ Rodolfo Quintero. En Leonel Corona, *México ante las nuevas tecnologías*. CIII-Porrúa, México, 1991, p. 177.

²⁶ En 1948, Schoockley, Barden y Brattain, inventaron el transistor, el cual viene a ser el sustituto del bulbo, presentando las ventajas de menor tamaño, bajo consumo de potencia, mayor sencillez y menor costo. En 1962 se introduce la tecnología planar y en 1963 la generación de circuitos integrados. En la actualidad se conocen varios materiales semiconductores como el selenio, germanio, silicio, arseniuro de galio, sulfuro de zinc, el antimonio de indio y el fosforo de galio. En un principio el elemento más usado era el germanio, pero se ha cambiado al silicio, debido a: 1) El germanio presenta un defecto: su extrema sensibilidad a la temperatura; 2) el silicio es un material que se encuentra en todo el planeta, de hecho, es el segundo elemento más abundante después del oxígeno; 3) la formación natural de una capa de dióxido de silicio en el proceso de oxidación, es una capa característica aprovechada para propósito de enmascaramiento durante la difusión localizada de impurezas. (Vid. Jesús Carrillo, "Desarrollo de la Microelectrónica," en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 56, mayo-junio de 1984, Ed. Conacyt, p. 30.)

²⁷ el siguiente desarrollo importante, llevado a cabo por Faischild y Texas Instruments hacia 1960, fue el cambio de los semiconductores de arseniuro de germanio y de galio, fabricados en forma individual, a la delgada película de óxido metálico sobre silicón (MOS). Esto facilitaría la miniaturización y la integración a gran escala (LSI) de los circuitos más complejos en un sólo "chip" de silicón.

²⁸ Benjamín Coriat, "Del sistema Taylor al taller en serie robotizado", en *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, núm. 121, julio-septiembre, 1985, p. 13.

²⁹ Vid. Leonard Mertens, *Las perspectivas de la dimensión económica y socio-cultural de la innovación tecnológica*, Seminario de Economía de la Ciencia y la Tecnología, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía, fotocopiado.

³⁰ Leonel Corona, *México ante las nuevas tecnologías*, *op.cit.*, p. 44.

³¹ Leonel Corona, *ibid.*, p. 17.

³²...el vínculo entre la universidad y la gran industria es cada vez más íntimo. Desde el punto de vista de las empresas, esto es lógico. Como las nuevas tecnologías evolucionan con gran rapidez, y es difícil evaluar previamente qué salidas tiene la investigación en sectores concretos de productos comercializables, muchas empresas dudan en contratar a sus propios equipos de investigación "internos", para explotar radicalmente nuevos campos. Tal estrategia implicaría el riesgo de que el personal altamente especializado contratado para las nuevas tareas pudiera quedar finalmente anticuado, en cuyo caso las estrategias iniciales de investigación no conducirían a ninguna parte. En los años 1980, las grandes empresas tratan cada vez más de contratar investigación a instituciones del exterior: "casas de investigación" especializadas, pequeñas empresas de capital de riesgo e institutos universitarios. A veces existe una considerable superposición entre las diversas formas de contratación. En materia de soporte lógico, parece haber grandes vínculos entre la industria y la universidad. Esto no se debe únicamente a que se trate de un campo precario, tanto científica como tecnológicamente, sino también a que en la actualidad no hay polos industriales predominantes y los laboratorios públicos de investigación desempeñan un destacado papel. (Rob van Tulder, *La fábrica del futuro, la productividad y los ingresos*. Federación Internacional de Industrias Metalúrgicas, mimeo, p. 291.)

³³ Para los países del mundo desarrollado, la ciencia original no es un lujo, sino una necesidad estratégica. El grado de hegemonía política de un país se mide también por la potencia de su aparato científico. La excelencia de las universidades, lejos de ser atributo coyuntural, constituye el requisito absoluto para mantener la competitividad militar, industrial y comercial. Su papel no se limita a la educación de profesionales destinados a mantener la producción industrial o trabajar en los laboratorios de investigación tecnológica de la industria o del Estado. Las corporaciones necesitan universidades de primera porque ellas son las únicas instituciones donde se origina la ciencia revolucionaria, donde se descubren muchas de las nuevas claves que permiten explicar los fenómenos naturales y, por tanto, aportan nuevas oportunidades para la apropiación y explotación de la naturaleza.

Los departamentos estratégicos de las mejores universidades del primer mundo, siempre fueron financiados por la industria, porque son sus ventanas abiertas a la frontera del conocimiento fundamental, sus centros de formación y renovación de cuadros científicos, su espacio natural de consulta y, cuando una disciplina madura y está en condiciones de generar tecnología, una de sus fuentes de ideas y de resultados apropiables para la generación de riqueza. En suma, no puede haber industria competitiva sin universidades excelentes. (Daniel J. Goldstein, *Biotecnología, universidad y política*, Ed. Siglo XXI, México, 1989, pp. 11-12.)

³⁴...aparecieron por primera vez en Estados Unidos, en el Valle del Silicio en California, y en la Ruta 128, en dirección a Boston, Massachusetts. El Valle del Silicio, se originó prácticamente en 1947 cuando el profesor Frederik E. Terman, de la Universidad de Stanford, convenció a algunos de los estudiantes recién graduados para establecer talleres en las cercanías de la Universidad. La intención del profesor E. Terman, era detener la fuga de cerebros hacia el este de Estados Unidos. En 1951, se creó el Stanford Industrial Park, en Santa Clara Valley, ahora conocido como el Valle del Silicio... (Nafin-ONUUDI, "Origen y evolución de los parques científicos", en *Mercado de valores*, núm. 13, julio 1 de 1988.)

³⁵ Nafin-ONUUDI, *op. cit.*

CAPÍTULO II

LAS TEORÍAS ECONÓMICAS Y SU INTERPRETACIÓN DESDE LA VINCULACIÓN

A) EL PENSAMIENTO CLÁSICO

El pensamiento clásico entendió el progreso técnico incorporado a las máquinas. Los clásicos dieron a la economía el carácter de ciencia, pues lograron la sistematización de un conjunto de conocimientos que reunían características muy específicas y que, además, tenían su propio método de estudio. Quizá el mayor mérito de estos pensadores fue colocar la producción como origen de toda riqueza y no la circulación, como lo hacían los mercantilistas. Consideraron la producción como resultado de tres factores: tierra, trabajo y capital; aparejada a esta división de factores consideraron la distribución del ingreso nacional que se hacía a su entender en tres clases, de la manera siguiente: los trabajadores recibían su salario, los terratenientes las rentas y los capitalistas las ganancias.

Indudablemente que los dos pensadores más importantes de esta época son Adam Smith y David Ricardo.

Para Smith la división del trabajo trae como consecuencia mayores adelantos en las facultades y destrezas con que se desarrolla una actividad. Tal división nace de tres circunstancias: la primera, de una mayor destreza que adquiere un operario en particular al realizar ininterrumpidamente la misma y sencilla actividad; del ahorro de tiempo que se pierde al pasar de una actividad a otra de diferente especie, y de la invención de un número grande de máquinas que facilitan el trabajo, poniendo las condiciones para que un hombre realice la labor de muchos. En el pensamiento de Smith, los artesanos se convierten en los sujetos que aportan la mayor cantidad de innovaciones. Por tanto la ciencia es una variable no considerada en el desarrollo tecnológico, el progreso técnico venía dado por la introducción de nueva maquinaria en los procesos productivos. La mayor parte de las máquinas utilizadas en el proceso de producción son el resultado del ingenio de algún artesano que repitiendo una acción un sinnúmero de veces, puso en juego todas sus capacidades para buscar aligerar este trabajo.³⁶

La división del trabajo no es el producto de la premeditación humana sino que, de manera natural, lenta y gradual se va dando entre los hombres por su propensión a negociar, cambiar o permutar una cosa por otra, de esta propensión viene la especialización y la búsqueda de métodos y técnicas nuevas para efectuar la producción de un bien con el menor costo posible. Esta búsqueda de nuevas técnicas se hace en el mundo exterior con las firmas encargadas de fabricar la maquinaria. La limitante a la producción la constituye el mercado, es decir, la demanda. En este razonamiento se encuentra implícita la idea de Smith sobre “la mano invisible”, que aparece en toda su obra.

De la concepción Smithiana se deduce que la vinculación es un proceso que está determinado por la “mano invisible” y que se va conformando de acuerdo con el desarrollo de la sociedad, sin otra limitante que las fuerzas del mercado y tendrá como efecto final disminuir los precios reales de todo tipo de mercancía. Las innovaciones tecnológicas se presentan en el sector de máquinas herramientas, el cual se convierte el sector de convergencia tecnológica al impactar a los otros sectores a través del progreso técnico.

David Ricardo en sus primeros escritos observa una actitud apologética hacia la introducción de maquinaria en el proceso productivo. Señala como únicos inconvenientes los relativos a los que puede acarrear el traslado de capital y el trabajo de una actividad a otra. El creyó, en principio, que la aplicación de la maquinaria constituía un bien general. Los terratenientes se beneficiarían porque las mercancías en las que gastarían su renta serían adquiridas a precios menores. El capitalista se beneficiaría de la misma forma, pero el beneficio sería mayor para aquél que descubrió e introdujo la maquinaria por primera vez en una rama de la producción, la clase trabajadora contaría con la oportunidad de adquirir más mercancías con su salario, el cual no se vería disminuido porque el capitalista estaría comprando la misma cantidad de mano de obra, teniendo la libertad de utilizarla en otras actividades económicas o, simplemente, de manera diferente.

Sin embargo, más tarde reconoce su error en torno a los efectos que

produce en la clase trabajadora la aplicación de maquinaria a la producción; bajo esta observación, Ricardo empezó a entender el impacto social que causa la introducción de maquinaria.

Argumentaba, en un principio, que la introducción de maquinaria siempre mejoraba la situación de toda la población, aquellos trabajadores que se veían desplazados por las máquinas, por el efecto de compensación encontraban empleo en otros sectores de la economía. Con el tiempo se retractó de esta forma de pensar y considera que algunos trabajadores se veían perjudicados con el uso de nueva maquinaria en los procesos productivos, al transformarse parte del capital circulante en capital fijo. Una parte del capital circulante empleado para pagar salarios se transforma en capital fijo y por tanto es real el efecto desplazamiento de obreros por obra de la nueva maquinaria.

Según el pensamiento Ricardiano, la economía podía crecer por efecto del cambio técnico y por el nivel de ahorro de la sociedad y se veía limitada por la escasez de recursos naturales. Desde esta perspectiva la economía puede llegar a un estado estacionario debido al crecimiento de la población y a la escasez de recursos naturales, uno de los factores que impide que se llegue al estado estacionario es el cambio técnico.

A nivel microeconómico, la posesión de una nueva tecnología confiere a la empresas ventajas monopolistas y en los mercados se lucha, precisamente, por contar con este tipo de ventajas.

De la relación con el exterior parte el pensamiento clásico para desarrollar su teoría de “las ventajas comparativas”. Una región o país se especializa en ciertas ramas de la producción, tomando en cuenta sus condiciones naturales.

Es difícil que dos países o dos regiones cuenten con las mismas ventajas comparativas, por lo cual hay que conocer las condiciones socioeconómicas de cada región o país. Cada región debe impulsar aquellas actividades que

le permiten sobresalir en el contexto internacional. Se han desarrollado diferentes trabajos en cuanto a las ventajas comparativas, tomando en cuenta diversas variables, tales como: tipos de cambio, tasa de interés, déficit público, mano de obra barata, niveles de salario, recursos naturales y condiciones de administración, etcétera.

Por lo anterior se concluye que no se pueden universalizar las ventajas comparativas, pues éstas dependen de las condiciones de producción que se presentan en cada región.

Ricardo considera a la tecnología como una variable exógena que viene implícita con la introducción de maquinaria, la cual sustituye a la mano de obra, de donde se establece que concibe el cambio técnico como ahorrador de trabajo. La tecnología llega a las empresas a través del sector productor de maquinaria.

Analizar la vinculación desde la perspectiva ricardiana equivale a decir que las empresas que buscaban innovaciones por la vía de la invención y el descubrimiento, eran aquéllas ubicadas en la producción de máquinas herramientas, por tanto serían los encargados de buscar nuevos desarrollos en los centros de investigación, los otros sectores recibían las innovaciones a través de las máquinas-herramientas. Una innovación tecnológica traería como consecuencia menguar el efecto de los factores que conducen al estado estacionario y a la empresa le confiere ventajas monopólicas.

También resulta pertinente aclarar que cada región tendría ventajas comparativas para iniciar un proceso de vinculación por lo cual se tienen que estudiar las condiciones de desarrollo de los centros de investigación, las empresas y el desarrollo general regional.

B) LAS APORTACIONES DE KARL MARX

En el pensamiento de Marx no es factible explicar el lugar que le concede al progreso técnico sin partir de la contradicción entre el desarrollo de las

fuerzas productivas y las relaciones de producción. El desarrollo de las fuerzas productivas es una variable central en la teoría económica marxista y el avance de éstos está íntimamente vinculado al proceso de creación de plusvalía relativa, por tanto, surge la explicación del progreso técnico como una categoría inseparable de la plusvalía relativa, que se manifiesta en la búsqueda, por parte del capitalista, de la reducción del tiempo de trabajo socialmente necesario y el alargamiento del tiempo de trabajo excedente.

La introducción de nuevos métodos de producción impacta la cuota general de plusvalía cuando el incremento de la fuerza productiva del trabajo abarata aquéllas ramas de la producción que fabrican las mercancías que sirven de sustento necesario a la clase trabajadora, influyendo, por tanto, en el valor de la fuerza de trabajo.

Marx, por esto, concede mucha importancia al papel de la ciencia en el desarrollo del modo de producción capitalista, cuestión que lo llevó a emitir los siguientes juicios:

“Lo que diferencia unas épocas de otras no es lo que se hace, sino cómo, con qué medios de trabajo se hace”.³⁷

El capitalismo favorece el desarrollo de la ciencia y de la técnica pero al mismo tiempo la separa del trabajo; se apropia de ella transformándola en fuerza del capital opuesta al obrero.³⁸

El capital se apropia de la ciencia y de la técnica, no ciertamente en cuanto “ciencia del capital” sino en cuanto ciencia, y determina sus usos y sus orientaciones en el proceso de valorización.³⁹

El capital se apropia de la ciencia y la utiliza en los procesos productivos, con ello se presenta la división entre ciencia aplicada a la producción y el trabajo directo. En las épocas anteriores, el conocimiento de las artes y el trabajo estaban completamente ligadas; los conocimientos no se desarrollaban como fuerza separada e independiente de la producción. Como diría Marx: el brazo y la mente no estaban separados.

Se quiso insistir en las referencias anteriores para subrayar la importancia que concede Marx a la ciencia y a la técnica: las considera como elemento endógeno del proceso de producción, elemento que es apropiado por el capital utilizándolo en su proceso de valorización.

Marx se interna en esta temática desde 1846, y en respuesta a Proudhon, en su obra *Miseria de la filosofía* dedica un capítulo entero al descubrimiento científico.

La mayor preocupación de Marx, en cuanto a este tema, gira alrededor de la introducción de las máquinas en la producción. Sobre esta cuestión hace los siguientes razonamientos.⁴⁰

1. La introducción de la maquinaria, ya sea que sustituya a la industria artesanal (como por ejemplo la hilandería), y someta, por lo tanto, a la producción capitalista únicamente un ramo de la actividad en general; ya sea que revolucione (como en las fábricas mecanizadas) una manufactura basada anteriormente en la simple división del trabajo; ya sea finalmente, que sustituya maquinaria anterior con maquinaria perfeccionada o amplíe el uso de la maquinaria, en un atelier, a sus operaciones parciales que anteriormente no consideraban todavía el empleo de maquinaria; en todos estos casos prolonga el tiempo de trabajo necesario para los trabajadores sometidos todavía al viejo modo de producción y prolonga su jornada de trabajo global. Pero, por otra parte, reduce relativamente el tiempo de trabajo necesario en los atelier en que se introduce por primera vez.

2. La introducción de maquinaria en vez de reducir la jornada laboral, en un principio, la prolonga. Cuando el capitalista aplica la máquina a la producción encuentra ante sí un motivo para la prolongación de la jornada de trabajo. Esta prolongación se da por dos caminos: A). Por la aparente ligereza y facilidad en la realización de las nuevas tareas que suponen el traslado del esfuerzo físico del hombre hacia la máquina y, B). Por el vencimiento o menoscabo de la oposición del trabajador, es decir, la máquina le roba sus destrezas y habilidades a tal grado que no le permite rebelarse, porque ahora el capitalista tiene la libertad de sustituir los

Se quiso insistir en las referencias anteriores para subrayar la importancia que concede Marx a la ciencia y a la técnica: las considera como elemento endógeno del proceso de producción, elemento que es apropiado por el capital utilizándolo en su proceso de valorización.

Marx se interna en esta temática desde 1846, y en respuesta a Proudhon, en su obra *Miseria de la filosofía* dedica un capítulo entero al descubrimiento científico.

La mayor preocupación de Marx, en cuanto a este tema, gira alrededor de la introducción de las máquinas en la producción. Sobre esta cuestión hace los siguientes razonamientos.⁴⁰

1. La introducción de la maquinaria, ya sea que sustituya a la industria artesanal (como por ejemplo la hilandería), y someta, por lo tanto, a la producción capitalista únicamente un ramo de la actividad en general; ya sea que revolucione (como en las fábricas mecanizadas) una manufactura basada anteriormente en la simple división del trabajo; ya sea finalmente, que sustituya maquinaria anterior con maquinaria perfeccionada o amplíe el uso de la maquinaria, en un atelier, a sus operaciones parciales que anteriormente no consideraban todavía el empleo de maquinaria; en todos estos casos prolonga el tiempo de trabajo necesario para los trabajadores sometidos todavía al viejo modo de producción y prolonga su jornada de trabajo global. Pero, por otra parte, reduce relativamente el tiempo de trabajo necesario en los atelier en que se introduce por primera vez.

2. La introducción de maquinaria en vez de reducir la jornada laboral, en un principio, la prolonga. Cuando el capitalista aplica la máquina a la producción encuentra ante sí un motivo para la prolongación de la jornada de trabajo. Esta prolongación se da por dos caminos: A). Por la aparente ligereza y facilidad en la realización de las nuevas tareas que suponen el traslado del esfuerzo físico del hombre hacia la máquina y, B). Por el vencimiento o menoscabo de la oposición del trabajador, es decir, la máquina le roba sus destrezas y habilidades a tal grado que no le permite rebelarse, porque ahora el capitalista tiene la libertad de sustituir los

trabajadores hábiles por otros menos diestros y por lo tanto se aumenta el poder de control del capitalista sobre el obrero.

3. Con el empleo de la máquina se reduce el tiempo de trabajo en el cual se puede producir una mercancía y, por tanto, se disminuye el valor de la mercancía. Esto hace más productivo el trabajo pues se producen más mercancías en un tiempo de trabajo más corto. De aquí se deduce el ansia del capitalista por prolongar la jornada de trabajo y de esta manera propiciar el camino para obtener una mayor cantidad de plusvalía absoluta. Sin embargo, se añade aquí la circunstancia de que también sin prolongar la jornada de trabajo, el empleo de la maquinaria aumenta el tiempo de trabajo absoluto y, por lo mismo, el plusvalor absoluto. Esto sucede, por así decirlo, a través de la condensación del tiempo de trabajo, ya que cada fracción de tiempo se llena con más trabajo. La intensidad de trabajo crece mediante el empleo de la maquinaria. No sólo aumenta la productividad (y por lo mismo la calidad), del trabajo, sino que aumenta también la cantidad de trabajo en un determinado intervalo de tiempo. Los poros del tiempo se empequeñecen, por así decirlo con la compresión del trabajo.

4. Sustitución de la cooperación simple con la maquinaria.

La maquinaria, del mismo modo que elimina o revoluciona la cooperación desarrollada en la división del trabajo, elimina o revoluciona en muchos casos también la cooperación simple.

Al eliminar o revolucionar la cooperación simple aparece la "cooperación entre máquinas" y el "sistema de máquinas".⁴¹

5. La maquinaria, y en general la ciencia, se han utilizado contra las reivindicaciones de la clase trabajadora, como es el aumento de salarios, su uso ha consistido en la búsqueda de evitar los movimientos de los trabajadores como huelgas, paros, etc. Ure ⁴² dice: "cuando el capital enrola a la ciencia a su servicio, la mano rebelde del trabajo aprende siempre a ser dócil"⁴³

6. Aparece la tendencia del trabajador a apropiarse de parte de la productividad del trabajo que se ha originado por la introducción de la maquinaria.

7. Con la maquinaria se da más continuidad al trabajo y se está en la posibilidad de utilización de los desechos en nuevos procesos productivos. Uno de los principios más importantes escondidos en todas las ramas de la industria lo constituye la continuidad de la producción.

La máquina industrial más perfecta y la que realiza primero su valor de cambio es aquella que tiene mayor continuidad en su trabajo.

8. La sustitución de trabajo vivo por trabajo muerto.

En este punto no se puede olvidar otra gran sustitución que se presenta con la introducción de maquinaria: en la maquinaria a medida que se hace imprescindible el trabajo muscular, aquel que requiere un gran esfuerzo físico, el obrero adulto es sustituido por mujeres y niños que tienen fuerza física más escasa o su desarrollo corporal aún es incompleto pero cuentan con miembros más ágiles para la realización de ciertas tareas. Debemos recordar que el valor de la fuerza de trabajo no estaba determinado por el tiempo de trabajo para mantener un solo obrero, sino por el necesario para mantener a la familia del obrero. La maquinaria se encarga de distribuir la fuerza de trabajo del hombre entre toda su familia, desvalorizando así la fuerza de trabajo del obrero adulto.

C) EL PENSAMIENTO NEOCLÁSICO

En la actualidad existe una marcada coincidencia entre los economistas en conceder una mayor importancia al progreso tecnológico: los niveles de producción ya no son resultado únicamente de la calidad y cantidad de los recursos o de la cantidad de capital invertido, sino también de la utilización de tecnologías avanzadas. Las ventajas comparativas en el comercio internacional ya no son producto de la abundancia de recursos naturales, sino de la sofisticación de tecnologías usadas en los procesos productivos.

Hasta los años cincuenta del presente siglo eran escasos los economistas

que concedían la debida importancia al papel que cumple el progreso tecnológico en los procesos de producción. Todos los cambios en el producto eran explicados por cambios en los factores tradicionales: tierra, trabajo y capital; sin embargo, a partir de esa fecha han venido abundando las interpretaciones económicas del progreso técnico. Debido a este fenómeno de multiplicidad resulta difícil la presentación de un estudio que comprenda todas las opiniones.

Las aportaciones más significativas del pensamiento neoclásico están expresadas en dos modelos diferentes: la función de producción y el modelo lineal de cambio tecnológico. En los siguientes apartados se revisan ambas interpretaciones.

1. La función de producción

Este modelo constituye el esquema central desde donde el pensamiento neoclásico explica el desarrollo tecnológico. Tuvo sus orígenes a nivel microeconómico, trasladándose luego a aspectos ligados con la macroeconomía. Se han realizado múltiples aplicaciones de esta función a la explicación del desarrollo económico de un país, de las más sobresalientes son las que se han utilizado para explicar el comportamiento de la economía norteamericana, tales como las funciones de Abramovitz, Solow, Kendrick, Denison, Kuznets, etcétera.

De los anteriores trabajos, el que ha tenido mayor impacto es el de Solow, el cual se publicó en 1957 e inicia una era de preocupación de los economistas por profundizar en la economía del progreso técnico.

La función de producción es un método que se aplica bajo las siguientes restricciones: el cambio tecnológico es neutral, existen rendimientos constantes a escala, existe independencia entre los factores de la producción y considera el cambio técnico como una variable exógena.

Una de las grandes deficiencias de este modelo es que considera el impacto de la tecnología como algo residual y en este residuo, el progreso tecnológico

queda con un conjunto de insumos que no alcanzan a ser medidos en una función de producción. Entre estos factores se cuentan los errores en la medición; en la transformación de dimensiones y en el levantamiento de estadísticas; efectos de las economías externas y mayores niveles de educación de la fuerza de trabajo. Estos errores siguen existiendo a pesar de esfuerzos como los de Denison que intenta enmendarlo.

Una gran dificultad de este modelo proviene del supuesto que se hace en todas las funciones de producción neoclásica de que el progreso técnico es neutro, lo cual implica que las productividades marginales del capital y el trabajo permanecen constantes, en este aspecto son adelantados por Ricardo pues éste considera al progreso técnico como ahorrador de trabajo. Puede entenderse que los neoclásicos recurrieron a la neutralidad como una condición para poder construir un modelo matemático, porque en las opiniones de Hicks y Harrod, se encuentra el progreso técnico como ahorrador de trabajo y ahorrador de capital, respectivamente. En general las opiniones que se presentan en torno a la neutralidad son contradictorias.

La introducción de un nuevo método o mejoramiento de los ya existentes da como resultado que la función de producción sufra un desplazamiento hacia arriba y la isocuanta de la producción se desplace hacia el origen, lo cual demuestra que se puede tener el mismo volumen de producción con menos insumos o un volumen de producción mayor con la misma cantidad de insumos.

Desde la perspectiva de la función de producción es imposible diseñar un marco de referencia de la vinculación, pues considera que la variable tecnológica es exógena y el impacto que tiene el progreso tecnológico desde fuera del modelo es que puede ser intensificador del capital, si incrementa el producto marginal del capital, intensificador del trabajo, si incrementa su producto marginal, o bien neutro, si permanecen constantes sus productividades marginales.

2. El modelo lineal de cambio tecnológico

El modelo lineal de cambio tecnológico supone que toda innovación presenta una secuencia que viene dada de la manera siguiente:

Investigación básica y aplicada-desarrollo de productos y procesos-producción-difusión y mercado.

Este modelo distingue diferentes funciones a cumplir por la innovación: innovación de producto, innovación de proceso, innovación para eliminar dificultades técnicas en manufactura o servicios, innovación para ahorrar recursos e innovación para mejorar las condiciones de trabajo. (Malecki, 1991).

Concibe una relación de causa efecto y las motivaciones para innovación pueden venir de ambos extremos de la cadena. Es decir, puede presentarse por la inducción de las actividades de investigación y desarrollo o bien por el arrastre de la demanda.

Cuando se refiere a la innovación inducida se parte de planear la investigación, tanto básica como aplicada, aún cuando en la dinámica actual resulta difícil establecer diferencias entre una y otra. Según esta concepción en este punto es donde tienen mayor contribución las universidades, políticas en ciencia y tecnología, institutos y centros de investigación, laboratorios de las grandes firmas. Por ello, resulta muy importante la inversión que se haga con la finalidad de producir conocimientos, sin determinar qué tipo de problemas se deben resolver con los conocimientos creados.

La innovación en el modelo lineal de innovación tecnológica puede originarse en cualquier componente de la cadena; así, puede darse como consecuencia de políticas de investigación y desarrollo; surgir como resultado de incrementos en la demanda, o como producto de otro grupo de variables, entre ellas, el tamaño de la firma y la estructura del mercado.

a) La innovación como variable inducida

La innovación se concibe como el resultado de un conjunto de estrategias previamente planeadas y cuyo objetivo es lograr la creación de productos y procesos nuevos. Estas estrategias pueden venir de una firma en particular o bien por parte del Estado.

John R. Hicks, señalaba que la innovación se origina por la escasez de los factores, o bien, debido al incremento en los costos relativos de éstos; pero dicha innovación seguía un camino muy diferente al desarrollo de la firma. Las innovaciones se deben a cambios históricos en los precios relativos de la fuerza de trabajo (salarios) frente a los precios observados en el capital (tasa de interés). Por ello las innovaciones se han encaminado a sustituir fuerza de trabajo, es decir a la adopción de tecnologías intensivas en capital. Un aumento de los precios relativos de un factor cualquiera de la producción haría que se buscara la implantación de técnicas ahorradoras de ese factor.

Por tanto, la vinculación estaría en función de la escasez de uno de los factores de la producción (trabajo y capital).

Kennedy, Von Wicksacker y Drandakys y Phep (Rod Coombs, 1987) manifiestan que existe una tendencia del empresario a maximizar la producción con el uso de menores cantidades de factores determinando una combinación óptima de los mismos. Esta concepción difiere de la de Hicks, pues aquélla concibe a la innovación como producto del incremento de los costos relativos de un factor, en tanto que en ésta se busca la innovación con la finalidad de ahorrar insumos. Los dos coinciden, no obstante, en que tanto la invención como la innovación son, en primer lugar, variables endógenas del sistema económico y se conciben a un nivel alto de agregación, por lo que no pueden ser entendidas en la ausencia de políticas y mecanismos encaminados a despertar la creatividad, tanto el capital como el trabajo son factores que modifican el estado técnico de un proceso productivo.

En ambos casos la firma juega un papel preponderante para la vinculación, porque sería la encargada de buscar nuevas tecnologías existentes en el mercado, con la finalidad de sustituir un factor de producción o bien para el ahorro de insumos.

David (1975), brinda una explicación en donde la introducción de nuevas tecnologías requiere de un cierto aprendizaje previo; es decir, en una determinada región o empresa resulta imposible disponer de tecnologías nuevas si antes no se cuenta con personal educado para este fin. Según este autor, para la existencia de una vinculación, es condición necesaria la existencia de personal preparado en la aplicación de nuevas tecnologías, tanto en la firma como en las dependencias productoras de dicha tecnología.

Uno de los pensadores que más han ejercido influencia en el pensamiento acerca de la función que cumple el progreso técnico en el crecimiento económico es, sin duda, Schumpeter. Para él, el desarrollo económico está asociado al cambio tecnológico discontinuo y viene dado por el desenvolvimiento económico, el cual implica nuevas combinaciones de medios productivos que dan origen a nuevos productos o procesos.⁴⁴

Entiende por desenvolvimiento económico solamente los cambios de la vida económica que sean impuestos desde el exterior del sistema productivo, de allí que considere a la tecnología como una variable exógena. El sistema económico puede tener el crecimiento natural impulsado desde su interior por el mismo proceso económico, pero este fenómeno no se considera como desenvolvimiento, sino como una simple adaptación de la economía a un conjunto de cambios que se experimentan en el mundo que la rodea.

El desenvolvimiento económico viene dado por:

1. La introducción de un nuevo bien; esto es, con el que no se hayan familiarizado los consumidores o de una nueva calidad del bien.
2. La introducción de un nuevo método de producción; o sea, de uno no probado por la experiencia en la rama de la manufactura de que se trate, que

no precisa fundarse en un descubrimiento nuevo desde el punto de vista científico, y puede consistir simplemente en una nueva forma de manejar comercialmente una mercancía.

3. La apertura de un nuevo mercado: un mercado en el cual no haya entrado la rama especial de la manufactura del país de que se trate, a pesar de que existiera anteriormente dicho mercado.

4. La conquista de una nueva fuente de aprovisionamiento de materias primas o de bienes semimanufacturados, haya o no existido anteriormente, como en los demás casos.

5. La creación de una nueva organización de cualquier industria, como la de una posición de monopolio (por ejemplo, por la formación de un *trust*) o bien la anulación de una posición de monopolio existente con anterioridad.

La definición de innovación presentada por Schumpeter está muy relacionada con los puntos mencionados arriba pues significa el empleo de recursos productivos en usos no probados hasta ahora en la práctica, y su retiro de los usos a que han servido hasta ahora.

La innovación afortunada —decía Schumpeter— es una tarea *sui generis*. No constituye una hazaña del intelecto sino de la voluntad. Es un caso especial de fenómeno social de liderazgo. Su dificultad consiste en las resistencias y en las incertidumbres conectadas con la realización de lo que no se ha hecho antes y ésta sólo puede intentarlo un tipo diferente que es el “empresario innovador”.⁴⁵

En el capitalismo competitivo —para Schumpeter— la innovación es discontinua e implica cambios considerables que sólo es posible que los realicen las empresas nuevas, para lo cual requieren de gastos adelantados antes de la obtención de algún ingreso, de modo que la única forma de hacerse de recursos es mediante el crédito, de donde se transforma en un elemento esencial para el proceso de creación de empresas nuevas.

La introducción del elemento que desencadena el desenvolvimiento debe

ser promovido por algunos agentes dentro del sistema, este papel de introducción de nuevas combinaciones de los factores de producción le corresponde al “empresario”. Schumpeter hace del empresario el agente que activa el capitalismo.

Desde la concepción schumpeteriana existe un conjunto de firmas que deliberadamente están buscando ser líderes en cuanto a la innovación tecnológica, mientras otras intentan imitar los desarrollos alcanzados por los líderes. Todos los modelos hasta aquí analizados no establecen relaciones entre estructura del mercado, gastos I y D e innovación tecnológica, Schumpeter introduce estos elementos al análisis del cambio técnico, considera además la relación entre innovación y las estructuras organizacionales existentes donde una de estas estructuras está constituida por el sector de conocimientos.

Si la interpretación económica de la innovación tecnológica constituye un proceso de dimensiones sociales complicadas y con amplio sentido histórico, también la vinculación está signada con las mismas características.

Rosemberg, hace varias críticas en cuanto a las concepciones schumpeterianas, sobre el progreso técnico, las cuales van encaminadas a apuntar que el cambio técnico supone rupturas y discontinuidades con respecto a procesos anteriores, pero el cambio técnico es producto de un conjunto de hechos y experiencias que se van acumulando hasta que se presentan las condiciones sociales y económicas necesarias para la innovación.⁴⁶

Se incluyen estas críticas de Rosemberg debido a la opinión tan extendida de que el progreso técnico es producto de un empresario con capacidad innovadora que constantemente introduce nuevas formas de producción en su planta.

La vinculación debe verse como un proceso continuo y no como un desarrollo a saltos, que sería la concepción schumpeteriana de la vinculación.

La innovación constituye el inicio del proceso de difusión del producto y es en sí un proceso complicado en el cual están implicados un conjunto de factores, pero no constituye un efecto de salto como señala Schumpeter.⁴⁷

Rosemberg, afirma concluyente que la innovación, desde el punto de vista económico está constituida por una serie de actos unidos al proceso inventivo, que adquiere importancia solo a través de un proceso intensivo de rediseño, modificación y una serie de pequeñas mejoras que la convierten para el mercado de masas.⁴⁸

Indudablemente que este autor presenta un gran avance en cuanto a la concepción de la innovación tecnológica, sin embargo existen elementos a considerar tales como el carácter multidisciplinario y social de la innovación, también que ésta no debe verse desde hechos espontáneos y está marcada por un conjunto de hechos donde no únicamente interviene el empresariado innovador.

También Mansfield, aunque su enfoque es macroeconómico, se incluye en la corriente que ve la tecnología como una variable inducida, al considerar que la tasa de innovación tecnológica constituye una variable dependiente del capital invertido en investigación. De diversos estudios llega la conclusión de que a períodos bajos de innovación tecnológica le anteceden períodos bajos en investigación y desarrollo.⁴⁹

Según Mansfield, el sector privado invierte poco en investigación y desarrollo, porque este tipo de inversiones tiene rendimiento en el largo plazo y, además, sus resultados son riesgosos por lo que este tipo de acciones le corresponden al sector público, entidad que debe constituirse en una agencia impulsora de ellas, por cuanto que las invenciones son de beneficio público y la tasa de descuento a largo plazo (costo del capital), resulta más baja para una agencia del sector público.

Continúa diciendo Mansfield, que para el impulso de una política en investigación y desarrollo, es condición indispensable la existencia de una

buena infraestructura educativa.

Rosemberg, también toma la innovación como una variable inducida y a partir de una crítica del pensamiento schumpeteriano elabora su teoría, cuyo elemento central lo constituye el desequilibrio entre las máquinas y otros dispositivos. La innovación busca siempre el logro de lo que llama: "convergencia tecnológica". Los desequilibrios entre las diferentes etapas de los procesos productivos son las causales de la presencia de las innovaciones tecnológicas, teniendo como finalidad los requerimientos de la demanda. La opinión de este autor, ya se consideró antes.

b) La demanda como causal de innovaciones

Desde luego, que la tecnología no tiene un desarrollo espontáneo y autónomo, si esto fuera así, sería difícil explicar las razones por las cuales las invenciones importantes tienden a agolparse en el tiempo y también en el espacio. El desarrollo de la tecnología está completamente vinculado al desarrollo de la sociedad. La explicación más lógica a esta concentración es la existencia de fuerzas económicas y sociales que actúan como variables explicativas de las innovaciones tecnológicas. Algunos autores la resumen en lo que llaman "la presión de la demanda", la existencia de una demanda externa influye en la tasa de aplicación de nuevos inventos en los procesos de producción".⁵⁰

Schumpeter, concedió gran fuerza a la demanda como variable determinante en la creación y difusión de nuevas tecnologías, sin embargo, su análisis principal se centra en las instituciones y en el empresario innovador. Algunos autores, como Robert Ayres, consideran también a Hicks representante de las teorías que explican la innovación como producto de las fuerzas de la demanda, no obstante, las nuevas tecnologías se introducen debido a que sustituyen insumos en la producción.

Una aportación fundamental es, sin duda, la de Shmoockler. Este autor presenta un estudio de las invenciones en los ferrocarriles, la construcción

y la refinación de petróleo desde 1860 a 1950, de donde obtiene importantes conclusiones, acerca de la relación entre producción e invención en las industrias examinadas, señala que ambas variables tienden a marchar juntas en el largo, mediano y corto plazos, ésta se debe a dos posibles causas: las variaciones en la producción son consecuencia de variaciones en la invención o bien ambas reaccionan juntas debido a los movimientos en otro conjunto de variables.⁵¹

La primera de las dos tendencias —según Shmoockler— es la más difundida y concuerda con la creencia popular y con el hecho indiscutible que la concepción y diseño de cualquier producto antecede a su producción. El autor en cuestión esgrime razones que se oponen a esta creencia, llegando a la conclusión de que esto no es cierto, porque si así fuera, los niveles máximos de invención deberían preceder a los auges en la producción o por lo menos coincidir con ellos; los niveles mínimos de invención deberían anteceder a los mínimos en la producción hasta lograr que los nuevos inventos maduren para que de nuevo empiece a crecer el producto. Estas variables se han tomado en sentido equivocado pues las olas de invenciones vienen después de períodos de auge en la producción o se empatan o adelantan pero en períodos muy breves.⁵²

Cuando el autor se refiere a que ambas variables están determinadas por un conjunto de causas, se refiere a que ambas variables están influidas por un conjunto de fenómenos socioeconómicos que hacen que estas variables se relacionen muy estrechamente.⁵³

La anterior idea se refuerza con los siguientes razonamientos:

1. Los inventos requieren de costos de equipo, personal y trabajo arduo, lo cual es posible sólo en períodos de auge de la economía.

2. Los proyectos deben ser óptimos y además de correcta utilización en los lugares adecuados.

3. Las perspectivas de investigación de un proyecto, son más favorables cuando el producto que se va a desarrollar está experimentando una tendencia industrial ascendente.

4. La relación de la invención con las ventas puede ser no lineal a corto plazo; si las ventas aumentan demasiado en relación con la planta y el personal, los inventores potenciales pueden carecer de recursos y de la presión para innovar.

Como una conclusión especial acerca de la vinculación, podemos señalar que ésta constituye un proceso especial que se encuentra influido por los movimientos de la sociedad en general y que no basta que un sistema de ciencia y tecnología genere conocimientos, es decir, que se cree una oferta tecnológica para que se logre su vinculación con el sistema productivo. Según la apreciación del autor arriba estudiado, la vinculación es más dinámica en los momentos en que la actividad económica presenta un índice de crecimiento más alto.

c) El tamaño de la firma, la estructura del mercado y la innovación tecnológica

Para los supuestos que dieron origen a la teoría neoclásica, la gran corporación no correspondía a una adecuada estructura del mercado, debido a la carencia de una libre competencia y a la fijación de precios desde el punto de vista del monopolio. Sin embargo, Schumpeter, señala que la competencia de las firmas no se da únicamente en lo relativo a la fijación de precios sino que también compiten en otro ámbito como es el desarrollo de nuevos procesos y productos. Este tipo de competencia está sustentada sobre bases diferentes a la establecida por la fijación de precios en el mercado. Las únicas empresas que cuentan con recursos suficientes para dedicarlos a la investigación y desarrollo son las que obtienen ganancias extraordinarias, lo cual es posible sólo en las grandes firmas. Una estructura de mercado en competencia perfecta sólo resulta adecuada en un mundo cambiante, pero en un mundo caracterizado por el dinamismo donde la tendencia es hacia la

configuración de mercados oligopólicos, las firmas grandes cuentan con una serie de ventajas sobre las empresas pequeñas, aunado a la posición que les concede ventajas extraordinarias en cuanto a patentes, registro de marcas y algunas otras derivadas de la legislación.

La gran firma, así mismo, utiliza su poder de mercado para mantener durante algún tiempo los mismos procesos y productos, retardando de esta manera la introducción de innovaciones. Este hecho acarrea desventajas en la difusión de las nuevas tecnologías y, por lo tanto, comprime el crecimiento de un sector científico-tecnológico. Este retardo puede prevenir de la burocratización o aguda esclerosis de los sistemas administrativos de la firma debido a su gran tamaño.

En la introducción de innovaciones por la gran corporación juegan un papel importante las llamadas economías y deseconomías a escala. Las primeras están referidas a las ventajas que les concede el tamaño y las segundas a los problemas consustanciales derivados de este mismo hecho.

Para Galbraith, los costos de investigación y desarrollo se han incrementado a través del tiempo y el período existente entre la concepción y el consumo de un nuevo producto también ha aumentado. Estos fenómenos han hecho que las grandes firmas presenten mayores ventajas en los procesos de innovación.⁵⁴

Para Schumpeter, en el capitalismo competitivo, la empresa pequeña que no es una potencia en el mercado monetario y no puede pagar departamentos científicos o producción experimental, la innovación en la práctica comercial o técnica resulta algo muy arriesgado y difícil. La innovación es realizada por las empresas nuevas. En cambio, en el capitalismo monopolizado, la innovación ya no se logra de manera exclusiva por este tipo de empresas sino que es capaz de desarrollarse al interior de las grandes unidades existentes, en gran medida en modo independiente de los individuos.

Kamien y Schwartz, y Scherer (Rod Coombs, 1987), después de una serie de estudios y partiendo de Schumpeter, llegan a las siguientes

conclusiones:

1. La investigación se intensifica proporcionalmente más que la concentración del mercado.

2. La investigación se incrementa proporcionalmente más que el tamaño de la firma.

Quien nos presenta un estudio mejor detallado sobre el tamaño de la firma y su relación con el progreso técnico es Freeman. Dicho ensayo lo remite a tres puntos: *a)* tamaño de la empresa y gastos en I y D, *b)* tamaño e invención, y *c)* tamaño e innovación.⁵⁵

1. Los programas I y D están concentrados en todos los países para los que se tiene disponibilidad de información.

2. Estos programas se realizan, principalmente, en grandes empresas (más de 5,000 empleados), pero el grado de concentración es significativamente menor por el tamaño de la firma que por el tamaño de programas.

3. La inmensa mayoría de las pequeñas empresas (probablemente más del 95 por ciento), no llevan a cabo programas especializados en I y D.

4. Entre aquellas firmas que realizan I y D existe una correlación significativa entre el tamaño del empleo total y el tamaño del programa de I y D en la mayoría de las industrias.

5. Existe una correlación mucho más débil entre la medida relativa de la actividad investigadora (intensidad de investigación) y el tamaño de la empresa, y no es significativa en muchas industrias. En algunas industrias, tanto en Europa, como en Estados Unidos, se da una correlación inversa y las empresas pequeñas presentan intensidades de investigación mayores.

6. Entre las empresas grandes existen también pruebas de que en algunas

industrias la intensidad de investigación disminuye con el tamaño por encima de cierto nivel.

Por cuanto al tamaño de la empresa y la invención, algunos economistas han sostenido que, a pesar de la fuerte concentración de los gastos en I y D de las grandes empresas, son las pequeñas firmas las que han producido la mayoría de los inventos e innovaciones importantes.⁵⁶

Para hacer la afirmación anterior, señala Freeman, se toma en cuenta el número de patentes registradas. En este hecho influye mucho la propensión a patentar, la cual es mayor en las firmas pequeñas que en las grandes, por lo que, al medir la actividad en I y D de las empresas en general con este indicador, se sobrevalora la aportación tecnológica de la pequeña empresa.

La opinión de Schmoocker, refuerza la idea de que las grandes empresas tienen una propensión menor a patentar que las pequeñas, al señalar que las pequeñas empresas no suelen permitirse el lujo de no patentar y tampoco esperar, por lo que las estadísticas tienden a exagerar la contribución de las empresas pequeñas y las personas físicas en la producción de inventos.

En cuanto al tamaño de la empresa e innovación, Freeman, postula que las pequeñas empresas pueden tener una ventaja comparativa en las primeras etapas del trabajo de invención y en las investigaciones menos costosas pero más radicales, mientras que las grandes empresas tienen ventajas en las últimas etapas y en el escalamiento de una invención, lo cual resulta explicable pues es en estas etapas donde mayores recursos son necesarios para concretizar el proceso de innovación. Esto también se diferencia dependiendo de la industria en cuestión, porque, por ejemplo, todo el proceso de la industria química resulta costoso; desde la investigación hasta la innovación y explotación de los resultados; en cambio, en la industria mecánica el ingenio puede jugar un importante papel para el logro de las invenciones.

Freeman, llega a las conclusiones siguientes:⁵⁷

1. Las pequeñas empresas representaban un 10 por ciento del total de innovaciones industriales hechas desde la guerra. Esto puede compararse con su participación en la producción y en el empleo, tomando el año de 1958 como un año intermedio entre 1945 y 1970. En ese año, las empresas pequeñas representaban el 25 por ciento del empleo y el 21 por ciento de *output* neto (incluyendo construcción y los servicios públicos).

2. La participación de las pequeñas empresas en la innovación ha sido, evidentemente, bastante estable, pero su participación en el *output* y el empleo ha venido decayendo. En 1963 representaba sólo 22 por ciento del empleo y el 19 por ciento del *output* neto. Su participación en el empleo viene descendiendo desde 1963.

3. Las empresas "gigantes" que emplean a más de 10,000 personas cada una, representaban más de la mitad de las innovaciones (54 por ciento); las empresas grandes, el 80 por ciento.

Actualmente con el desarrollo de las nuevas tecnologías, el tamaño de la empresa no es el único factor que está relacionado con el incremento en su productividad. Estamos acostumbrados a relacionar las innovaciones tecnológicas a grandes volúmenes de producción, cuantiosas inversiones y grandes programas de comercialización. Empresas medianas y pequeñas han sido capaces de convertirse en promotoras de formas activas en la organización industrial y en depositarias de potencialidades tecnológicas.

Los estudios presentados en los párrafos anteriores han tomado como variables de estudio, para registrar la actividad innovadora, el número de patentes y los gastos en investigación y desarrollo, las cuales constituyen elementos importantes para calificar la dinámica innovadora de las empresas, sin embargo, existe otro conjunto de variables no consideradas y que están compuestas por el conjunto de conocimientos y capacidades acumuladas para la aplicación y desarrollo de tecnologías nuevas.⁵⁸

D) EL CAMBIO TECNOLÓGICO, EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA VINCULACIÓN

Esta relación ha constituido una preocupación central de algunos economistas por ser el cambio tecnológico una de las variables fundamentales para el logro del crecimiento de una economía nacional, aunque esta relación no ha sido debidamente establecida ni mensurada, si se logra reconocer el gran peso que tiene la variable tecnológica en la determinación del crecimiento económico. Al hablar de crecimiento económico se hace referencia a dos aspectos del mismo: *a)* Al crecimiento que experimenta el sistema de manera continua sin cambiar sus estructuras productivas, o, más bien, el crecimiento observado manteniendo un estado constante del conocimiento técnico o lo que se conoce como ensanchamiento del capital, *b)* Aquel crecimiento que presenta un salto cualitativo en sus estructuras productivas, es decir, los cambios en estas estructuras presentan dimensiones profundas derivadas de la intensificación del capital. En ambos casos existe la presencia del cambio tecnológico, únicamente que, en el primero de ellos, se observa en forma continua, de manera que resulta factible hacer el supuesto de la no existencia del cambio tecnológico; en el segundo caso se presentan las llamadas innovaciones de salto.

Para explicar el concepto de crecimiento económico existen diferentes formas de hacerlo, aquí se entiende como el incremento en la cantidad de bienes y servicios disponibles para el ciudadano medio, aumentando el tipo de bienes, un cambio en las habilidades para producir estos bienes, y una transformación en la localización de la producción y el comercio.

Para otros el concepto de crecimiento económico resulta más reducido, pues lo relacionan únicamente con la variable tecnológica, la cual genera un conjunto de innovaciones y su respectiva difusión que llevan a un liderazgo en la productividad, referido en términos técnicos como un movimiento hacia el origen en la curva isocuanta, una baja en los costos unitarios de producción y por tanto, un incremento en el número de bienes y servicios producidos con la misma cantidad de capital y trabajo.⁵⁹

A continuación se pretende analizar la opinión de algunos economistas en torno a esta problemática.

El primer planteamiento al respecto es el de Harrod y Domar, llamado comúnmente modelo Harrod-Domar. Este modelo es producto de la Revolución Keynesiana en la teoría del ingreso y es debido a Domar (1946) y Harrod (1948). Parten del supuesto de que una inversión en el período t crearía una capacidad de producción extra en el período $t + 1$, y que los ingresos del período t no serían suficientes para crear una demanda extra.

La capacidad de producción depende de la productividad del nuevo capital. Tal productividad del nuevo capital, es medida por la razón capital/producto.

La tasa de crecimiento puede ser incrementada aumentando la razón de ahorro o disminuyendo la razón capital/producto. Se deduce que el progreso tecnológico se encuentra implícito en capital, de lo cual anotamos que consideraron la tecnología como exógena. Además, en los supuestos de este modelo se introduce la idea de un progreso técnico continuo, que transforma una situación, fundamentalmente, de rendimiento decreciente en otra de rendimiento constante o incluso creciente.

Otra interpretación es el modelo neoclásico, el cual parte de la función $Q=F(L,K)$, donde Q es el monto del producto, K el capital y L el trabajo. Esta función, que tuvo sus orígenes en el nivel microeconómico se aplica después a nivel agregado de una economía. De las utilidades que se han hecho de la función de producción para el estudio del crecimiento económico, la más conocida y la que alcanza primero gran difusión es la aportación que hace Solow (1957).⁶⁰

Este modelo fue aplicado para medir el impacto del cambio técnico en el crecimiento de la economía norteamericana en el período de 1909-1949. Se fundamenta en cuatro supuestos:

1. El cambio tecnológico es neutral.

2. Existen rendimientos constantes a escala.
3. Existe independencia entre los dos factores de la producción: capital y trabajo.
4. El cambio técnico es exógeno.

Este famoso ensayo de Robert Solow, publicado en agosto de 1957, marca el inicio de una preocupación constante de un grupo de economistas por profundizar en la economía del progreso técnico. Este trabajo lo podemos considerar como pionero de las interpretaciones actuales en la economía del progreso técnico.

Otro intento por explicar el papel que cumple el cambio técnico en el crecimiento económico proviene de Denison, quien identifica una lista de posibles orígenes de crecimiento de la economía norteamericana entre 1929 y 1957. Estas causas posibles fueron: un incremento en los niveles de educación (34%), incremento en el capital (15%), el avance del conocimiento (20%) y economías de escala (9%). También hubo fuentes adversas como la disminución de la jornada de trabajo (-7%) que contribuyó, de esa manera con el -9% de los factores negativos que afectaron el crecimiento de la economía norteamericana.

El pensamiento neoclásico considera la variable tecnológica como un elemento residual.

Nelson y Winter (1982), consideran que dentro de los llamados factores residuales se encuentran los siguientes:

1. Factores co-determinantes del crecimiento de la productividad en el nivel de la firma.
2. Variables relativas a la naturaleza del cambio tecnológico.
3. Mecanismos de interacción entre los determinantes primarios del crecimiento de la productividad.

Como críticas a la aplicación de la función para la explicación de la influencia del progreso técnico en el desarrollo de una economía nacional, se apuntan:

A nivel de firma existen una serie de conflictos e intereses, problemas de motivaciones, satisfacción e insatisfacción de los trabajadores. La planta no es un conjunto de máquinas con elementos humanos.

En lo que se refiere a la naturaleza del cambio técnico, éste no es una variable como las otras de tipo económico, sino que constituye una variable especial que presenta características diferentes en cuanto a su origen, desarrollo, forma de difusión, etcétera.

No existen muchos estudios que aborden el efecto que tiene sobre el crecimiento económico la interacción entre factores como la educación, la I y D, el equipamiento de bienes de capital, el diseño de nuevas tecnologías, etcétera.

Las firmas, lejos de desenvolverse en un ambiente de equilibrio y de orden en donde pueden tomar libremente decisiones, tienen como su lugar natural de acción un campo de lucha e incertidumbre que dista mucho de asemejarse a la competencia perfecta.

Las firmas son tan diferentes que cada una de ellas se ha caracterizado en el tiempo y en el espacio por sus formas de producción, cada una tiene sus propios coeficientes tecnológicos (a_L , a_K). El agrupamiento de firmas constituye una industria, al interior de la cual existe una gran diferencia entre la intensidad en el uso de los factores, en cuanto a su eficiencia y en las tasas de retorno. Existen empresas que son vanguardia del grupo industrial, sus ganancias las invierten para expandirse y están en condiciones de hacer gastos en I y D; pero existe otro tipo de empresas que, únicamente, tratan de imitar tecnologías, conservándose siempre con rezago tecnológico, pero sin dejar de coexistir con las primeras. De esta manera, y debido a la competencia entre ellas, la rama industrial crece y cambia, como consecuencia de ello también cambia la economía en su conjunto. Este crecimiento lo hace de manera discontinua que no se puede presentar en términos de una teoría del equilibrio. Como último fin la innovación busca producir al menor costo unitario, rompiendo la antigua curva de oferta e

iniciar una nueva, no importa qué se produzca o la cantidad que se produzca o si se produce o no con una innovación, porque el conocimiento científico almacenado nunca ha producido lo que podría en el campo de la innovación industrial y, además, no es el conocimiento puro lo importante, sino la solución afortunada de poner en práctica un método no ensayado antes y que a menudo no implica ninguna novedad científica. La innovación no proviene del intelecto sino de la voluntad y la disposición para resolver problemas de la estructura productiva.

E) LOS CICLOS LARGOS DE LA ECONOMIA

Que la economía mundial funciona sobre la base de ciclos no es nada nuevo, pues existen múltiples teóricos que han incursionado en esta temática.

Dentro de los pioneros en el tratamiento del ciclo económico no se debe olvidar a Marx, pues para este pensador el sistema capitalista encierra una serie de contradicciones que lo llevarán a la desaparición. Las economías capitalistas tienen la tendencia a crecer en forma cíclica.

Quienes mejor han trabajado la teoría de los ciclos largos son: Kondratiev, Trostsky, Schumpeter y Mandel.

El primer trabajo de Kondratiev sobre ciclos económicos se publica en 1922 y las variables que toma como centro de estudio, son los precios al mayoreo, las tasas de interés y la producción per cápita de bienes considerados básicos como el acero y el carbón. Los países que seleccionó para su estudio fueron Gran Bretaña, Estados Unidos, Alemania y Francia. La técnica utilizada fue la construcción de promedios móviles de nueve años de períodos comprendidos entre 1789 a 1925.

Los resultados encontrados por este autor se resumen de la siguiente manera:

1. Existe un ciclo económico de corto plazo con una duración aproximada de tres años y medio.

2. Existe un ciclo económico de mediano plazo con una duración aproximada de nueve años.

3. Existe un ciclo económico de largo plazo que en promedio tiene una duración de 50 años. Este ciclo se caracteriza por:

a) Una fase expansiva que dura en promedio unos veinticinco años. Dicha fase está compuesta de años buenos y malos pero con predominio de los primeros, lo que hace que se manifieste la parte ascendente de la curva.

b) La presencia de otra fase recesiva de aproximadamente otros veinticinco años.

c) Durante la fase de recesión del ciclo el sector más afectado es la agricultura.

d) Las condiciones recesivas durante la fase descendente del ciclo parecen estimular la inventiva humana; en esta etapa se hacen importantes descubrimientos e invenciones, aunque generalmente no se explotan sino hasta la fase de expansión del ciclo.

e) Durante los primeros años de la fase de expansión del ciclo se da un incremento importante a la producción de oro y el comercio exterior.

f) Esta fase de expansión parece generar una serie de tensiones y revoluciones.⁶¹

Kondratiev explicaba que: 1) innovaciones tecnológicas, extensiones del mercado mundial y cambios en la oferta monetaria, regularmente ocurren ya sea antes del auge de un ciclo prolongado, o en sus etapas iniciales; 2) guerras, revoluciones y otras transformaciones sociales ocurren durante las oleadas ascendentes; 3) las oleadas descendentes se encuentran acompañadas por severas depresiones agrícolas; 4) el ciclo prolongado afecta la configuración del ciclo corto determinando el balance entre depresiones y recuperaciones.

Schumpeter, bautizó a los “ciclos largos” con el nombre de “Ciclos Kondratiev” en honor a quien por primera vez presentó una teoría sistematizada para explicar este fenómeno económico. Fue Schumpeter quien introdujo la idea de que los “agrupamientos” (*clustering*) de innovaciones eran las causantes de echar a andar el ciclo. Supone que éstos son explicados

por la aparición de innovaciones que alteran el proceso de producción normal, provocando el desgaste moral del equipo de capital instalado y alienta la realización de inversiones masivas que generan la recuperación y el auge siguiente. La aparición de innovaciones es desigual en el tiempo y se van acumulando, lo cual genera la marcha irregular en el comportamiento del sistema económico. El comportamiento cíclico de la economía capitalista tiene una causa simple: la innovación, la cual obedece a un agente privilegiado; el empresario innovador.

Este autor siempre destacó la función de los empresarios como los agentes que hacen posible la introducción de innovaciones en los procesos productivos, así como la difusión de las mismas.

Para Mandel⁶², los movimientos en la acumulación capitalista se caracterizan porque en el período de auge, hay un aumento de la masa y la tasa de ganancia y un ascenso en el volumen y ritmo de acumulación; por el contrario, en un período de crisis y de depresión, tanto la masa como la tasa de ganancia declinan, del mismo modo que lo hace el ritmo y el volumen de acumulación.

Según este autor, la acumulación de capital se realiza durante la fase de ascenso del ciclo, ésta llega hasta cierto punto en donde se hace más difícil el logro de la valorización del capital, el signo que marca este punto es la caída de la tasa de ganancia. Cuando se presenta la fase de descenso se da una desacumulación del capital a consecuencia de que éste se desvaloriza y parcialmente se ve destruido.

Según Mandel:

En la víspera de un salto adelantado de la acumulación de capital, debemos tener en cuenta la aparición de los factores siguientes:

1. Una caída brusca en la composición orgánica del capital promedio, por ejemplo como resultado de una penetración masiva a las esferas (o

países), con una baja composición orgánica.

2. Un incremento rápido en la tasa de plusvalía, como resultado por ejemplo, de un ascenso en la intensidad del trabajo debido a una radical derrota y a la consecuente atomización de la clase obrera que le impide usar las condiciones ventajosas del mercado para elevar el precio de la mercancía, fuerza de trabajo y le obliga a vender esta mercancía por debajo de su valor, incluso en un período de prosperidad económica.

3. Una caída brusca de los elementos constituidos del capital constante, en especial las materias primas, que es comparable al efecto de la repentina caída de la composición orgánica del capital o una caída repentina del precio del capital fijo con motivo de un avance revolucionario en la productividad del trabajo del sector I.

4. Una reducción repentina del tiempo de rotación del capital circulante como resultado del perfeccionamiento de los sistemas de transporte y comunicación, métodos de distribución superiores, rotación acelerada de las existencias y fenómenos parecidos.⁶³

Mandel explica que el desarrollo del capitalismo está compuesto por una sucesión de ciclos de 7 a 10 años, pero también por una sucesión de períodos más largos que aproximadamente duran 50 años. De este tipo de períodos han existido cuatro en la historia del capitalismo:

1. El largo período que va desde fines del siglo XVIII hasta la crisis de 1847, caracterizado básicamente por la ampliación gradual de la manufactura manual o manufactura impulsada por el vapor.

2. El largo período que va desde 1847 hasta principios de la última década del siglo XIX, caracterizado por el surgimiento y expansión de la maquinaria con motor de vapor como la principal máquina motorizada. Esta fue la “onda larga” de la primera revolución tecnológica.

3. El largo período que va desde fines del siglo XIX hasta la segunda guerra mundial, y que se caracterizó por la aplicación generalizada de los

motores de combustión interna y eléctrica en todas las ramas de la industria. Esta es la onda larga de la segunda revolución tecnológica.

4. El largo período que empezó en Norteamérica en 1940 y en otros países imperialistas en 1945-1948, caracterizado por el control generalizado de las máquinas por medio de aparatos electrónicos (así como la introducción gradual de la energía atómica). Esta es la onda larga de la tercera revolución tecnológica.⁶⁴

A cada uno de estos períodos lo subdivide en dos fases, la inicial o ascendente en la que la tecnología desata toda una revolución, en virtud de que existe la necesidad de renovar toda la maquinaria o gran parte de ella. En esta etapa se eleva la tasa de ganancia, se da una acumulación acelerada, un crecimiento vertiginoso, los capitales ociosos hacen su entrada al sector productivo y se presenta una desvalorización de los capitales previamente invertidos en el sector I. En la fase posterior, el crecimiento económico se diluye, se incrementan las dificultades de valorización del capital y se empieza a incrementar el capital ocioso, lo anterior debido a que ahora se ha generalizado el uso de la maquinaria o de tecnologías nuevas que produjeron el fenómeno ascendente; la maquinaria para producir nuevos medios de producción, sólo puede ampliarse al nivel cuantitativo.

Las anteriores constituyen algunas propuestas en torno al ciclo económico. Respecto a ellas resulta pertinente hacer las siguientes observaciones.

1. De acuerdo con lo explicado anteriormente, resulta indudable que se ha sobrepasado el cuarto ciclo Kondratiev, cuya etapa ascendente se inicia alrededor de 1936 y termina a fines de los sesentas. En esta etapa los bienes de consumo duradero como automóviles, electrodomésticos y la industria de la construcción, se constituyen en las actividades económicas de punta. La gran etapa de este ciclo se encuentra marcada entre los años de 1951 a 1969. Algunos economistas lo han llamado la edad de oro del desarrollo, a la de prosperidad y la época desarrollista. Lo cierto es que se le distingue por altas tasas de crecimiento anual, bajos índices de desempleo, gran incremento del comercio entre países, etcétera.

2. De 1973 en adelante la economía mundial es afectada por una crisis que se puede caracterizar en cuanto a:

a) *Su profundidad.* Todos los indicadores de la economía se ven deteriorados.

- Los índices de actividad económica y empleo decrecen y en algunos países el índice de crecimiento se hace negativo, se presentan índices de desempleo desconocido desde los treinta.

- Los indicadores de equilibrio de la economía presentan también deterioro: desequilibrio agudo interno de precios, con altas tasas de inflación; se presenta el fenómeno de esta inflación desconocido hasta entonces; desequilibrio externo con grandes déficit en la balanza de pagos.

- Situación de deterioro de las empresas, liquidación de ellas; deterioro del sector público, marcado por un endeudamiento sin precedentes.

b) *Su gravedad.* En la actualidad ningún gobierno, ni organismo internacional nos presenta ideas claras que nos permitan predecir una posible salida a la crisis y en qué tiempo sería factible implementar esa medida. Los indicadores económicos siguen cayendo; los países se siguen endeudando; los términos de intercambio se siguen deteriorando; los desequilibrios internos se profundizan; las nuevas tecnologías, como es el caso de las informatizadas, en vez de paliar los efectos de la crisis los agudizan, etcétera.

c) *Su carácter general.* Este hito queda referido a dos cuestiones: su impacto en la sociedad en general. No hay sector ni grupo social que no haya sido tocado por la crisis, modificando sus conductas anteriores, sus hábitos de comportamiento y sus actitudes hacia la sociedad. Un segundo hito se marcaría en cuanto al aspecto geográfico. Se expresaba, y se había convertido en un lugar común, el señalamiento de que los países socialistas no eran afectados por la crisis y hoy, “ningún país integrante de ningún bloque ya sea de las economías capitalistas, el de los países industrializados en vías de desarrollo o de los países subdesarrollados dejan de experimentar la crisis. Ni el sistema económico, ni el nivel económico, ni el nivel de desarrollo, ni la situación geográfica constituyen barreras sanitarias

suficientes para preservarnos de esta epidemia de nuestro tiempo”.⁶⁵

3. El tener claridad acerca del funcionamiento de la economía mundial brinda la oportunidad de diseñar e implementar políticas anticíclicas. Aunque en la actualidad se cuenta con políticas económicas que tienen como finalidad amortiguar los efectos de la caída del ciclo, estas medidas hacen referencia únicamente a los ciclos en el corto y mediano plazos, pero no se cuenta con instrumentos de política económica encaminados a evitar las crisis que acompañan a la “onda larga”.

4. El diseño de una política anticíclica, no debe comprender, únicamente los elementos de la política monetaria y fiscal sino, lo que es más importante, la definición de instrumentos encaminados al impulso del sector productivo, como la investigación científica que es la base para la implantación de un nuevo patrón tecnológico. Resulta de vital importancia lograr una definición de las posibles actividades económicas que se convertirán en el factor de “arrastre” de la economía mundial en la etapa de ascenso del próximo ciclo.

5. La existencia de múltiples interpretaciones acerca de los factores causales del ciclo económico hacen dificultoso el camino para detectar el cuándo y motivos por los que se presentan las caídas de la economía mundial. Pienso que cada crisis es causada por factores diferentes, los cuales las hacen casi imposibles de predecir.

F) EL MODELO DE CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO

La teoría del ciclo de vida del producto fue desarrollada por Raymond Vernon, para explicar problemas del comercio internacional.

Este ciclo consiste en las siguientes etapas: nacimiento, infancia, adolescencia, madurez y senectud (para una explicación más detallada se utiliza la gráfica II.1). El autor toma como ejemplo un producto nuevo que surge en Estados Unidos. Las líneas verticales separan las etapas del producto. Las líneas horizontales separan el comportamiento que sigue dicho producto; primero en Estados Unidos, después en los demás países

desarrollados y luego en los países menos desarrollados.

La primera etapa, en la que se abarca el nacimiento e infancia del producto, se observa que los gastos de inversión son crecientes, éstos son destinados a la investigación básica, aplicada y desarrollada. Aunque en esta etapa se inicia la producción, ésta se caracteriza por no estar todavía estandarizada y hacerse en pequeñas cantidades. Existe una diversidad de modelos y diseños.

En la segunda fase crece la producción y la demanda en los Estados Unidos; también se inicia la exportación del producto hacia otros países desarrollados. En los países desarrollados restantes se inicia la importación del producto, pero también su producción, empero la mayor demanda se satisface con importaciones. En esta etapa se desarrollan con más fuerza los procesos productivos por la vía de profundizar las habilidades específicas de la mano de obra y mediante adaptaciones especiales a las máquinas, consistentes en herramientas, moldes, troqueles, etc. Los países subdesarrollados inician, a muy pequeña escala, la importación del producto. Las inversiones llegan a su máximo debido a la adquisición de nueva maquinaria e intensificación en el adiestramiento de la mano de obra, de tal manera que el beneficio acumulado es todavía negativo (véase gráfica II.2)

La tercera etapa —madurez—, se caracteriza por un crecimiento en la producción, las exportaciones de Estados Unidos, siguen creciendo y, por tanto, las importaciones de los demás países desarrollados y subdesarrollados; la utilidad y pérdida se igualan, para entrar en una etapa ascendente de las primeras. Esta etapa se caracteriza, también, porque se presentan las economías de escala que buscan minimizar los costos de producción.

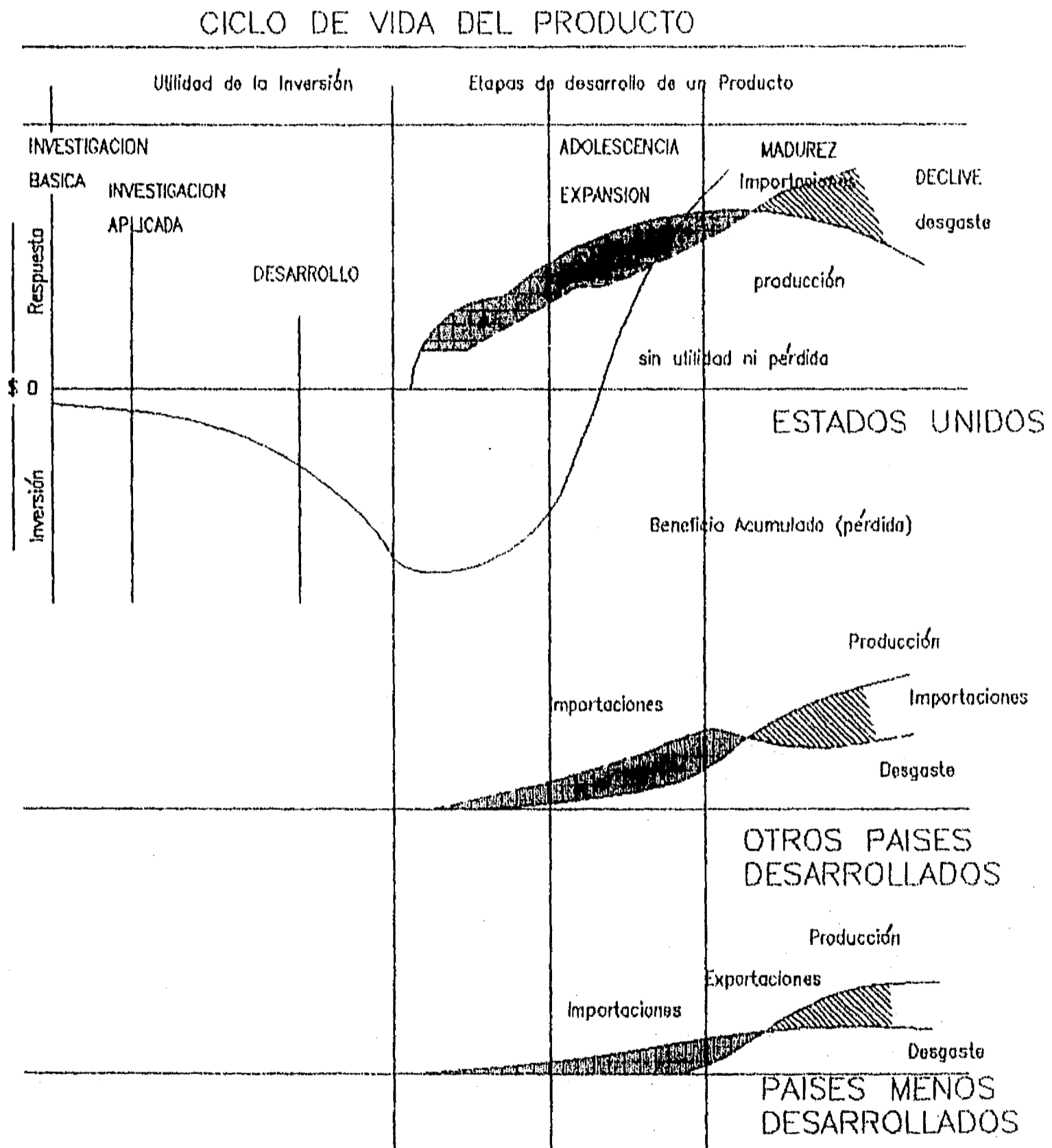
En el declive, Estados Unidos se convierte en un país importador del producto, debido a que la producción en el extranjero minimiza costos en virtud de la existencia de mano de obra barata. Los países subdesarrollados se convierten en exportadores de este producto.

Bajo el principio de una idea globalizadora se desarrolla la teoría del "sistema mundo", donde el estatus de las naciones en la economía mundo

es presentado como efecto de la habilidad desigual de las naciones y empresas para engendrar innovaciones.

La teoría del sistema mundo incorpora en su desarrollo conceptual la categoría de cadenas mercantiles y sus teóricos principales definen estas cadenas como una red de procesos de trabajo y producción cuyo producto final es una mercancía terminada. En la definición de cadena mercantil se incluye también las esferas de distribución, mercantilización y consumo; vinculan entre sí diferentes tipos de organizaciones sociales: hogares, empresas y estados.⁶⁶

Gráfica II.1.
Ciclo de vida del producto



Fuente: Adaptado de Vernon (1966)

(Ayres: 1987; 125)

G) LOS EVOLUCIONISTAS: UNA NUEVA VISIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

1. La concepción general

En la actualidad contamos con una serie de pensadores que han ofrecido una orientación distinta a la economía de la innovación tecnológica, llegando a definir un conjunto de categorías nuevas y a establecer relaciones entre éstas, dando forma a un paradigma diferente a los planteados en las secciones anteriores. Como ejemplos están Nelson, Winter, Rosemberg, Dosi, Cimoli, Malecki, Carlota Pérez, Soete, etcétera.

Partiendo de una crítica al pensamiento neoclásico y, más concretamente como una nueva versión de la teoría schumpeteriana, se desarrolla el pensamiento evolucionista, entre quienes sobresalen Nelson y Winter. La teoría neoclásica se propone explicar la determinación de los precios, productos e insumos de equilibrio bajo ciertos supuestos, maneja siempre la idea de optimizar conservando determinadas restricciones; sin embargo, dicha optimización, según los evolucionistas, lleva implícita la idea de una regresión infinita.

La influencia de Schumpeter sobre este pensamiento es fuerte a tal grado de señalar que la teoría evolucionaria puede considerarse como "Neoschumpeteriana".

Es difícil establecer una optimización puesto que la firma persigue varios objetivos, por ejemplo las ganancias es una de las variables a maximizar, pero no puede existir una idea pura del maximizar, la cual no debe prevalecer en la empresa sin el acompañamiento de la noción de satisfacer. En este esquema se rechaza la idea de función de producción en la cual existen variables que la empresa puede manejar. La competencia y el equilibrio en la firma están determinados por un conjunto de variables sobre las que se puede influir, pero además intervienen un cúmulo de fuerzas que están fuera del alcance de la firma, además se encuentran un conjunto de técnicas que

la empresa desconoce y que no puede llegar a dominar. Dentro de ese conjunto de técnicas se encuentran unas que están cerca de la empresa y de las cuales se puede apropiar, otras que se consideran intermedias y otras que definitivamente no se pueden conseguir porque se encuentran demasiado lejos.

Alcanzar esas áreas intermedias requiere tiempo, atenciones especiales, esfuerzos y canalización de recursos. Las empresas estarán dispuestas a buscar una nueva técnica cuando consideren que las utilizadas ya no presentan los rendimientos adecuados. En la búsqueda de estas nuevas formas las empresas pueden seguir diferentes estrategias: ofensiva, defensiva, imitativa, dependiente, tradicional y oportunista.

Otra idea que sostienen los evolucionistas y que difiere del pensamiento neoclásico es lo que se refiere a la selección de empresas que hace el mercado, las mejor equipadas y mejor preparadas tecnológicamente tienen mayores posibilidades de lograr expandirse. Por ello, la tecnología no es un bien gratuito que se halle al alcance de todas las empresas, sino todo lo contrario, involucra aspectos de aprendizaje, niveles de conocimiento alcanzados, o, como lo ha planteado Dosi (Gómez, 1992), que no es un bien de libre uso, sino que tiene que ver con grados de aprendizaje e investigación en cada región o empresa, lo cual hace que exista variación en el grado de oportunidad, apropiación y acumulación de cierta técnica.

Los trabajos de Dosi y Cimoli han enriquecido el pensamiento evolucionista al incorporar categorías como "paradigma tecnológico", el cual está constituido por un conjunto de trayectorias tecnológicas que conforman el mapa de oportunidades técnicas y organizativas que tienen las empresas para desarrollarse tecnológicamente.

El pensamiento de los evolucionistas constituye nuevos enfoques para abordar la economía del cambio técnico, sin embargo, no han desarrollado, todavía, un cuerpo científico que pueda sustituir al pensamiento neoclásico. A nivel microeconómico presentan nuevas interpretaciones en torno a la

empresa: su desarrollo y ambiente, pero no logran conformar una teoría de precios alternativa. A nivel macroeconómico sus preocupaciones principales giran en torno al comercio internacional, pero sin llegar a presentar una explicación teórica de la economía nacional.

Se comparten las ideas que plantean Dosi, Keith y Soete⁹⁷ en un documento que resume la manera de cómo se concibe la innovación tecnológica en este grupo de pensadores.

Primero. El proceso innovador tiene algunas reglas propias que, por lo menos en el corto y mediano plazos, no pueden describirse como reacciones simples y flexibles a los cambios a las condiciones del mercado. La naturaleza de las tecnologías mismas es la que determina el rango dentro del cual los productos y procesos se pueden ajustar a las condiciones económicas cambiantes, y las posibles del progreso técnico.

Segundo. El conocimiento científico desempeña una papel cada vez más crucial en la apertura de nuevas posibilidades de grandes avances tecnológicos.

Tercero. La competitividad creciente de las actividades de investigación e innovación milita a favor de organizaciones institucionales (laboratorios de I y D, oficinas de diseño, Laboratorios gubernamentales, universidades, etc.), como el ambiente típico para la producción de innovaciones, en oposición a los innovadores individuales.

Cuarto. Una cantidad significativa de innovación y mejoramiento sucede a través del "aprendizaje por medio de la práctica" y generalmente está "encarnado" en la gente y organizaciones (sobre todo empresas). Lo mismo puede decirse para la I y D, la cual está generalmente incorporada y vinculada, a las actividades productivas de las empresas.

Quinto. A pesar de la creciente formalización industrial, las actividades de innovación e investigación mantienen una naturaleza incierta. Los

empresa: su desarrollo y ambiente, pero no logran conformar una teoría de precios alternativa. A nivel macroeconómico sus preocupaciones principales giran en torno al comercio internacional, pero sin llegar a presentar una explicación teórica de la economía nacional.

Se comparten las ideas que plantean Dosi, Keith y Soete⁶⁷ en un documento que resume la manera de cómo se concibe la innovación tecnológica en este grupo de pensadores.

Primero. El proceso innovador tiene algunas reglas propias que, por lo menos en el corto y mediano plazos, no pueden describirse como reacciones simples y flexibles a los cambios a las condiciones del mercado. La naturaleza de las tecnologías mismas es la que determina el rango dentro del cual los productos y procesos se pueden ajustar a las condiciones económicas cambiantes, y las posibles del progreso técnico.

Segundo. El conocimiento científico desempeña una papel cada vez más crucial en la apertura de nuevas posibilidades de grandes avances tecnológicos.

Tercero. La competitividad creciente de las actividades de investigación e innovación milita a favor de organizaciones institucionales (laboratorios de I y D, oficinas de diseño. Laboratorios gubernamentales, universidades, etc.), como el ambiente típico para la producción de innovaciones, en oposición a los innovadores individuales.

Cuarto. Una cantidad significativa de innovación y mejoramiento sucede a través del “aprendizaje por medio de la práctica” y generalmente está “encarnado” en la gente y organizaciones (sobre todo empresas). Lo mismo puede decirse para la I y D, la cual está generalmente incorporada y vinculada, a las actividades productivas de las empresas.

Quinto. A pesar de la creciente formalización industrial, las actividades de innovación e investigación mantienen una naturaleza incierta. Los

resultados técnicos (y aún más, los comerciales), de las actividades de investigación son difíciles de predecir *ex ante*.

Sexto. El cambio técnico no ocurre al azar por dos razones principales: 1) a pesar de variaciones considerables con respecto a innovaciones específicas, las direcciones de los cambios técnicos están definidas frecuentemente por el grado de avance de las grandes tecnologías que ya se usan, y 2) la probabilidad de avances tecnológicos por las empresas, organizaciones e incluso países, es, entre otras cosas, una función de los niveles que éstas ya lograron. En otras palabras, el cambio técnico, es en gran medida una actividad acumulativa.

2. Nuevos paradigmas y trayectorias tecnológicas

La tecnología no es un bien de libre uso; es más, no es un bien que pueda explicar su comportamiento económico tomando como base la teoría de la demanda. No depende de los factores tradicionales que determinan el comportamiento comercial de un bien, su explicación tiene que ver con otro tipo de factores, tales como el grado de aprendizaje e investigación que existe en determinado país o región, lo cual hace que exista variación en el grado de oportunidad, apropiación y acumulación de cierta tecnología o conocimiento.

La oportunidad de entrada, nivel de apropiación y acumulación de un paradigma tecnológico depende del grado de conocimientos alcanzados por una empresa o país. El grado de avance tecnológico de una empresa o un país no se puede medir con los coeficientes técnicos que intervienen en una función de producción.

Esta función de producción de la teoría neoclásica es una relación puramente técnica que relaciona factores de la producción con volúmenes de la misma, por medio de la cual se pretende representar el grado de avance tecnológico de una empresa o país.

Esta técnica de análisis económico se concentra sólo en procesos eficientes. La curva isocuanta se traslada hacia arriba si se incrementan los factores de la producción y la tecnología se mantiene constante; si se mejora la tecnología la curva tiende a acercarse al origen. Las isocuantas pueden moverse hacia arriba o hacia abajo, generando así un conjunto de puntos óptimos que al unirlos conforman la ruta de expansión de crecimiento de la producción en la empresa o país, esta ruta de expansión puede llegar a confundirse con la categoría de trayectoria tecnológica por lo que empezaremos diciendo que una trayectoria tecnológica “define el proceso evolutivo en el que se constituyen las líneas que generan cada uno de los paradigmas tecnológicos”.

Junto a la anterior categoría es necesario definir la de frontera tecnológica, la cual se concibe como “... el más alto nivel de logros en el campo de la tecnología, valorado en términos de las dimensiones técnicas y económicas de cada uno de los paradigmas”.⁶⁸

Las empresas se encuentran con que las trayectorias tecnológicas conocidas, no resuelven sus problemas de disminución de la productividad y declinación de sus ganancias por lo que se dan a la tarea de buscar o desarrollar nuevas trayectorias, en este proceso evolutivo surgen un conjunto de trayectorias nuevas, que vienen a conformar un paradigma alternativo.

Un paradigma tecnológico está formado por un conjunto de trayectorias tecnológicas que conforman el mapa de oportunidades técnicas y organizativas que tienen las empresas para desarrollarse tecnológicamente.

Es también una nueva lógica que abarca de manera gradual todas las actividades productivas; comprende nuevos criterios de eficiencia y nuevos modelos de gestión y organización, y, a medida que se difunde, define productos y procesos que llevan a situar a las industrias en una trayectoria renovada de innovación.

Según Carlota Pérez⁶⁹, el proceso de propagación de un paradigma

tecnológico pasa por cuatro períodos distintos: difusión inicial, rápido crecimiento temprano, rápido crecimiento tardío y madurez.

El grado de apropiación y acumulación de las trayectorias que conforman un paradigma se da con base en el nivel de conocimientos con que cuenta la empresa o el país. De hecho un paradigma tecnológico presenta barreras a la entrada, las cuales están constituidas por la falta de conocimientos necesarios para apropiarse de dicho paradigma.

En los países en vías de desarrollo las empresas tienen serias dificultades para participar en el nuevo paradigma tecnoeconómico, estas dificultades provienen de la falta de acceso a la información sobre los cambios que están ocurriendo a nivel internacional. Las empresas tienen serias dificultades derivadas de que: 1) no fueron concebidas para evolucionar, sino para trabajar con tecnologías maduras vistas como ya optimizadas; 2) no se supuso que tendrían que buscar la competitividad con esfuerzos propios, la rentabilidad dependía de factores exógenos: protección arancelaria, subsidios y otras formas de ayuda estatal; 3) las empresas no se concibieron interconectadas, por lo que el escaso desarrollo de la industria de bienes de capital y servicios técnicos ha dificultado el surgimiento de sistemas industriales regionales.⁷⁰

Al querer cambiar su tecnología la empresa se encuentra con una “variedad tecnológica” que está constituida por toda la gama de formas de resolver sus problemas. Ante esta variedad la empresa puede seguir diferentes estrategias:⁷¹

a) ofensiva. Cuando opta por conseguir el liderazgo tecnológico y de mercado colocándose a la cabeza de sus competidores en la introducción de nuevos productos, mediante la adquisición de tecnologías o bien por desarrollo propio o en una combinación de ambos. Las firmas que siguen esta estrategia normalmente son intensivas en investigación, dado que regularmente dependen de tecnologías desarrolladas por ellas mismas.

b) defensiva. El innovador defensivo no desea ser el primero en introducir

un cambio técnico pero tampoco quiere dejarse atrás por sus competidores. No desea ser el primero para no asumir los riesgos, primero observa cómo otros enfrentan el mercado para no cometer los mismos errores.

c) imitativa. Se conforma con marchar atrás de los líderes, muchas veces el retraso es tan largo que no hay la necesidad de adquirir una licencia, generalmente el imitador cuenta con un mercado cautivo.

d) dependiente. Cumple el papel de un satélite o un subordinado tecnológico. La firma dependiente no intenta iniciar o incluso imitar cambios.

e) tradicional. Existe muy poco cambio en el producto.

f) oportunista. Esta puede detectar una oportunidad nueva en un mercado e inmediatamente inicia sus transformaciones tecnológicas.

Ackoff (1984) ha hecho una clasificación de las empresas de acuerdo con su forma de reaccionar ante su entorno: *reactivas, inactivas, preactivas e interactivas*. Este enfoque también es válido para explicar la reacción de las empresas ante el nuevo paradigma tecnológico.

Las empresas se encuentran en un entorno donde los medios institucionales y científicos y las políticas resultan fundamentales para la innovación, porque afectan: *a)* los mecanismos de enlace entre ciencia pura y aplicación tecnológica; *b)* la capacidad de investigación de los agentes económicos; *c)* las restricciones, incentivos y elementos de incertidumbre que se pueden plantear ante las posibles innovaciones.

En este entorno, el destino de una innovación tecnológica depende de *a)* el contexto y la capacidad tecnológica de la región; *b)* las características de las instituciones de enlace; *c)* las condiciones económicas precisas (precios relativos, naturaleza y dimensión del mercado, disponibilidad de escasez de materias primas y fuerza de trabajo, etc.); *d)* el carácter de las reglas y estrategias de comportamiento y formas de organización de los agentes

económicos. (Cimoli y Dosi, 1992).

En cuanto a las innovaciones en los países en vías de desarrollo, existen algunas tendencias que se resumen así:

a) Se registra un alto nivel de aprendizaje acompañado de un incremento en la innovación tecnológica;

b) No es automático que se desarrollen procesos de “the learning by doing”, por el contrario, requieren una adecuada organización, tanto en cada empresa como en el ambiente económico.

c) El grado y la orientación de la acumulación tecnológica varían en razón de las características de las empresas (por ejemplo si se trata de empresas locales o multinacionales, siendo las primeras dirigidas al desarrollo de productos y orientándose las segundas hacia las innovaciones de procesos, casi siempre adaptadas desde el exterior).

d) Ciertas tecnologías fundamentadas en actividades científicas (por ejemplo, la electrónica), parecen requerir la intervención del sector público, por necesitar apoyo estatal para la industria local.

La naturaleza de las trayectorias tecnológicas permite distinguir cuatro grupos principales de industrias: dominadas por los proveedores, industrias intensivas a escala, dominadas por proveedores especializados e industrias con base científica.⁷²

1. Las industrias dominadas por los proveedores están concentradas en sectores de manufactura tradicional, agricultura, construcción, producción informal familiar y servicios profesionales. Se basan en habilidades profesionales, diseño estético, acceso privilegiado a fuentes de recursos, marcas y publicidad. La mayoría de las innovaciones provienen de oferentes de equipo y materiales, los servicios de investigación y desarrollo, generalmente son financiados por el gobierno, una proporción importante de las innovaciones son producidas en otros sectores.

2. Las industrias intensivas a escala se caracterizan por una creciente división del trabajo y la simplificación de tareas en la producción le permiten la sustitución de máquinas para el trabajo y en consecuencia, una disminución

en los costos de producción. En el mejoramiento de esta trayectoria ha influido el progreso en los medios de transporte, el incremento del comercio, mejoramiento en los niveles de vida, el perfeccionamiento de la maquinaria, en los sistemas de control y en las fuentes de energía.

3. Un grupo diferente de empresas son aquéllas relativamente pequeñas especializadas en proporcionar equipo e instrumentación a las mencionadas en el apartado anterior, se complementan con ellas.

4. Por último se encuentra la categoría de las empresas basadas en las ciencias, donde sus principales fuentes de tecnología son las actividades de investigación y desarrollo, por lo cual dependen de una rápida evolución de las ciencias, sobre todo en las universidades y en los centros de investigación. Este tipo de empresas se localizan en la química, en particular en la química sintética, en la bioquímica y la electrónica. Estas empresas han crecido sobre la base de innovaciones en el producto.

H) UN PARADIGMA INTERACTIVO PARA LA VINCULACIÓN

1. Los sistemas nacionales de innovación

Desde la perspectiva de la corriente evolucionista resulta adecuado definir un marco teórico y conceptual a partir del cual es posible presentar un estudio de la vinculación.

Actualmente se tienen múltiples y variadas evidencias empíricas, tanto a nivel de países como de regiones, que nos demuestran que la dinámica innovadora depende más del nivel de conocimientos acumulados que de los recursos con que se cuenta. A partir de la segunda revolución industrial, las innovaciones y desarrollos tecnológicos han estado, cada vez más ligados al quehacer de las instituciones que han posibilitado la reproducción y aplicación de los conocimientos mediante la investigación.

A lo largo de este capítulo se ha demostrado la creciente preocupación

de los economistas por vincular el desarrollo de las empresas y el crecimiento económico de los países al progreso técnico, pero la tecnología la han considerado como un factor ajeno a los puramente económicos (tierra, trabajo y capital) y por tanto, la conciben como una variable exógena en los diferentes modelos aquí planteados.

Las tecnologías no nacen y se desarrollan fuera del sistema económico, ya que la innovación constituye el proceso de utilización, aplicación, adecuación y transformación de conocimientos científicos y técnicos para resolver problemas del sector productivo, en ella se basa la transformación de las empresas y de los sistemas nacionales de producción. Para el estudio del proceso de innovación no es adecuado aplicar un modelo lineal que parta desde la investigación científica hasta la innovación y la difusión. Si no es adecuado abordar la innovación desde esta perspectiva resulta mucho menos conveniente abordar el proceso de vinculación recurriendo a esa herramienta teórica.

Los niveles de conocimiento son cada vez más culpables de las innovaciones de las empresas, por lo cual nos parece urgente desarrollar una explicación adecuada que aborde las dimensiones de esta relación.

Una interpretación teórica de la vinculación no se puede construir aplicando la lógica de un modelo que esté compuesto por un conjunto de fases escalonadas, como lo constituye el modelo lineal, pues los momentos establecidos entre una fase y otra son muy diferentes en cuanto a tiempo y comportamiento, pero además, otra razón poderosa es que tampoco es posible explicar el proceso de vinculación desde esta perspectiva, porque los objetos motivo del proceso estarían dados hasta la innovación misma, es decir un producto de investigación ya terminado, el cual sería desarrollado por los centros de investigación, que se entregaría listo para aplicarse en el mercado, de lo que se encargarían las empresas, ya que el modelo lineal concibe a la variable tecnológica como exógena. Si el modelo lineal concibiera a la tecnología como variable endógena, la vinculación sería permanente a lo largo de las fases que conforman la cadena.

Para el estudio de la vinculación se debe asumir una posición “interactiva”

donde adquieren gran importancia las relaciones entre los diferentes agentes, cada uno con sus motivaciones para la búsqueda de acercamientos; los mecanismos de intercambio y retroalimentación de conocimientos y todo tipo de información entre unos actores y otros, y las redes de información y organizacionales que se establecen para promover la vinculación.

La vinculación no puede ser una tarea individual, pues como mínimo, para establecerse necesita dos actores, pero en la realidad intervienen un conjunto de instituciones, algunas porque poseen el conocimiento, otras porque lo van a aplicar, etc., pero además, todas las vinculaciones buscan establecer los lazos entre necesidades y oportunidades y serán exitosas cuando establezcan adecuadamente estos lazos.

También se adopta un enfoque sistémico como una alternativa a la concepción lineal⁷³ el cual se caracteriza por: 1) la existencia de vínculos multidireccionales y simultáneos entre estadios, actividades y agentes; 2) su carácter acumulativo con ciclos de retroalimentación que se autorrefuerzan; 3) el papel central que desempeña el aprendizaje en la acumulación de conocimientos; y 4) la presencia de trayectorias tecnológicas en cada uno de los motivos de la vinculación.

En la construcción teórica de un paradigma para la vinculación debe contemplarse la adecuación de éste al paradigma técnico-económico dominante, el cual está caracterizado porque *a)* unas cuantas técnicas son las que lo definen ya que éstas dominan a los demás sectores de la economía; *b)* los diferentes agentes económicos adoptan técnicas distintas, las cuales dependen de múltiples factores externos e internos; *c)* la dinámica global de los coeficientes técnicos de producción en cada actividad es resultado del proceso de imitación y difusión de las mejores técnicas, y *d)* los cambios que progresivamente han experimentado las mejores técnicas subrayan un camino muy regular tanto en el espacio de los coeficientes técnicos como en el de las características básicas de los productos (Cimoli y Dosi, 1993).

Tanto en la extensión micro como macroeconómica se considera de gran

importancia el aspecto institucional para la construcción de una teoría que explique la vinculación. En el nivel microeconómico la tecnología se incorpora a las empresas a través de otras empresas en el afán de ser competitivas en sus respectivos mercados, pero también las empresas están rodeadas e incluidas en redes que se relacionan entre sí y con diferentes entidades institucionales, que van desde organismos privados, a gubernamentales y universidades. Este conjunto de redes y entidades institucionales con sus respectivas políticas conforman el sistema nacional de innovación tecnológica. Por tanto, la vinculación constituye parte activa de este sistema.

El comportamiento y características del sistema nacional de innovación tiene serios impactos sobre el paradigma tecnológico a nivel micro, prueba de ello es que los paradigmas en el momento micro pueden internacionalizarse con las mismas características y presentar efectos diferentes y comportamientos distintos en cada uno de los sistemas de innovación, porque se asocia a políticas, factores e instituciones específicos en cada país. De esto se concluye que las empresas, aún cuando importen sus tecnologías tienen que desarrollar procesos de aprendizaje o contar con conocimiento acumulado para realizar las adaptaciones pertinentes que el sistema nacional le está requiriendo.

Los conocimientos tecnológicos no viajan libremente a través de las fronteras nacionales y se instalan en un sistema de innovación tecnológica, este hecho depende del nivel de conocimiento acumulado por el sistema nacional, de la dinámica en los niveles educativos y de factores institucionales.

A nivel de las empresas no se pueden limitar a la importación de maquinaria y adaptación de tecnologías extranjeras, sino que deben poseer el grado de conocimientos que les permita realizar innovaciones menores a las tecnologías absorbidas para adecuarlas a los estándares y preferencias locales y estudiar, detectar y evitar fallas y defectos de calidad en su diseño o construcción.

Tres ideas caracterizan la relación entre las empresas y el sistema nacional de innovación tecnológica: *a)* las empresas deben ser depositarias de conocimientos, en gran medida, los cuales cambian por la dinámica de sus rutinas operativas a través del tiempo y debido al cambio en las normas de comportamiento de la sociedad y por las estrategias de las mismas empresas; *b)* las empresas están insertas en redes de vínculos con otras empresas e instituciones no lucrativas de donde son capaces de tomar los conocimientos cuando no cuentan con ellos, y *c)* los sistemas nacionales incorporan una noción general sobre el comportamiento microeconómico a través de un conjunto de relaciones sociales, reglas y obligaciones políticas.

En el caso de los principales países latinoamericanos⁷⁴ en la evolución del aprendizaje organizacional y tecnológico se han mostrado 4 tipos de empresas: unidades familiares, filiales de empresas trasnacionales, empresas nacionales y empresas públicas.

La empresa familiar se caracteriza porque su dinámica tecnológica se centra en la habilidad mecánica de un individuo que, generalmente, es el dueño o bien un familiar de éste. Se desarrollan con bajas economías a escala, un restringido mercado interno y pocas posibilidades de exportación.

Para las filiales extranjeras los conocimientos y las tecnologías provienen de las empresas del país de origen y la dinámica tecnológica reacciona con la adaptación de los productos y procesos a las características del país donde se encuentran asentadas.

Las empresas propiedad del Estado tienden a concentrarse en sectores de los llamados “estratégicos”, como petroquímica, acero, recursos naturales e industria militar, generalmente los aprendizajes están relacionados con proveedores internacionales de equipo. Las tareas tecnológicas están relacionadas con la adaptación y adecuación de las plantas a las condiciones del país receptor, lo que genera un proceso de capacitación y adiestramiento del personal de la región.

Las grandes empresas nacionales siguen patrones muy diferentes, algunas

veces se asemejan a las familiares, otras desarrollan trayectorias semejantes a las empresas del oriente asiático, y en otras, explotan sus niveles de conocimientos asimilados.

2. La vinculación desde el punto de vista de las redes institucionales

En un sistema de innovación tecnológica es posible explicar la vinculación utilizando un sistema de redes, donde las instituciones constituyen los diferentes nodos del sistema y los arcos están compuestos por los flujos de información y el intercambio de conocimientos, a este tipo de redes se les denomina *de conocimiento*, porque además existen las redes comerciales. En el sistema de redes de conocimiento no es posible concebir una red dirigida donde la información transite sólo en una dirección o se trabaje y considere la existencia sólo de arcos incidentes. La concepción interactiva está referida a que el conocimiento puede viajar a través de varios arcos y considerando ambos sentidos.

Se pueden encontrar un conjunto de redes de conocimientos, entre las cuales están 1) acuerdos conjuntos para desarrollar proyectos de investigación y desarrollo; 2) acuerdos de intercambio de tecnología; 3) licenciamiento de tecnologías; 4) subcontratación para la realización de proyectos de investigación; 5) bancos de información computarizados para el intercambio científico y tecnológico; 6) intercambio de personal para la realización de actividades en las diferentes instituciones, y 7) redes informales.⁷⁵

Estas redes pueden ser horizontales cuando se establecen a nivel de usuarios de una tecnología y verticales cuando la relación se establece entre productor y usuario de esa tecnología.

En estas redes se establecen vínculos entre las mismas empresas con el fin de lograr la innovación tecnológica. Estos vínculos vienen dados por:

a) relaciones de subcontratación con otras empresas, generalmente

realizan subcontratación de capacidad.

b) Empresas del mismo ramo que se asocian para establecer alianzas de tipo estratégico, que son competidoras en el mercado regional, pero por el mecanismo de cooperación logran insertarse en el mercado internacional.

c) Las asociaciones para realizar actividades complementarias en una región.

d) Las empresas que mantienen nichos o mercados reducidos y que están basadas en un conocimiento o actividad artesanal especial se pueden convertir en surtidoras de un proceso productivo para empresas grandes.

e) Conjuntos de empresas que se mantienen aisladas en sectores tradicionales y cuya producción depende de las cualidades manuales de la región.

3. El aprendizaje institucional

En un sistema nacional de innovación tecnológica existen dos tipos de aprendizajes: el institucional y el técnico, el primero genera el cambio institucional y el segundo, el cambio técnico. Cuando se habla de institucional se hace referencia a las relaciones entre personas y cuando se habla de cambio técnico se refiere a las relaciones entre personas y cosas. Para un sistema de innovación tecnológica no sólo es importante el cambio técnico, sino también el cambio institucional. Un ejemplo de cambios institucionales recientes lo constituyen la conformación de la Unión Europea de naciones, el derrumbe y restructuración de la Europa del Este, la construcción de un sistema de mercado diferente en los países del oriente asiático y la generación de instituciones de protección del medio ambiente, etcétera.

Es indudable que para profundizar en el proceso de vinculación es necesario contar con un cambio institucional para que la información fluya de mejor manera a través de las redes de conocimiento. Pueden existir conocimientos técnicos acumulados en las instituciones de educación superior, sin embargo, resulta difícil establecerlos en las empresas porque es más fácil que los empresarios decidan mantener inalterados los procedimientos técnicos que pensar en introducir cambios en los procesos

de trabajo o buscar mecanismos que les permitan cambiar la organización de su empresa.

Los estudios de la actividad innovadora de las empresas se ha enfocado al análisis de variables como el registro de patentes y gastos de investigación y desarrollo, pero circunscribir la actividad innovadora de una sistema de innovación tecnológica al estudio de este tipo de variables resulta una visión demasiado restringida, pues limita las consideraciones de un conjunto de acciones mediante las cuales las empresas adquieren capacidades y acumulan experiencias y conocimientos factibles de ser aplicados al desarrollo tecnológico.

No es posible considerar la actividad innovadora por el número de patentes, ya que una patente no se comporta igual de acuerdo con el tipo de tecnología, la rama y sector de la economía de que se trate y de las regulaciones jurídicas imperantes; la propensión a patentar por cada una de las empresas no es la misma, existen empresas que prefieren mantener en secreto sus descubrimientos tecnológicos, realizar un estudio del avance tecnológico por medio del análisis de número de patentes sobrevalora la actividad de los inventores en lo individual.

La inversión en investigación y desarrollo no constituye una variable que de manera exclusiva se pueda tomar como referencia para registrar las actividades de investigación y desarrollo de un sistema, pues en la mayoría de las empresas esto se contabiliza a partir de la existencia de un departamento dedicado de manera exclusiva a estas actividades. Las empresas medianas y pequeñas no cuentan con este tipo de departamentos, sin embargo realizan múltiples actividades de innovación provenientes de la capacidad del empresario para introducir modificaciones en su equipo y procesos como respuestas a problemas específicos.

La innovación en las empresas no siempre proviene del cambio técnico a través de la patente o la transferencia de tecnología sino también de otras variables que introducen una concepción diferente con respecto al proceso

productivo al interior de estas empresas. Según la concepción tradicional, la introducción de tecnologías se manifiesta en nueva maquinaria y nuevos procesos tecnológicos, la cual es posible hacerla funcionar y operar dichos procesos sólo cuando en la empresa existen personas capacitadas con el aprendizaje acumulado suficiente para hacerlas funcionar, de lo cual se deriva que, los cambios sufridos por el personal que rodea esta maquinaria y estos nuevos procesos, alteran de manera definida su funcionamiento y comportamiento. La adquisición y acumulación de estos conocimientos, ya sea sólo para operar la maquinaria o emprender procesos de innovación más complicados, dependen de variables más amplias que la estructura productiva y organizativa de la empresa, su relación con el marco institucional circundante es definitivo para el desarrollo exitoso de tecnologías al interior de las empresas.

³⁶ Una gran parte de las máquinas empleadas en aquellas manufacturas en que se haya subdividido el trabajo fueron en origen inventos de algún artesano que, embebido siempre, con una simple operación hizo conspirar todas sus ideas en busca del método y medio más fácil de hacerla y perfeccionarla. (Adam Smith, *La riqueza de las naciones*, Ed. Cruz O., México, 1977, p. 4.)

³⁷ Carlos Marx, *El capital*, Ed. siglo XXI, t. I, vol. 1, p. 218.

³⁸ Carlos Marx, *Capital y tecnología: manuscritos inéditos, 1861-1863* Ed. Terranova, México, 1980, p. 22.

³⁹ *Ibid.*, p. 26.

⁴⁰ *Vid.* Carlos Marx, *Capital y tecnología: manuscritos inéditos, 1861-1863*,

⁴¹ Debemos distinguir entre dos cosas: cooperación de muchas máquinas similares y el sistema de máquinas.

En el primero de estos casos, la misma máquina de trabajo fabrica íntegramente el producto. Ejecuta todas las diversas operaciones que ejecutaba un artesano con su herramienta... (*Vid.*, Marx, *El capital*, P. 461).

Un sistema de máquinas propiamente dicho, no obstante, sólo reemplaza a la máquina autónoma individual allí donde el objeto de trabajo recorre una serie conexas de procesos graduales y diversos, ejecutados por una cadena de máquinas heterogéneas pero complementarias entre sí. Reaparece, así, la cooperación característica de la manufactura por la división del trabajo, pero ahora como combinación de máquinas de trabajo. (*El capital*, p. 461).

También señala en su libro *Philosophy of manufactures*: "El principio del sistema fabril consiste entonces en sustituir ...La división o graduación del trabajo entre artesanos por la participación del proceso en sus partes componentes". (*El capital*, t. I, p. 462).

⁴² El doctor Ure a quien Marx llama el Píndaro de la fábrica automática, la cual describe como "cooperación de diversos tipos de obreros, adultos y jóvenes, que vigilan con destreza y diligencia un sistema de maquinaria productiva movido continuamente por una fuerza central" (Marx, *El*

capital, t.I, p. 511). También señala en su libro: *Philosophy of manufactures*: "El principio del sistema fabril consiste entonces en sustituir ... La división o graduación del trabajo entre artesanos por la participación del proceso en sus partes componentes" (*El capital*, t. I, p. 462).

⁴³ Ure, citado por Marx, en *Capital y tecnología*, p. 66.

⁴⁴ Producir significa combinar materiales y fuerzas que se hallan a nuestro alcance. Producir otras cosas, o las mismas por métodos distintos, significa combinar en forma diferente dichos materiales y fuerzas. En tanto que pueda surgir la 'nueva combinación' de la anterior por el ajuste constante a pasos pequeños, existe indudablemente cambio, y posiblemente crecimiento, pero no podremos hablar de un fenómeno nuevo, ni de desenvolvimiento en nuestro sentido. En la medida en que no sea éste el caso, y que las nuevas combinaciones aparezcan en forma discontinua, podremos afirmar encontrarnos ante los fenómenos que caracterizan al desenvolvimiento. En consecuencia, solamente nos referiremos a este último caso cuando hablemos de nuevas combinaciones de medios productivos, por razones de conveniencia expositiva. El desenvolvimiento, en nuestro caso, se define por la puesta en práctica de nuevas combinaciones. (Joseph A. Schumpeter, *Teoría del desenvolvimiento económico*, Ed. FCE, México, 1976, p. 76.

⁴⁵ Schumpeter, en Nathan Rosenberg, *Lecturas del Fondo*, núm. 31, Ed. FCE, México, 1979, p. 17.

⁴⁶ ...acostumbró a los economistas a pensar que el cambio tecnológico supone importantes rupturas, gigantescas discontinuidades o distanciamientos respecto al pasado. Este concepto más bien melodramático se adaptaba a su punto de vista carismático del empresario. Pero el cambio tecnológico es también (quizá con mayor importancia) una corriente continua de innumerables ajustes menores, modificaciones y adaptaciones por parte del personal calificado y la vitalidad técnica de una economía que emplea tecnología mecánica se ve afectada en forma grave por su capacidad de hacer adaptaciones. (Nathan Rosenberg, *Tecnología y economía*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1979, p. 97.)

⁴⁷ La innovación es sólo el comienzo del proceso de difusión. Sin embargo, también aquí hemos heredado del sistema schumpeteriano una aguda disyunción que relata el alto nivel de liderazgo y creatividad implicada en la primera introducción de una nueva técnica comparada con la mera creatividad de imitación de los siguientes adaptantes. También aquí, como resultado de ello, el análisis del proceso de difusión no se centra en las continuadas alteraciones y adaptaciones tecnológicas e industriales, cuyos efectos acumulativos influyen en forma decisiva en el volumen y tiempo de la comercialización del producto. El proceso de difusión depende de una corriente de mejoras en las características de rendimiento de una innovación. Su modificación y adaptación progresiva para acomodarse a las necesidades especializadas de los distintos submercados, y la disponibilidad e introducción de otras entradas complementarias que afectan en forma decisiva la utilidad económica de una innovación originaria. (Nathan Rosenberg, *op. cit.*, p. 88.)

⁴⁸ La innovación, hablando en términos económicos, no es un acto único y bien definido sino una serie de actos muy unidos al proceso inventivo. La innovación adquiere importancia económica sólo a través de un proceso extensivo de rediseño, modificación y mil pequeñas mejoras que la convierten para el mercado de masas, para la producción por medio de nuevas técnicas de producción masivas, y por la eventual imposibilidad de un completo campo de actividades complementarias que van, en el caso del automóvil, desde una red de estaciones de servicio a un sistema de carreteras pavimentadas. (*Ibid.*)

⁴⁹ Mansfield ha planteado la hipótesis de que la tasa de innovación tecnológica es proporcional a la tasa de incremento de las existencias de capital en investigación y desarrollo (es decir la suma de gastos y de depreciación de investigación y desarrollo). Si asumimos que la tasa de innovación tecnológica se encuentra relacionada con la tasa de incremento de la productividad del factor total, la caída reciente (de la tasa de innovación) parece explicarse como una consecuencia del nivel estático del gasto de investigación y desarrollo de los setenta. Otra de las conclusiones clave derivada de los numerosos estudios de casos sobre proyectos industriales en investigación y desarrollo orientados con objetivos específicos hacia productos específicos en la industria durante los cincuenta y sesenta han redituado constantemente ingresos a la inversión (TIR) significativamente mayores.

(Robert Ayres, *La próxima revolución industrial*, Ed. Gernika, México, 1987, p. 109.)

⁵⁰ *Vid.*, Robert Ayres, *op. cit.*, p. 112.

⁵¹ En las industrias examinadas hay una marcada tendencia de la producción y de la invención a avanzar juntas a largo y a corto plazo y en períodos intermedios. Dado que resulta poco probable, a pesar de la relación delantera demora que las variaciones en la producción generen directamente variaciones en la invención, existen dos explicaciones posibles de este fenómeno: a) las variaciones en la invención producen las de la producción, o bien b) ambas variables fluctúan en respuesta a un tercer conjunto de fuerzas no especificadas aún. (J. Schmoockler, "Fuentes económicas de la actividad inventiva", en Nathan Rosemberg, *Economía del cambio tecnológico*, Lecturas del Fondo, núm. 31, Ed. FCE, México, 1979, p. 119.)

⁵² Primero, no ofrece ninguna explicación del comportamiento paralelo de la invención en los diversos subcampos de una industria. Además, las relaciones adelanto-demora entre la producción y la invención están en general en el orden equivocado. Si las fluctuaciones de la invención causaran las de la producción, los niveles máximos de todos los tiempos de la invención debieran preceder a los de la producción y equipo, o por lo menos coincidir con ellos. En segundo lugar, si las fluctuaciones de la invención causaran las de la producción, los niveles mínimos de la invención debieran preceder a los de la producción por algunos años, de modo que los inventos tengan tiempo para alcanzar una etapa comercial, se equipen las plantas y se haga el necesario esfuerzo de comercialización. Por el contrario, los inventos aumentan usualmente después de los incrementos de la producción u ocasionalmente se empatan o se adelantan por un período muy breve. Por último, la correspondencia entre invención y la producción es tan estrecha que si sostenemos que las fluctuaciones de la invención causan las de la producción estamos en peligro de explicar demasiado. (*Loc. cit.*)

⁵³ ...En el sistema económico el todo tiende a dominar a sus partes, que, con frecuencia las variaciones de producción de una industria dada se deben a desarrollos de otra parte del sistema. Sobre esta base nuestro problema no consiste en explicar las fluctuaciones en la producción, sino en entender el proceso inventivo y sus conexiones socioeconómicas lo suficiente para explicar por qué la actividad inventiva y la económica se correlacionan tan estrechamente como parece. (Schmoockler, *op. cit.*, p. 120.)

⁵⁴ John K. Galbraith, *El nuevo estado industrial*, Ed. Ariel, España, 1980, p. 51.

⁵⁵ Christopher Freeman, *Las teorías económicas de la innovación industrial*, Alianza Editorial, Madrid, 1975, p. 207.

⁵⁶ *Loc. cit.*

⁵⁷ Freeman. *op. cit.* p. 213.

⁵⁸ Daniel Villavicencio, "Las pequeñas y medianas empresas innovadoras", en revista *Comercio exterior*, volumen 44, núm. 9, septiembre de 1994.

⁵⁹ ...el concepto de crecimiento económico ha sido considerado, por algunas teorías económicas, como más estrecho y especializado que el mencionado anteriormente. Esta concepción estrecha podría ser resumida en lo siguiente: cambio tecnológico, visto como la generación de una corriente de innovaciones y su difusión, liderazgo en el crecimiento de la productividad o, que es equivalente, se presenta un movimiento de la curva isocuanta de la función de producción hacia el origen; caída de los costos unitarios; y una cantidad mayor de bienes y servicios pueden ser producidos por el mismo número de obreros. El crecimiento de la población y una mayor eficiencia en los mecanismos de organización de la producción hacen que se presente un crecimiento económico adicional. (Rod Coombs, *op. cit.*, p. 137.)

⁶⁰ Robert Solow, "El cambio técnico y la función de producción agregada", en Nathan Rosemberg, (compilador), *Economía del cambio tecnológico*, Lecturas del Fondo, núm. 31, Ed. FCE, México, 1979, pp. 319-323.

⁶¹ Estos puntos son tomados de Tomás Peñalosa Webb, y de Ollóqui, Juan José, "El ritmo de las economías" *capitalistas y el ciclo de Kondratiev*, *El trimestre económico*, núm. 205, enero-marzo,

1985, Ed. FCE, p. 125.

⁶² Ernest Mandel, *El capitalismo tardío*, Ed. ERA, México, 1979, p. 106.

⁶³ Estos puntos fueron tomados de Mandel, *op. cit.*, p. 112.

⁶⁴ *Ibid.*

⁶⁵ Enrique Fuentes Quintana, *op. cit.*, p. 3.

⁶⁶ Roberto Patricio Korseniewicz, Una Visión Alternativa: Cadenas Mercantiles Globales, *Revista Investigación Económica*, núm. 214, octubre-diciembre, 1995, Facultad de Economía UNAM.

⁶⁷ Giovanni Dosi, *et al.*, Las economías del cambio técnico y el comercio internacional, en Conacyt. Fotocopia del curso Economía de la innovación tecnológica en la DEPEI-UNAM.

⁶⁸ Mario Cimoli y Giovanni Dosi. "Algunas consideraciones sobre los recientes avances de la economía de la innovación", en Mike Gómez Uruga, et al., *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio*, Ed. Icaza, España, 1992, p. 25.

⁶⁹ Carlota Pérez, "Cambio técnico. Reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo", en *El trimestre económico*, núm. 233, enero-marzo, 1992, FCE, p. 36.

⁷⁰ Carlota Pérez, *op. cit.*, p. 53.

⁷¹ Christopher Freeman, *La teoría de la innovación industrial*, Alianza Editorial, Madrid 1975, p. 225.

⁷² Giovanni Dosi, Keith Pavitt y Luc Soete, *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, Ed. Conacyt-Secofi, 1993.

⁷³ Juan Manuel Corona, Gabriela Dutrénit y Carlos A. Hernández, "La interacción productor-usuario: una síntesis del debate actual", revista *Comercio exterior*, vol. 44, núm. 8, agosto de 1994.

⁷⁴ Mario Cimoli y Giovanni Dosi, "De los paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación", revista *Comercio exterior*, vol. 44, núm. 8, agosto de 1994.

⁷⁵ Juan Manuel Corona, *et al.*, *op. cit.*, p. 688.

CAPÍTULO III

UN PANORAMA DE LA VINCULACIÓN EN MÉXICO ANTES DEL PROCESO DE CAMBIO ESTRUCTURAL

En este capítulo encontraremos un análisis del proceso de vinculación entre el sector productivo y el sector de ciencia y tecnología en México, desde los años veinte hasta 1982. Se inicia en los años veinte porque fue en esa década cuando empezó la formación de los primeros institutos de investigación auspiciados por la Universidad Nacional.

La estructura del capítulo está dividida en cuatro etapas: la primera, que comprende la década de los veinte; la segunda, la llamada época cardenista; la tercera, lo que se conoce como “desarrollo estabilizador”, que va de 1940 a 1970, y, la cuarta, que comprende de 1970 a 1982. La idea de esta división está basada en que se encuentra una diferenciación en cuanto al modelo de crecimiento seguido por la economía mexicana, así como una distinción en cuanto a las condiciones políticas y sociales imperantes en el país.

A) LA DÉCADA DE LOS VEINTES

1. El comportamiento de la economía

A lo largo de esta década el crecimiento del PIB presentó ciertas discontinuidades, pues de 1920 a 1923 se observa un crecimiento para presentar una ligera baja en 1924 y una recuperación en 1925 y 1926. De ahí en adelante su tendencia es a la baja, en 1928 se empieza a sentir la gran crisis económica internacional que impacta el crecimiento de nuestra

economía, por lo cual el PIB nacional tiene una gran caída.

La actividad económica que más descendió en su crecimiento fue la agricultura, pues su producción bajó aproximadamente el 11% en todo el periodo. Hubo algunas actividades que presentaron un gran dinamismo, tal es el caso de las industrias extractivas, sobre todo en el renglón de los minerales metálicos que tuvieron un crecimiento del 160% en todo el periodo, pero además esta sola actividad ocupaba el 10% del PIB nacional

La política económica que tuvo un perfil más definido en su implementación fue durante el periodo de Plutarco Elías Calles. Esta política estuvo centrada en el logro de tres objetivos.⁷⁰

1. Obtener ingresos para disminuir el déficit federal
2. El establecimiento de un sistema bancario
3. La restauración del crédito interior y exterior del gobierno mediante la satisfacción de las obligaciones respectivas

Existieron otros hechos importantes que impulsaron el cambio estructural.

Por decreto del 15 de junio de 1928 se crea el Consejo Nacional Económico. Su función principal fue la de ser consultor de las secretarías de Estado y departamentos administrativos; el Poder Legislativo Federal y de los estados; proponer políticas al Ejecutivo Federal para el mejoramiento de las condiciones económicas y sociales del país.

Se emite el decreto que crea la Comisión Nacional Bancaria en diciembre de 1924.

Se crea el Banco de México como una sociedad anónima que se inauguró el día 1 de septiembre de 1925. Con el tiempo se perfeccionó hasta convertirlo en Banco Central.

Un hecho de suma importancia fue que el 1 de mayo de 1926 se fundan los bancos agrícolas ejidales, cuatro en total, ubicados en las ciudades de Tula, Celaya, Morelia y Durango. Esto se marca como relevante debido a

que junto a cada uno de los bancos se establecieron las primeras cuatro escuelas agrícolas ejidales.

2. La situación de la ciencia y la tecnología y su papel dentro del sector productivo

En esta época se destacan la fundación de los siguientes centros de importancia para el desarrollo del sistema científico tecnológico.

En 1922 se fundan las universidades del sudeste en Campeche y la Universidad de Yucatán.

En 1923 en San Luis Potosí el Instituto Científico Literario del Estado se transforma en Universidad de San Luis Potosí; la Escuela Nacional de Agricultura se convierte en la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, y se funda la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

En 1925 se funda la Universidad de Guadalajara.

Para 1929 se fundan los primeros institutos en la Universidad Nacional, tal es el caso del Instituto de Biología, Instituto de Geología y el Instituto de Astronomía.

En esta época se marca un acontecimiento de singular peso al declararse la autonomía de la Universidad Nacional, con ello se reconoce la capacidad de los universitarios para establecer sus propios mecanismos en la conducción de la vida institucional. Con la autonomía, la Universidad está en condiciones de incorporarse al pensamiento de vanguardia en el quehacer científico internacional. Ese año, la UNAM define sus funciones principales: docencia, investigación y difusión de la cultura, con ello se institucionaliza la investigación científica como actividad prioritaria de la Universidad.

En cuanto a la investigación en la Universidad Nacional, Ezequiel A.

Chávez al solicitar su autonomía al Congreso de la Unión hacía notar la necesidad de que la UNAM contara con investigadores propios y no atenerse a la llegada de gente de otros lados a realizar las investigaciones que el país requería, esto era consecuencia de la poca preocupación que tenía la institución por adentrarse en el conocimiento de los problemas de la sociedad.⁷⁷

La opinión de este intelectual nos demuestra la poca vinculación que tenía la Universidad con la problemática del desarrollo económico del país en ese tiempo. La gran preocupación de la Universidad era la formación de los llamados profesionistas liberales. Además, no es hasta la aprobación de la autonomía cuando se incluye de manera formal la investigación científica como la actividad sustantiva de la Universidad.

Para 1929 se integran a la Universidad Nacional tres institutos, los cuales son:

Instituto de astronomía

Este Instituto tiene sus antecedentes en el antiguo Observatorio Nacional que se fundó el 5 de mayo de 1878 en el Castillo de Chapultepec. En 1929 pasa a ser una dependencia universitaria.

En ese año de 1929 existían en este Instituto: el director, dos calculadores, un encargado de magnetismo, un encargado del servicio de la hora, dos medidores y cuatro ayudantes. Para 1945 había un investigador y cinco técnicos.

Con la integración de este centro a la UNAM no se resuelve para nada su penuria económica y la falta de personal especializado; al contrario, como se señala arriba, su personal disminuyó de 1929 a 1945. Además no existían ni en la UNAM ni en ninguna otra institución el personal preparado para que entrara como investigador de este instituto. Su desarrollo se presentó hasta que se conjugaron una serie de factores: la fundación de la Facultad

de Ciencias y sus primeros egresados, la creación de los institutos de física y matemáticas, la aprobación de la Ley Orgánica de la Universidad y el establecimiento de la carrera de investigador de tiempo completo.

Instituto de Biología

Entre sus antecedentes se encuentra el Instituto Médico Nacional, fundado en 1888 y cuyo objetivo fue estudiar las plantas medicinales mexicanas.

Por otro lado, existía el llamado Museo de Historia Natural que contenía colecciones de flora, fauna y minerales.

Con la fusión de varias dependencias se crea en 1909 el Museo Nacional de Historia Natural.

En 1915 se agruparon el Instituto Médico Nacional, El Museo Nacional de Historia Natural y la Comisión de Exploración Biológica para dar lugar a la Dirección de Estudios Biológicos, dependiente de la Secretaría de Fomento. Esta Dirección se incorpora a la UNAM en 1929, dando lugar al Instituto de Biología.

Las líneas de investigación iniciales de este Instituto fueron: taxonomía vegetal, helmintología, farmacología, bioquímica e histología animal.

Instituto de Geología

En el año de 1888 se funda el Instituto Geológico Nacional por decreto del Congreso de la Unión.

En la idea de su fundador ingeniero Antonio del Castillo, existía y estaba la preocupación de que esta institución sirviera de apoyo a los proyectos de desarrollo nacional, pues en el artículo No.1 del proyecto de estatuto, se establecía: "El objetivo del Instituto Geológico Nacional, es: practicar y dirigir el estudio geológico del Territorio Mexicano dándolo a conocer bajo

puntos de vista científico e industrial".⁷⁸

En 1927 pasó a formar parte de la Secretaría de Industria y Comercio, con el nombre de Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos.

Es de indicarse que dicho departamento realizó varios estudios de evaluación geológica en el país, como es el caso del Cerro del Mercado en Durango... Pero además entre 1923 y 1927 realizó la exploración de varios criaderos de minerales, hidrología y petróleo lo que hizo que este departamento estuviera convenientemente dotado de todo el instrumental necesario en el laboratorio de análisis químico y en el análisis de petróleo.

Es de hacer notar que debido al desarrollo de la minería, la búsqueda de nuevos derivados del petróleo, las especificaciones de estos derivados y de las características geológicas del territorio nacional, hizo que este Instituto se desarrollara de mejor manera. En 1929 contaba con 25 investigadores y 19 empleados administrativos, cantidades que no se pueden comparar con el personal del Instituto de Biología o de Astronomía.

En 1942, se dotó al instituto con el equipo suficiente para iniciar los estudios sobre el territorio nacional. En 1944, como resultado de su iniciativa se creó el Comité Directivo para la Investigación de los Recursos Minerales en México.

Durante los años sesenta publicó la Cartografía Geológica, la cual fue el factor determinante para que Petróleos Mexicanos asegurara al Instituto algunos contratos para estudiar las zonas petroleras en la República. Otra aportación fue la elaboración de las cartas metalogenéticas de 24 minerales metálicos y trece minerales no metálicos.

Como se puede observar en el origen y desarrollo de los tres institutos existía una carencia de investigadores, pero además es patente la poca vocación de la principal institución de educación superior por las tareas de investigación, la dependencia que logró un desarrollo más rápido fue el

instituto de Geología debido a la vinculación que tuvo con los problemas relevantes del momento.

B) EL PERIODO CARDENISTA

1. Los perfiles del crecimiento económico

La década de los treinta se inicia con una crisis económica internacional. En el caso de México, el PIB venía cayendo desde 1927 y los treinta se inicia con esta tendencia a la baja. El nivel más bajo de esta variable se alcanza en 1932 que fue de 47,247 millones de pesos (a precio de 1970), comparado con el de 1926 (59,385) resulta inferior en un 24%. Hasta 1936 logra esta variable alcanzar los mismos niveles que en 1926. De 1933 en adelante presenta un crecimiento de casi el 4% anual, pero hubo años (1936), en que la tasa de crecimiento alcanzó el 8%.

Al trasladar el análisis del PIB sectorial se encuentra que la agricultura presentó un comportamiento constante durante casi toda la década y no es hasta los últimos años que se observa un crecimiento de salto, pues en 1938 hubo una producción agrícola de \$ 2,612 millones y en 1939 fue de 5,223 millones de pesos, lo que representa en términos porcentuales un crecimiento del 100%. La ganadería también tuvo un gran repunte en estos mismos años.

Este gran crecimiento de la agricultura se debió al impulso brindado a la reforma agraria.

La industria de transformación bajó su producción a principios de la década pero recupera su crecimiento a partir de 1934 y crece aceleradamente durante 1938, 1939 y 1940.

Los servicios prestados por el sector público tuvieron gran auge, tal es el

caso de las oficinas de correos, telégrafos y las líneas de carreteras.

Los destinos del presupuesto sufrieron algunas alteraciones en el transcurso de la década, pues en el inicio de la misma se dedicaba gran parte de este presupuesto federal al renglón de comunicaciones (17%), porcentaje que disminuyó al 10% en 1940, pero en cambio se incrementó lo dedicado al comercio del 2 al 7%; también observó cierto incremento el renglón destinado a educación, y, a partir de 1937, se empieza a destinar recursos federales al ramo de salubridad y asistencia, para 1940 el 3.5% del presupuesto estaba en este renglón.

2. La política económica

El estudio de las políticas económicas impulsadas en esta década resulta interesante debido a los cambios observados en las concepciones económicas, éstos provienen, principalmente de los nuevos enfoques que se tienen sobre el papel económico que debe cumplir el Estado. La crisis de 1929-1933 disminuye la influencia lograda por el liberalismo económico para dar paso a una política económica intervencionista, recomendada por John M. Keynes.

El Estado se convierte en el principal promotor del crecimiento económico, sentando así las bases de un modelo de crecimiento económico que perduraría por tres décadas. Durante el periodo cardenista y a principios de los cuarenta se sientan las bases del desarrollo económico de México: con el Estado rector de la economía, la formación de organismos que sustentaban este desarrollo, el proceso de la nacionalización y expropiación de los sectores clave de la economía, tal es el caso de los energéticos; construcción de obras de infraestructura, convirtiéndose así el Estado en el dinamizador de las fuerzas productivas.⁷⁹

Se hace el intento por primera vez, de presentar la política económica de manera explícita y sistematizada en un plan nacional de desarrollo, al que se le denominó Primer Plan Sexenal (1934-1940), por medio del cual se buscaba operativizar la acción estatal sobre procesos económicos.

La participación de la iniciativa privada en la economía nacional se solicitó bajo dos condiciones básicas: procurar en su progreso el progreso del país y trabajar bajo la dirección del Estado. El gobierno no desconoció la importancia de la inversión privada y la participación de ese sector en la actividad económica se consideró no incompatible con la actividad del sector público si se adaptaba a los requerimientos y programas que éste le fijara.⁸⁰

Un balance de la economía mexicana para fines de 1940 hace ver un mayor control del Estado, con una burocracia articulada y definida; mayor autonomía con respecto a la economía mundial; una sociedad menos polarizada, debido a importantes reformas en el campo; surgen medidas financieras y legales para facilitar el proceso de industrialización; sigue siendo una economía exportadora de productos primarios, y se define la relación del Estado con los demás agentes sociales.⁸¹

3. La investigación científica y su vinculación con el sector productivo

Los primeros cambios que habría de sufrir la educación superior y la idea que sobre ésta iba a prevalecer en la década se observaron a partir de la Convención de Morelia organizada por el Partido Nacional Estudiantil, en julio de 1933, en donde se propone que se sustituya la enseñanza laica por la enseñanza socialista.

En agosto del mismo año se organiza en Veracruz un Congreso Nacional de Estudiantes en donde se aprobó “que la universidad y los centros de cultura superior del país formen hombres que contribuyan... al advenimiento de la sociedad socialista”.⁸²

En el Primer Congreso de Estudiantes Universitarios Mexicanos se aprueba como eje central de discusión, la ponencia de Vicente Lombardo Toledano, en la cual se asienta que la Universidad Nacional Autónoma de México y todos los institutos de su tipo deberían contribuir a la “sustitución del régimen capitalista por un sistema que socialice los instrumentos y los medios de producción económica”.⁸³

En las anteriores afirmaciones se encuentran las ideas fundamentales, que en torno a la educación superior, iban a prevalecer durante todo el sexenio que duraría en el poder Lázaro Cárdenas. Lo anterior, más que concebir a la universidad en su vinculación con una determinada clase social, le brinda un papel protagónico como trinchera de combate en el derrocamiento de un sistema político. Estas posiciones constituyen más un conjunto de elementos doctrinarios que un enfoque serio de transformación real de las actividades sustantivas de la universidad.

Ante este tipo de papel que se pretendió dar a las instituciones de educación superior, las únicas que se declararon por una educación socialista fueron la Universidad de Sinaloa, la Universidad de Guadalajara y la Universidad Nicolaíta.

El régimen definió el tipo de profesional que se pretendía formar de acuerdo con el modelo de desarrollo impulsado en el país. Lo anterior resulta claro en el Plan Sexenal y en el discurso de instalación del Consejo Nacional de Investigación Científica y Educación Superior (Conesic). Cárdenas fijó su posición en cuanto a dejar inalterada la Ley Orgánica de la UNAM en lo que se refiere a su autonomía y administración de su patrimonio, en lugar de afectar los intereses de los planteles ya establecidos, marcó la necesidad de creación de otros nuevos con características diferentes no había el requerimiento de incrementar el número de profesionistas liberales, se hacía notar la falta de profesionistas más orientados hacia las actividades técnicas y orientar los recursos hacia la creación de institutos, centros de investigación y laboratorios que profundizaran en las actividades de investigación.⁸⁴

Cárdenas, al referirse al papel que debe cumplir la ciencia y la educación, menciona la necesidad de llevar a cabo una reorganización completa de la educación profesional que la ponga en armonía con las necesidades oficiales del presente en materia de trabajo técnico y que suprima muy graves males... Por una parte, México, padece de un profesionalismo exagerado, deforme

que opera como fuerza disolvente, mientras por la otra, simultáneamente, es uno de los países más necesitados del concurso creativo y civilizador de la ciencia... La Reforma Educativa ha de suprimir radicalmente el monopolio y privilegio de las clases acomodadas... deberá estructurarse el sistema educativo en forma de que todas las oportunidades de educación superior queden para provecho exclusivo de las clases trabajadoras del país... que todas las oportunidades de la cultura se pongan al alcance de los obreros y campesinos, dando así un verdadero sentido de clase a la educación socialista.⁸⁵

El primer plan sexenal se comprometía a no aumentar la cantidad de profesionistas liberales, sobre los que tradicionalmente venían preparando las universidades. La orientación de la educación superior sería hacia la creación y perfeccionamiento de las escuelas técnicas. Se apoyaría la creación de institutos, centros de investigación, laboratorios, de tal forma que se procuraba elevar continuamente la ciencia en México.⁸⁶

En cuanto a la investigación científica, señala:

La investigación científica es antecedente y soporte ineludible de toda enseñanza superior, hasta el punto de que resulta muy difícil separar las cuestiones concernientes a la investigación de las que se refieren a la enseñanza (...)

La naturaleza social del saber humano y su vinculación con los intereses y necesidades de la colectividad, serán apreciados mejor por los educandos, cuando ellos mismos participen en la obra de busca y selección de los datos en que se apoya el conocimiento científico (...)

Además de la investigación científica se derivan servicios públicos de primera importancia para la regulación y mejoramiento de la vida común. Es de todo punto necesario atender a ellos con mayor eficacia y de manera más amplia y fecunda de como se ha venido haciendo hasta hoy.

Por último, guardo la convicción profunda de que la investigación científica, en un país que apenas está definiendo y organizando su vida colectiva, es una urgente necesidad nacional. El inventario de nuestros recursos naturales no está hecho aún. No conocemos a ciencia cierta las características y el proceso gradual de desgaste de nuestras tierras; carecemos de nociones exactas sobre las posibilidades de aprovechamiento de los recursos del país. Las condiciones de productividad del trabajo humano, ya no por lo que toca a los procesos de industrialización o simplificación técnica de él, por lo que se refiere al hombre mismo como ser que se desgasta y como especie que se debilita, se nos escapan en la actualidad por falta de investigaciones adecuadas. En general es justificado afirmar que en todos sus aspectos capitales, nuestra vida común no cuenta en el debido grado con la ayuda decisiva de la ciencia y sus aplicaciones prácticas.

Juzgo inaplazable, por tanto, que el Estado se haga cargo decididamente de la tarea primordial de organizar, sostener y fomentar, en todos sus aspectos, la investigación científica, que en lo adelante deberá ser manejada por la mano firme de la Revolución con un claro propósito de mejoramiento nacional.⁸⁷

Más acordes con las ideas del régimen, se fundan varias instituciones de tipo agrícola e industrial: en 1937 se crea el Instituto Politécnico Nacional, que fue concebido con la finalidad de agrupar la educación técnica, la cual se encontraba diseminada en un conjunto de escuelas superiores dependientes de la Secretaría de Educación Pública, tal es el caso de la Escuela Superior de Construcción, Superior de Ingeniería Textil y Superior de Comercio y Administración.

No obstante las anteriores ideas y algunos conflictos derivados de las concepciones que sobre educación superior tenían algunos funcionarios y líderes del nuevo régimen, la Universidad Nacional fundó, en 1938, el Instituto de Física, que tantas aportaciones ha hecho a la ciencia nacional. En ese mismo año se crea el Instituto de Ciencias Geográficas que, como primera tarea, tuvo la del levantamiento de la Carta de la República y

mantiene un permanente convenio de trabajo con la Dirección de Estudios del Territorio Nacional. Este instituto ha desarrollado investigación básica, pero también ha realizado aportaciones importantes para el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, Instituto Mexicano del Petróleo, la Comisión Federal de Electricidad y el Instituto de Investigaciones Eléctricas. En 1939, la Facultad de Ciencias, inicia los programas de maestría y doctorado en física, matemáticas y biología.

Una forma de vinculación de la investigación agrícola con el sector productivo fue la creación de los llamados Campos Experimentales, por parte de la Dirección de Agricultura, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Fomento. Con ello se inicia la aplicación de la tecnología moderna a la producción de cultivos básicos de manera continua y vigorosa.

Con la finalidad de impulsar la investigación científica y la educación superior se creó el Consejo Nacional de Educación Superior (Conesic). El nacimiento de este organismo tiene sus antecedentes en el trabajo realizado por Enrique Beltrán en 1927, el cual se titula: "La real investigación científica en México, su raquitismo y manera de promoverla", este trabajo proponía la creación de un comité permanente que impulsara la investigación científica y sostenía que en México, esta actividad era raquíctica debido a que al Estado no le interesaba o no podía desarrollarla y el sector privado no tenía ninguna motivación para el impulso de dicha actividad. A pesar de su breve existencia, (nace en 1935 y desaparece en 1938), el Conesic elaboró algunos proyectos, entre los que se cuenta un laborioso estudio de las instituciones de educación superior, llegando a la conclusión de la existencia de una gran selectividad en el ingreso a los niveles altos de educación en perjuicio de los estudiantes pobres; este organismo también brindó asesoría en los aspectos organizativos para la creación del IPN.

Para finales del sexenio se crearon dos importantes centros de educación superior: el Instituto Nacional de Antropología e Historia, que sigue existiendo, y, la Casa de España en México, hoy Colegio de México.

C) LA ÉPOCA DEL DESARROLLO ESTABILIZADOR

1. El comportamiento de la economía

La llamada época del desarrollo estabilizador comprende de 1940 a 1970. Recibe este nombre debido a las políticas tendientes a mantener cierta estabilidad en los precios y en el tipo de cambio del peso frente al dólar. La característica económica más importante de este periodo es el crecimiento rápido del producto debido a la expansión del mercado interno y a la modernización del sector industrial.

El elemento motor de esta política fue el Estado, pues utilizando instrumentos como el gasto público y la política fiscal brindó un importante impulso a los sectores productivos. Además de estas políticas el Estado tuvo un papel decisivo, pues se convirtió en el agente que montó la infraestructura básica necesaria para el proceso de modernización, además de ser el encargado de satisfacer de insumos estratégicos a las industrias, tal es el caso del petróleo, gas, carbón y electricidad.

En el modelo de desarrollo estabilizador el Estado se convierte en el órgano rector de la economía; desarrolló la infraestructura necesaria para el crecimiento económico; se hizo cargo de las industrias estratégicas, como petróleo y electricidad; promovió la participación de los particulares mediante la política fiscal y crediticia; protegió a la industria nacional mediante aranceles y la reglamentación de la inversión extranjera.⁸⁸

La modernización del país, se buscó desde el impulso a la industrialización como bien lo expone Manuel Avila Camacho, al principio de su gestión administrativa, definiendo a la industrialización como el camino más eficaz para lograr el desarrollo económico del país, elevar el nivel de vida de su población, aumentar el índice de ocupación y para aprovechar de la mejor manera los recursos nacionales liberando así, al país de la dependencia de productos extranjeros.

Las anteriores son las características principales de este periodo, pero, para entenderlo de manera más puntual, se ha dividido en dos etapas: la primera, que se inicia en 1940 y va hasta 1954, y la segunda, a partir de este año y hasta 1970.

Primera etapa (1940-1954)

La característica de esta etapa es la preocupación por el impulso de políticas tendientes al logro del desarrollo en el largo plazo, tomando como eje central la industrialización. El agente fundamental para el logro de la industrialización del país en esta etapa, como en todo el periodo, lo constituyó el Estado.

Este modelo de industrialización, tuvo como estrategia central la sustitución de importaciones, para lo cual existían condiciones propicias en lo externo, debido al conflicto bélico que significó la Segunda Guerra Mundial. La existencia de esta conflagración permitió que nuestra industria tuviera la posibilidad de sustituir algunos bienes de consumo inmediato, en primer lugar, pero después ésta se expandió a los bienes de consumo duradero que también fue posible sustituir su importación. Este crecimiento en la demanda interna fue consecuencia del incremento en los gastos del Estado. Por el lado de la oferta, el Estado también implementó políticas garantizando una tasa de ganancia atractiva que atrajera la inversión privada.

Cuando se habla de los gastos del Estado, resulta vehemente el comportamiento de la política del gasto público, pues durante toda esta primera etapa tuvo un ritmo promedio de crecimiento del 8.34% anual que resulta algo superior al crecimiento del PIB. El incremento del gasto público para el impulso al crecimiento fue más palpable a partir de 1947, pues de ahí hasta 1954, tuvo un promedio de crecimiento del 9.1% anual. Los destinos de este gasto público fueron precisamente al gasto económico, el cual creció en 17% en promedio anual, el gasto social en 5% y el gasto administrativo en un 2%.

Este incremento del gasto económico nos ofrece la idea de la importancia que adquirió el Estado como productor de bienes y servicios. Punto de apoyo para el logro de este crecimiento industrial fueron también las políticas fiscales, pues hubo una serie de exenciones de impuestos a partir de la aprobación de la Ley de Industrias Nuevas y Necesarias, tal es el caso de la eliminación de gravámenes a los bienes de inversión importados. También se ofrecieron a precios bajos los bienes y servicios proporcionados por el Estado.

Señalamiento especial merece el que el Estado, se haya reservado el papel de montar la infraestructura básica necesaria para el proceso de industrialización. La intervención del Estado se centró en áreas como los energéticos, las comunicaciones, los transportes, servicios financieros, desarrollo de cuencas hidráulicas, etcétera.

También el Estado fue el encargado de satisfacer algunos insumos estratégicos para la industria, tal es el caso del petróleo, electricidad, carbón y otros productos minerales. Para el logro de este objetivo se expandieron de manera clara las empresas estatales, pasando de la iniciativa privada al sector paraestatal varias empresas, sobre todo las del sector minero. También el Estado tuvo gran participación en la industria química y petroquímica con la creación de Granos y Fertilizantes, S.A., etcétera.

En cuanto al crecimiento de la economía, se observa lo siguiente:

El PIB tuvo un crecimiento del 6% anual durante el periodo. Se pueden notar dos etapas en el comportamiento de esta variable; una que va de 1940 a 1947, que se caracteriza por un crecimiento lento, la otra que va de 1947 en adelante, donde el crecimiento es más acelerado. También es menester anotar que hubo un crecimiento muy irregular durante el periodo pues hubo años de un alto crecimiento como en 1941, 1950 y 1954, donde el PIB se comportó al 9.7, 9.9 y 10% respectivamente, así como hubo años de un bajo crecimiento, tal es el caso de 1953 que lo hizo apenas al 0.3%.

Pensando sectorialmente se puede observar una baja en el ritmo de crecimiento del sector primario y su lugar es tomado por el sector industrial. Tomando numéricamente estos hechos, encontramos que la industria tuvo un crecimiento promedio del 6.6% anual, los servicios lo hicieron al 6% y el sector agrícola creció al 5%.

Las industrias más dinámicas fueron las del petróleo y carbón (6.4% promedio anual), la construcción (10.1%), la industria textil al principio del periodo tuvo crecimiento muy alto.

Una de las industrias que tuvo un crecimiento más dinámico fue la del cemento pues en el periodo que va de 1940 a 1954, creció en un 263% y lo hizo a un ritmo anual promedio del 10%, distinguiéndose años como el de 1945 que casi creció al 30%. Es indudable que el crecimiento de la industria del cemento tiene que ir aparejada al crecimiento de la industria de la construcción y recordemos que el promedio de crecimiento de esta última fue del 10.1%.

La etapa de 1954-1970

Características generales

La época que va de 1954 a 1970, tiene ciertas características diferenciadas a la etapa que estudiamos en el apartado anterior, sin embargo prevalecen los elementos principales del llamado modelo de desarrollo estabilizador, ahora son presentes los conflictos sociales originados por las presiones que ejercen diferentes grupos que se conforman a raíz del proceso de industrialización, fenómeno que hizo crisis a fines de los sesenta y principios de los setenta.

Siguieron estando presentes los elementos de la estrategia estabilizadora, tales como mantener la estabilidad cambiaria para garantizar la remisión de utilidades, pago por el uso de patentes y tecnología, importación de insumos y bienes de capital y, en general, garantizar las utilidades a los capitales extranjeros. Mantener fijo el tipo de cambio para proteger el capital foráneo

de todo riesgo devaluatorio. Una política de precios de los bienes del sector público, que mantuvo tasas menores de crecimiento al índice general de precios.

Este periodo se caracteriza también por un alto crecimiento de la inversión extranjera, sobre todo la inversión extranjera directa proveniente de los Estados Unidos. También en esa época se presentan los procesos inflacionarios.

A raíz de las posturas en cuanto al papel del Estado, esgrimidas por los diferentes grupos, el presidente de México tuvo la necesidad de hacer declaraciones que marcaran el rumbo de la economía nacional, Ayala, lo resume así: "...a principios del régimen del Presidente Adolfo López Mateos, hubo declaraciones definiendo a su gobierno como de "izquierda dentro de la Constitución", lo cual fue interpretado en el sentido de que la economía podría orientarse hacia un capitalismo de Estado como medida para contrarrestar la debilidad de la inversión privada y la mayor presencia del capital extranjero... La reacción empresarial fue hostil, también provocada por la expedición de la ley para establecer y manejar la industria petroquímica pesada..."⁸⁹

En esta época resalta la pérdida de importancia del sector primario en su participación en la conformación del PIB. Esta pérdida es ocupada, principalmente por las industrias de la transformación, pues durante todo el periodo en cuestión se observa un crecimiento constante en su participación. De estas industrias las que tuvieron un peso más fuerte fueron la química, pues de un 9% que tenía en 1954 pasó a un 15.2% en su incidencia en el producto de las industrias de transformación. También tuvo mucha participación el área de equipos mecánicos, pasando del 6.6% al 10.5%. Pero la actividad que duplicó su participación en esta industria fuera de bienes de capital, pues pasó de 7.5 a 15.4%. En contraste con estas industrias se tiene la alimenticia que presentó una drástica caída, pues del 41.2% de participación que tenía en 1954, pasó al 28.4% en 1970; también tuvo un retroceso la industria textil.

En cuanto a la industria química, los elementos que la hicieron crecer fueron la química primaria; la petroquímica básica que, de casi cero pasó al 13.1% en su participación; los derivados de la petroquímica y los agroquímicos. En cambio decreció la participación de la industria del hule, de los jabones y los farmacéuticos.

En lo relativo a la industria de bienes de capital, el crecimiento se centró en equipos eléctricos y automotores, principalmente.

Al analizar el crecimiento del PIB, nos encontramos que en esta época tuvo un crecimiento promedio del 7% anual, en todo el trayecto esta variable fue positiva, teniendo un alto crecimiento en 1954 (10%), pero de ahí hasta 1959 tuvo un crecimiento muy lento reduciéndose cada año hasta llegar al 1.9%, iniciándose de nuevo un incremento en 1960 hasta llegar a la cifra récord de 11.7% en 1964, manteniéndose constante entre el 6 y 8% hasta 1970.

Del análisis sectorial se caracteriza:

El crecimiento de la agricultura fue menor que el crecimiento promedio general de la economía, pues sólo alcanzó el 4.9% de crecimiento promedio anual, teniendo años de alto crecimiento como 1955 y otros en los que su comportamiento fue negativo, como en los años 56, 59, 67 y 69. El crecimiento de la ganadería fue aún menor, pues tuvo un índice promedio de 4.4% anual. En general el comportamiento del sector primario fue de un crecimiento lento, lo que hizo que fuera desplazado por la industria en cuanto a su participación en la conformación del PIB total.

En cambio hubo industrias que fueron dinámicas teniendo un crecimiento muy por encima del PIB total; tal es el caso del petróleo y el carbón, que presentó un comportamiento del 8.3% de crecimiento anual portándose con cierta homogeneidad durante todo el periodo. Más alto fue el crecimiento promedio del sector eléctrico, pues lo hizo a un 11.9% durante todo el periodo, notándose años de alto crecimiento como en 1963, que lo hizo al

23.7%, los años restantes tuvo cierta homogeneidad en su comportamiento pues el año de menor crecimiento fue 1959 con 7.5%. En general el sector de energéticos tuvo un crecimiento dinámico muy por encima del comportamiento promedio de la economía.

En cuanto a la industria de la construcción, ésta no siguió el mismo dinamismo que en la década de los cuarenta, porque tuvo años de retroceso al presentarse índices negativos, aún así creció al 8.6% en el periodo, distinguiéndose en 1955 (11.3%), 1956 (15.5%), 1960 (14.5%).

La industria de la transformación, presentó un comportamiento por encima del crecimiento del PIB, pues lo hizo al 8.8%, la cifra menor la tuvo en 1959 que fue del 5.3%. Los alimentos de origen vegetal tuvieron un comportamiento muy por debajo de la industria.

Los sectores industriales que tuvieron un comportamiento más dinámico fueron los de la industria química, pues los químicos primarios tuvieron un crecimiento promedio del 12.9% los petroquímicos básicos no tuvieron importancia al principio del periodo por su poco peso dentro de la economía, pero de 1963 en adelante su participación empezó a ser importante y tuvo tasas de crecimiento hasta del 100%. También los agroquímicos tuvieron considerable crecimiento en esta época.

En cuanto a la industria de bienes de capital, los sectores más dinámicos fueron el de equipo eléctrico, con 14.9% de crecimiento anual y el de automotores con el 15.1% de crecimiento promedio anual durante todo el periodo.

Observando la información anterior, se debe concluir que a pesar de que el periodo llamado de desarrollo estabilizador (1940-1970), está marcado por algunas características que lo hacen aparecer como un continuo, en realidad en el proceso de industrialización existen diferencias, pues en la primera etapa (1940-1954), el crecimiento está sustentado en las actividades donde está completamente inmerso el Estado, tal es el caso del petróleo y

carbón y de la industria de la construcción.

Para la etapa de (1954-1970), son otras las actividades que jalan la economía, tal es el caso de la industria química y la de bienes de capital.

A partir de los cincuenta se entró en un modelo de despegue industrial reproductivo de importaciones. Las actividades de industrialización estuvieron encaminadas a la producción de bienes que buscaban reproducir lo más fielmente posible, el producto importado, como resultado de ello, se incrementó la importación de tecnología y el establecimiento de nuevas empresas trasnacionales.

Las empresas fabricantes de automóviles, televisores equipos de radio, enseres domésticos y otros bienes de consumo duradero, se instalaron en nuestro país utilizando insumos de importación y procedimientos tecnológicos utilizados en sus países de origen.

En un modelo de industrialización basado en este proceso no era posible que el sector de ciencia y tecnología se pudiera vincular con el sector productivo, cuyas demandas de nuevos conocimientos se resolvían en el extranjero. Las empresas incurrían en costos, que a pesar de ser altos, no presentaban problemas de recuperación dado que los podían trasladar sin ningún problema al consumidor.⁹⁰

2. La ciencia y la tecnología y su vinculación con el sector productivo, durante la etapa de desarrollo estabilizador

Los primeros pronunciamientos que expresan la opinión que sobre la ciencia y la tecnología tenía el nuevo régimen, los encontramos en lo que constituye el Segundo Plan Sexenal (1940-46), que planteaba establecer un conjunto de institutos y centros de investigación y mecanismos de información estadística para proporcionar a los productores agrícolas, ganaderos y forestales los elementos tecnológicos necesarios para el desarrollo de estas actividades en el país.⁹¹

En cuanto a la vinculación con el sector industrial se pensaba en una oficina que concentrara la información relativa a recursos naturales disponibles para las actividades económicas, así como tener la posibilidad de sustituir todos aquéllos recursos cuyo agotamiento era inminente; toda esta información debería estar disponible para los centros de educación superior encargados de preparar los profesionales para la industria.⁹²

En el periodo transcurrido entre 1940 y 1954, al cual llamamos la primera etapa del desarrollo estabilizador, cabe hacer mención de los siguientes hechos relacionados con las actividades científico-tecnológicas en el país.

En 1940, el Departamento de Campos Experimentales de la Secretaría de Agricultura y Fomento, se transformó en Dirección de Investigación, la cual tuvo una orientación más hacia la investigación que al extensionismo.

La UNAM, funda en noviembre de 1941 el Instituto de Investigaciones Biomédicas, en 1945 el Instituto de Investigaciones Fisiológicas, ambos en el campo de la medicina. En el campo de otras ciencias funda el Instituto de Química, en marzo de 1941, y en junio del año de 1942 el Instituto de Matemáticas.

En el caso del Instituto de Química, desde el principio sus estudios estuvieron orientados hacia la investigación de productos naturales. Uno de los proyectos más importantes ha sido el programa de obtención de esteroides y aceites comestibles a partir de la semilla de la yuca. Ha realizado proyectos con la Comisión Nacional de Zonas Áridas, Instituto Mexicano del Petróleo e Instituto de Investigaciones Forestales.

El Instituto de Investigaciones Biomédicas, desde su nacimiento se ha aplicado a la medicina y a la tecnología de alimentos, tanto para humanos como para animales.

En 1942 se crea la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC), su objetivo era el impulso de las investigaciones

realizadas en México, relacionadas con las matemáticas, física, química y biología.

En 1943, por invitación del gobierno mexicano, la Fundación Rockefeller, aceptó participar en el intento de generar tecnologías agrícolas, dando origen a la Oficina de Estudios Especiales de la propia Secretaría de Agricultura.

En 1944, se inaugura el Instituto de Cardiología; en el mismo campo de la medicina, en 1945 se crea el Hospital para Enfermedades de la Nutrición y el 12 de octubre de 1946 se inaugura el Instituto Nacional de la Nutrición Dr. Salvador Zubirán.

Otros hechos relevantes son:

La aprobación de la Ley Orgánica de la Universidad Nacional Autónoma de México (1945), en esta Ley se considera a la investigación como una de las actividades sustantivas de la Universidad.

En el campo de la educación privada se crea, en 1943, la Universidad Iberoamericana; en el mismo año, la Universidad Femenina y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. En 1946, se funda el Instituto Tecnológico Autónomo de México.

Olac Fuentes, opina que en esta época, la educación superior, adquiere un nuevo rumbo, caracterizándose por su integración funcional a los proyectos del Estado. La universidad estuvo muy vinculada, por su función social, a tres ejes fundamentales: su relación con el aparato productivo, en su afán de producir los técnicos y profesionistas que el país demandaba; con la formación de la intelectualidad mexicana, y la difusión de la ideología del Estado mexicano.⁹³

La universidad, debido a su tamaño modesto, entre otros factores, hizo que respondiera a los requerimientos del sector productivo, quien desarrolló sus actividades mediante un modelo industrial basado en el proteccionismo y en la sustitución de importaciones. Por su parte, el Estado expandió su

oferta de servicios y, por tanto, demandó nuevos profesionistas: médicos, ingenieros, abogados, economistas etcétera.⁹⁴

El gobierno de Miguel Alemán, implementó el llamado Proyecto de Inversiones en el cual se canalizaban recursos para dos grandes proyectos de impulso a la investigación científica: uno era el mejoramiento de semillas y el segundo, la construcción de los Laboratorios Industriales. El objetivo deseado con la creación de nuevas semillas, era lograr la propagación de semillas mejoradas de maíz para su distribución comercial, especialmente en las zonas de bajo rendimiento. El objetivo buscado con la creación de los Laboratorios Industriales, se resume así: apoyar la investigación de las cualidades de las materias primas y de productos elaborados y la definición de especificaciones y de normas de calidad. Los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, fueron creados por Ley del 30 de diciembre de 1947, como establecimientos autónomos, no lucrativos, con personalidad y patrimonio propios.

Por esos años, se crearon algunos centros dedicados a la investigación científica.

A principios de los cincuenta, la UNAM, inicia la investigación en el campo de la física nuclear, en el Instituto de Física se adquirió un acelerador del tipo Van de Graff.

En 1947, se crea el Instituto de Investigaciones Agrícolas, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Fomento.

En 1948, se crea la Asociación Nacional de Universidades, en la quinta reunión de rectores en la ciudad de Oaxaca. En el mes de marzo de 1950, se declara solemnemente constituida la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (Anuies), en la ciudad de Hermosillo, Sonora.

En 1951, se funda la Universidad de Querétaro y en ese mismo año la

Escuela Superior de Economía del IPN.

En 1950, se funda el Inic (Instituto Nacional de Investigación Científica). Este organismo tuvo, de hecho, dos etapas de diez años cada una: la primera, que va hasta 1960 en donde asume las mismas funciones y observa las mismas debilidades del Conesic y el Cicic; su papel se restringe al otorgamiento de algunas becas, aunque el número es ligeramente superior a las otorgadas por los organismos antecesores. En 1961, se reformula la Ley del INIC, asignándole nuevas tareas como la de fomentar el vínculo entre las instituciones de investigación, las empresas y los investigadores distinguidos; conceder becas y participar en las comisiones dictaminadoras de premios nacionales.

Algunas universidades de provincia empiezan a preocuparse por la creación de centros de investigación, tal es el caso de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, que crea el Instituto de Investigaciones de Zonas Desérticas. La Universidad Veracruzana, funda el Instituto de Antropología, Instituto de Historia Contemporánea y el Instituto de Investigaciones Médico-Biológicas. La misma Universidad Veracruzana, fundaría después, en 1961, el Instituto de Ciencias Básicas.

Algunas instituciones de educación superior se fundaron por esos años, tal es el caso de la Universidad de Tamaulipas, en 1955; en 1956, la Universidad del Estado de México, y, en 1957, las Universidades de Baja California y Coahuila.

Cabe resaltar que en 1959, se fundó la Academia de Investigación Científica, que agrupa aproximadamente a 500 de los investigadores más distinguidos de México en distintas áreas de la Ciencia. Los objetivos de esta institución, son: 1) propiciar una investigación científica de mejor calidad; 2) difundir la ciencia; 3) fomentar la comunicación entre la comunicación científica y los organismos públicos y privados, y entre los usuarios y los patrocinadores de la ciencia.

En 1960, se fusionan el Instituto de Investigaciones Agrícolas y la Oficina de Estudios Especiales, ambas dependientes de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, naciendo así el Instituto de Investigaciones Agrícolas.

En mayo de 1964, se crea el Centro de Investigaciones para el Desarrollo Industrial de la Universidad Autónoma de Guadalajara. En el mismo año se funda el Rancho Cuatro Milpas, Centro Nacional para la Enseñanza, Investigación y Extensión de la Zootecnia, dependiente de la UNAM.

El 31 de agosto de 1965, se funda la Universidad del Sudeste en Campeche.

El 17 de marzo de 1966 se funda el Instituto Mexicano del Petróleo, brazo tecnológico de PEMEX; también se crea la División de Estudios Superiores de la Facultad de Química de la UNAM.

El 12 de abril de 1966 es la fecha de fundación de un importante centro de investigaciones agrícolas: el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo, SARH. La UNAM, crea el Instituto de Investigaciones Materiales en 1967.

En el año de 1969, se crean dos universidades en Monterrey: la Universidad Regiomontana y la Universidad de Monterrey, ambas del sector privado.

A finales de los años cincuenta y principios de los sesenta, se institucionaliza la investigación en algunas universidades de provincia, tal es el caso de la Universidad Veracruzana, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la Universidad Autónoma de Guadalajara y la Universidad de Guanajuato; estas universidades fundaron varios institutos de investigación por esta época.

Por esta época (1956) un distinguido grupo de ingenieros, educadores, investigadores y hombres de empresa, que veían la necesidad de crear una

institución que se encargara de resolver los problemas de la ingeniería en México, funda el Instituto de Ingeniería.

El equipo de laboratorio y mobiliario con que inició este organismo fueron donados por una empresa privada, pero pronto empezó a tener ingresos propios provenientes de contratos de investigación con organismos privados y entidades gubernamentales.

Daniel Reséndiz (UNAM, 1987), quien fue director de este instituto, señala que en ingeniería sísmica, hidráulica, vías terrestres y mecánica de suelos y rocas, es difícil encontrar una obra nacional importante en los últimos años que no haya incorporado conceptos, métodos o normas desarrolladas por este instituto.

La existencia de varios fenómenos ha hecho que la labor de este importante centro se haga más necesaria, tal es el caso del sismo de 1957, que puso en evidencia las deficientes normas de construcción prevalecientes. De las valoraciones e investigaciones en este campo surge la escuela mexicana de ingeniería sísmica, la cual ha tenido gran influencia internacional en los criterios de diseño sísmico.

Las investigaciones conjuntas UNAM-UNESCO sobre la dinámica de suelos efectuada con la participación de especialistas nacionales y extranjeros amplió el campo de actividades con la instalación de redes telemétricas para registrar temblores.

También ha hecho aportaciones en el campo de la geotecnia, en concreto las cimentaciones e ingeniería de presas de materiales térreos.

Por lo anterior se puede observar el grado de vinculación que el Instituto de Ingeniería ha mantenido al atender problemas muy concretos de la sociedad.

D) LA BÚSQUEDA DE UN NUEVO MODELO DE DESARROLLO (1970-1982)

I. Nuestra economía

Para 1969, Gustavo Romero Kolbeck, caracterizaba el desarrollo económico mexicano, de la siguiente manera: *a)* el desarrollo del país había sido insuficiente para sentar las bases de un desarrollo duradero; *b)* el desarrollo no había sido integral pues había presentado alto dinamismo en algunos sectores, manteniéndose a otros en el olvido; y *c)* no se mantuvo un impulso generalizado a todo el país, pues presentó una serie de desigualdades, sobre todo entre la ciudad y el campo.⁹⁵

Para 1970, después de tres décadas de crecimiento sostenido y de paz social, en el país se observaba un cambio de una sociedad rural a una sociedad urbana; una transformación de una economía agrícola a una economía industrial. No obstante los logros de las políticas implementadas, también se presentaron signos negativos como una inequitativa distribución de la riqueza y por tanto serias desigualdades sociales.

El patrón de crecimiento seguido por México, había llegado al agotamiento y era preciso buscar nuevas estrategias para la economía mexicana, estas estrategias le correspondieron al nuevo régimen gubernamental, encabezado por Luis Echeverría Álvarez.

Tratando de corregir las deficiencias de la economía arriba señaladas, impulsa un nuevo modelo de desarrollo para la economía mexicana, llamado “desarrollo compartido”, haciendo alusión a la necesaria participación de las clases populares de los beneficios del crecimiento alcanzado por el país.

A principios de los setenta era visible el gran rezago social en que había caído la sociedad mexicana, de aquí que este modelo de desarrollo se fijó como objetivos: lograr una mejor distribución del ingreso, incrementar los niveles de empleo y alcanzar mejores niveles de bienestar para la clase trabajadora.

En los setenta el eje del crecimiento económico ya no fue la industria manufacturera, este lugar le correspondió al sector petrolero; además, la inversión pública toma el lugar de la inversión privada como elemento que sirve de impulso al nuevo patrón de acumulación.

El comportamiento de las principales variables económicas durante este periodo, fue el siguiente:

Revisando el peso que cada uno de los sectores tuvo en la economía en general, encontramos:

El sector primario bajó su participación de manera continua a una razón de 0.3% anual durante el periodo en estudio, pues en 1970 su participación en la economía era del 12.2% y para 1982 era del 8.8%, este hueco dejado por el sector primario fue ocupado por las industrias extractivas y de la electricidad, principalmente. Entre los sectores que aumentaron su participación, aparte de las industrias extractivas y la de electricidad, también estaban la industria de la construcción y la de los servicios.

El PIB creció a una tasa promedio del 6.1% durante todo el periodo. El crecimiento del sector primario fue del 3.3% promedio, pero su comportamiento fue muy irregular, pues hubo años que lo hizo a una tasa alta, como 1977 y 1981 que fue del 7.5 y 6% respectivamente, en cambio hubo otros años que lo hizo a tasas muy bajas, tal es el caso de 1979 y 1982, que fue de menos de 2.1 y menos de 0.6%.

Las industrias extractivas tuvieron un crecimiento promedio del 9.8%, aunque en el sexenio de 1970 a 1976 su crecimiento fue menor (6%), su crecimiento se acelera a partir de 1978, en que lo hace a una tasa del 14.3%; en 1979 14.7%; 1980, 22.3%; y en 1981 al 15.3%; estas cifras hacen que el crecimiento promedio de 1977 a 1982 sea de 13.8% anual. La industria eléctrica creció a una tasa del 9%, siendo mayor su dinamismo en la época de Luis Echeverría, que en los siguientes seis años. La industria de la construcción tuvo un comportamiento muy irregular, pues hubo años de

crecimiento muy alto como otros de comportamiento negativo; sin embargo, el promedio que mantuvo fue de 6.3% durante todo el periodo. La industria de transformación mantuvo un promedio de crecimiento del 6.2% en ambos casos.

Después del *shock* petrolero de 1973 y hasta 1979, los precios internacionales del petróleo fueron en aumento, lo que permitió a México obtener un flujo considerable de divisas, influyendo para que se disiparan los objetivos de la política industrial y tecnológica, al incurrir en importaciones masivas que tomaron el lugar de las demandas internas que posibilitarían el logro de un aprendizaje industrial y tecnológico avanzado.⁹⁶

2. El comportamiento de la variable científico tecnológica

Es indudable que a partir de 1970 se produce un cambio en la política de ciencia y tecnología, entre otras razones como producto del agotamiento del modelo desarrollista y por las recomendaciones de organismos internacionales para la promoción de la ciencia y la tecnología como un medio para la promoción del desarrollo.

A fines de 1970 se crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt).

Entre otras, este organismo tiene las siguientes funciones:

Elaborar programas indicativos de investigación científica y tecnológica, vinculados a los objetivos nacionales de desarrollo económico y social, procurando para ello la más amplia participación de la comunidad científica, así como la cooperación de entidades gubernamentales, instituciones de educación superior y usuarios de la educación.

Promover la más amplia intercomunicación y coordinación entre las instituciones de investigación y de enseñanza superior, así como entre ellas, el Estado y los usuarios de la investigación, sin menoscabo, y en su caso, de

su respectiva autonomía o competencia, para fomentar áreas comunes de investigación y programas interdisciplinarios, eliminar duplicaciones y ayudar a la formación y capacitación de investigadores.

Fomentar y fortalecer las investigaciones básicas, tecnológicas y aplicadas que se necesiten, y promover las acciones concertadas que se requieran con sustitutos del sector público, instituciones académicas, centros de investigación y usuarios de la misma, incluyendo el sector privado.

Como producto del diagnóstico que llevó a la creación del Conacyt, se emitieron dos leyes que tuvieron como propósito el fortalecimiento del aparato científico y tecnológico: la Ley Sobre el Registro de la Transferencia de Tecnología y el Uso y Explotación de Patentes y Marcas (diciembre de 1972); y la Ley Para Promover la Inversión Mexicana y Regular la Inversión Extranjera (marzo de 1973).

En el sexenio 1970-1976 se observa una tendencia a la descentralización de las actividades en ciencia y tecnología, lo cual se demuestra en varios hechos, como es la creación de la ENEP, por parte de la UNAM; la primera de ellas fue la de Iztacala, en 1975; Acatlán y Aragón en 1976. Estas instituciones fueron creadas con la idea central de atender la demanda de educación superior en todo el valle de México y así evitar un mayor crecimiento de Ciudad Universitaria.

En ese tiempo, también la UNAM funda varios institutos, entre los que se cuentan: el Instituto de Investigaciones Filosóficas, 1973; Instituto de Investigaciones Antropológicas, 1973; y el Instituto de Matemáticas Aplicadas y Sistemas, en 1976.

Dos acontecimientos importantes suceden en el Distrito Federal en 1973, uno es la fundación de la Universidad Autónoma Metropolitana, en diciembre; en septiembre del mismo año, se había fundado el Colegio de Bachilleres.

También es notoria la preocupación por promover los primeros estudios

sobre el medio ambiente y ecología, impulsándose los primeros programas y centros encaminados en esta dirección. A principios de los años setenta no existía en México ningún programa tendiente a evaluar los recursos naturales y a analizar los efectos del modelo de desarrollo económico sobre el medio ambiente. Con la finalidad anterior se crearon, en 1974, el Centro de Investigaciones Ecológicas del Sureste; el Instituto de Ecología, A.C.; el Instituto Nacional de Investigaciones Bióticas, en Xalapa, Veracruz, en 1975; el Centro de Ecodesarrollo en 1976; Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California, Sur, A.C. en 1976, y el IPN crea el Centro de Productos Bióticos.

La descentralización también se observó en la creación de algunas universidades de provincia como es el caso de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, en 1974; la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en 1973; por estos tiempos nacen las Universidades de Chiapas y Baja California Sur.

Por parte de la SEP, se presenta un impulso a la enseñanza tecnológica con la fundación de varios institutos tecnológicos regionales, pero además, en julio de 1972 se funda la Dirección de Ciencia y Tecnología del Mar y en 1975 el Centro de Estudios Tecnológicos del Mar, en la Paz, Baja California Sur.

En ese lapso se consideran algunos desarrollos importantes de universidades de provincia, tal es el caso de la Universidad Veracruzana que crea varios centros: Centro de Investigaciones Lingüístico-Literarias, en 1971; Centro de Investigaciones Educativas, 1973, y el Centro de Investigaciones Históricas en 1971. La Universidad de Guanajuato, funda el Departamento de Investigaciones y Relaciones Industriales en 1976. La Universidad de Michoacán de San Nicolás, Hidalgo, crea el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas y los Departamentos de Química y Física. La Universidad de Puebla, funda el Instituto de Ciencias.

El Gobierno Federal, como impulsor de las actividades de ciencia y tecnología, crea una serie de centros e institutos de investigación por todo

el país entre las cuales se cuenta: el Instituto de Investigaciones Eléctricas, en 1975; Instituto de la Madera, Celulosa y Papel, en Guadalajara en 1976; el Instituto Mexicano de Investigaciones en Manufacturas Metalmeccánicas, en San Luis Potosí en 1974; Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas, en Saltillo, Coahuila en 1975; el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, Baja California, Norte en 1976; el Centro de Investigación y Asistencia Tecnológica del Estado de Guanajuato en 1976; con las mismas características que el anterior, se crearon centros en Jalisco y Chihuahua. En 1972 la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, funda el Centro de Investigación y Desarrollo de Telecomunicaciones en 1976; el Centro de Investigación y Desarrollo de Telmex, en ese mismo año se crean el Centro de Investigación y Desarrollo Textil; el Centro de Investigación y Docencia Económica y el Centro de Investigación de Química Aplicada.

El IPN, crea la Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas en 1972 y el Cinvestav Irapuato, en 1976.

En este sexenio (1970-1976), se presenta por primera vez la inquietud de preparar un programa específico en el campo de la Ciencia y la Tecnología (1976-1982).

La elaboración de este Plan llevó consigo, las siguientes etapas:

La primera fase consistió en la invitación a 300 científicos, tecnólogos y usuarios de los conocimientos de ciencia y tecnología, y a funcionarios del sector público. Estos se organizaron en 4 comités de ciencias para evaluar el estado de la ciencia en el país y proponer políticas para su desarrollo; diez comités y cuatro grupos de trabajo tecnológico sectoriales, para examinar las características científico-tecnológicas de las actividades productivas y definir políticas para el desarrollo tecnológico nacional; dos grupos, uno para estudiar la organización del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y proponer medidas para elevar su eficacia, y otro para analizar

los instrumentos de la política tecnológica existente, presentar recomendaciones para mejorar su funcionamiento y proponer, en su caso la creación de otros, y dos comisiones asesoras, una de política científica y otra de política tecnológica.

El Conacyt, proporcionó materiales de discusión a los diferentes grupos, como los documentos Política Nacional y Programas de Ciencia y Tecnología, elaborado por el INIC en 1970 y Bases para la Formulación de una Política Científica y Tecnológica en México, que redactó un grupo de profesionales en 1973. Fundamentado en los anteriores estudios y en las aportaciones de los diferentes grupos se emitió un documento, a finales de 1975, titulado Lineamientos de Política Científica y Tecnológica para México.

La segunda fase fue la complementación de este documento con base en la información obtenida de la Encuesta sobre Actividades Científicas y Técnicas de las Instituciones que Realizan Actividades de Investigación y Desarrollo en México, efectuada por el Conacyt en 1973-1974.

En cuanto al proceso de vinculación, este Plan maneja las siguientes ideas.

No obstante que los recursos humanos y financieros estaban orientados a la investigación aplicada no existían los vínculos adecuados con el sector productivo. Los centros de investigación no poseían una política encaminada a conseguir la vinculación con el sector productivo, los proyectos y programas de los centros de investigación se implementaban con base en las opiniones de los investigadores y no se tomaban en cuenta las necesidades del sector productivo.⁹⁷

Al hacer un diagnóstico sobre las razones de desvinculación, este plan consideraba que los centros de investigación financiaban sus actividades a través de una partida del presupuesto público o bien, mediante fondos asignados por instituciones de educación superior, y los esfuerzos de investigación y desarrollo se habían dirigido a actividades que poco tenían que ver con el sector productivo.⁹⁸

Sin embargo, la causa más importante de la desvinculación entre el sistema de ciencia y tecnología y el sistema productivo es el carácter dependiente de este último en materia tecnológica. Esta dependencia se refleja en escasa demanda de tecnología y de conocimientos técnicos procedentes de las instituciones nacionales, ya que la tecnología que se requiere para producir se obtiene lista, empaquetada y probada del exterior.⁹⁹

Según este Plan, la demanda de tecnología producida en México, está limitada por tres factores:

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

2. La capacidad técnica de las empresas locales para identificar y explicitar requerimientos tecnológicos, es sumamente débil.

3. Diversos mecanismos de política económica, contribuyen a orientar la demanda de tecnología hacia fuentes externas.¹⁰⁰

El Plan Básico de Gobierno (1976-1982), ya dedica apartados específicos al aspecto científico-tecnológico, como es el caso de Inversión Extranjera y Transferencia de Tecnología y, además, se encuentra un apartado muy concreto que se llama precisamente así, Ciencia y Tecnología y el cual hace la siguiente referencia:

La necesidad de someter el desarrollo científico y tecnológico del país a una dirección consciente y sistemática, de convertirlo en un desarrollo planeado, se derivan básicamente las consideraciones siguientes:

1. El raquítico y descoordinado desarrollo de la ciencia y la tecnología en México, tal como ha ocurrido en el pasado, no conduce a los objetivos de autodeterminación tecnológica y de transformación cultural deseados.

2. Los crecientes recursos requeridos, en función del nuevo papel que habrá de desempeñar la ciencia y la tecnología en el desarrollo nacional, deben manejarse más racionalmente.

3. El gasto en ciencia y tecnología es financiado, en su mayor parte, por el Estado, lo cual hace posible su planeación adecuada.

4. Los conocimientos utilizados en la producción y en la educación no son insumos neutros que puedan integrarse inicuamente al sistema social; por el contrario, la tecnología adoptada se transforma frecuentemente, de un medio en una causa determinante de la organización social, de las pautas culturales y de consumo y de estructura del sistema productivo.¹⁰¹

El Plan Global de Desarrollo (1980-1982), parte de un diagnóstico en el que se señala: "En 1970, el gasto en investigación y desarrollo experimental ascendió alrededor del 0.1% del producto interno bruto. Para 1978 se elevó al 0.68%. La actividad científica-tecnológica se ha orientado en mayor medida a la investigación básica y al fortalecimiento del sistema educativo".

Los propósitos del PGD en ciencia y tecnología, se resumen así:

1. Fortalecer la investigación básica evitando la dispersión de recursos, pero sin olvidar los grupos que apenas se inician en la investigación.

2. Orientar la investigación aplicada y el desarrollo experimental a la solución de problemas prioritarios.

3. Atender ampliamente la formación y capitalización de recursos humanos sobre todo en el campo de las ingenierías.

4. Fortalecer y promover los servicios científicos y técnicos para contar con una infraestructura de investigación.

5. Fortalecer las políticas en materia de transferencia de tecnología de tal manera que, además de las acciones del Registro Nacional de

Transferencia de Tecnología, se desarrollen servicios de identificación, selección y evaluación de tecnología.

6. Promover en la población un ambiente más favorable al desarrollo científico y tecnológico nacional, mediante el impulso a la difusión masiva de información accesible y suficientes contenidos de ciencia y tecnología.

En el sexenio de José López Portillo, se emite el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología (1978-1982).

Este programa consta de seis capítulos, de los cuales el más importante es el último porque presenta una enumeración de 2,468 proyectos de investigación a realizar, distribuidos de la forma que a continuación se presentan:

Cuadro IV. 1

Arens	Programas	Proyectos
Investigación básica	28	238
Biología	12	113
Química	7	54
Matemáticas	1	13
Física 8	58	
Investigación aplicada	95	2 238
Agropecuaria y forestal	21	698
Pesca 8	74	
Nutrición y salud	18	385
Energéticos	7	60
Industria	10	193
Construcción, transp. y comunuc.	9	99
Desarrollo social	12	529
Administración pública	10	200
Total 123	2 476	

Fuente: Cuadro elaborado con base en la información presentada por el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología (1978-1982).

Este programa no cuenta con políticas en ciencia y tecnología bien definidas y, como dice Leonel Corona:

...constituye un levantamiento de solicitudes de apoyo a proyectos de investigación sesgados por requerimientos administrativos. Es decir, puede considerarse un indicador de la demanda de fondos de investigación y, por tanto, sólo toca un aspecto necesario para la planeación. El documento es un buen indicador de la poca vinculación de los objetivos de la investigación con los problemas nacionales. Así, muestra una demanda de sólo el 1.6% de recursos para el área energética, uno de los ejes principales del desarrollo industrial actual de México.¹⁰²

En este periodo la UNAM, funda varios centros de investigación, tal es el caso del Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, en Martínez de la Torre, Veracruz en 1977; el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, el 7 de mayo de 1981; el Centro de Ciencias de la Atmósfera, 1977.

El Centro de Investigación Sobre Fijación del Nitrógeno, fundado en la ciudad de Cuernavaca, Morelos en abril de 1980; Centro de Investigación en Fisiología Celular, 1979; y en 1982, el Centro de Investigaciones sobre Ingeniería Genética y Biotecnología. Los tres dependen de la UNAM.

Algunas universidades de provincia presentaron varios desarrollos en cuanto al impulso de algunos institutos y centros de investigación, los más representativos fueron la Universidad de Guanajuato y la Universidad Veracruzana.

El sector público, fundó algunos centros de investigación, entre los que se cuentan el Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro, A.C., 1978; en 1980 el Centro de Investigación en Óptica, A.C; en León, Guanajuato; el Centro Mexicano de Desarrollo e Investigación Farmacéutica, 1978; en 1981, el Centro Regional de Construcciones Escolares para América Latina y el Caribe; en 1979 el Centro Regional de Investigaciones Pecuarias de la Península de Yucatán; en ese mismo año

fundan el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares; y en 1980 se crea la Promotora del Maguey y del Nopal.

En este sexenio se observa un marcado crecimiento de los centros de investigación apoyados por el sector privado; entre éstos se cuentan el Centro de Investigaciones y Capacitación Rural, A.C.; el Centro de Siquiatría y Neurofisiología. La Fundación Arturo Rosenblueth; el Grupo de Estudios Sigmund Freud, A.C.

En la búsqueda de vinculación de la investigación con la Industria, el Conacyt, crea en 1981, el Programa de Apoyo al Desarrollo Tecnológico de la Industria, en Monterrey, Nuevo León.

En los periodos arriba analizados se puede observar la preocupación de México en la búsqueda de la industrialización, la cual presentó una serie de características.

1. Se optó por una política de sustitución de importaciones bajo un expediente proteccionista para que la industria nacional desarrollara niveles de calidad, productividad y tecnología, los cuales nunca pudo alcanzar.

2. Con este modelo se premió la ineficiencia al no existir verdaderos mecanismos de política económica que incentivaran la productividad, pues las empresas siempre tuvieron la posibilidad de incrementar sus utilidades por la vía del incremento a los precios de los productos.

3. Las políticas de industrialización fueron tomadas para el corto plazo, tendientes a resolver problemas del momento; tal fue el caso de la adquisición por parte del gobierno, de empresas que presentaban dificultades económicas y la proliferación de fideicomisos e instituciones de todo tipo con las cuales se pretendía resolver el problema de la industrialización.

4. Este modelo de industrialización no contó con un proceso propio de tecnologización. No se desarrolló una comunidad científica y tecnológica.

Ni el gobierno ni las empresas se preocuparon por apoyar a la naciente comunidad científica.

El gobierno trabajó bajo el supuesto de que al incrementar el número de investigadores, de manera automática se incrementaba la posibilidad de crear una capacidad científica y tecnológica mucho mayor, la cual conduciría a una cultura nacional de innovación tecnológica.

El sector privado se mantuvo al margen en el desarrollo de una cultura innovadora al mantenerse indiferente de los posibles desarrollos científicos locales y prefirió adquirir la tecnología del exterior.

Los criterios empleados para la generación de conocimientos en los centros de investigación, la implementación de políticas de ciencia y tecnología y los mecanismos de valoración de la misma surgieron de la propia dinámica de los investigadores, salvo excepciones como el Instituto Mexicano del Petróleo, el Instituto de Investigaciones Eléctricas y el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

Las instituciones privadas no surgieron con la idea de generar la tecnología necesaria para los procesos productivos, sino como una respuesta al proyecto de educación superior impulsado desde el Estado, tal es el caso de la Universidad Autónoma de Guadalajara, el Tecnológico de Monterrey y la Universidad Iberoamericana. La primera como contraparte de la U de G que se declaró socialista en la época de Cárdenas; el segundo, como efecto del conflicto entre una concepción universitaria socialista y otra liberal, y la tercera se creó bajo la concepción de la doctrina social de la Iglesia Católica.

En las etapas estudiadas no existió una planeación encaminada a promover el proceso de vinculación. El proceso de modernización iniciado con el modelo de desarrollo estabilizador que impactó la relación ciudad-campo, mediante la promoción del crecimiento de las ciudades y la pauperización del medio rural definió las tareas de la universidad en la formación de cuadros profesionales para la industria y los servicios.

⁷⁶ *Vid.*, Otto Granados Roldán, "Estado y rectoría del desarrollo en México; una perspectiva política", en *México, 75 años de revolución, desarrollo económico I*, Ed. FCE, pp. 3-23.

⁷⁷ ...La Universidad de México, no sabe lo que significa investigación: la Universidad de México tiene que atenerse a que vengan extraños, con nombres difíciles de pronunciar, para que estudien nuestros problemas los que tienen que leer los antecedentes en inglés o francés, porque la Universidad de México no se ha ocupado de ir a investigar, de meterse en el seno de nuestras luchas y entrar a su pueblo para estudiarlo... Gilberto Guevara Niebla, *El saber y el poder*, Ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, México, 1983, p. 60.

⁷⁸ UNAM, *La investigación científica de la UNAM (1929-1979)*, t. 1, p. 400.

⁷⁹ En el marco de las transformaciones económicas de la tercera y cuarta década del siglo y dentro del esquema nacional de desarrollo, en este tiempo quedaron establecidas —en parte— las bases para el desarrollo económico de México, en el que se afianza el Estado como rector del proceso económico y el peso de los distintos sectores del aparato productivo. Mientras el capital privado aumentó sus inversiones, el Estado recurrió a la nacionalización y expropiación para controlar sectores clave de la economía, buscando en el incremento del producto el desarrollo económico. Simultáneamente a la inversión estatal en obras de infraestructura y a la expansión del sector paraestatal, el sector público dio facilidades a la inversión privada definiéndose así el carácter mixto de la economía. Se pretendía que la conducción del Estado dinamizara las fuerzas productivas intensificando la acumulación de capital en los sectores público y privado.

⁸⁰ *Vid.*, Otto Granados, *op. cit.*, p. 26.

⁸¹ ...la economía mexicana a finales de 1940 ofrecía las siguientes características importantes: *a)* había mayor control por parte del Estado; una densidad burocrática-institucional más amplia y articulada; *b)* mayor autonomía respecto a la economía mundial, así como una sociedad menos polarizada en términos sociales, después de las importantes reformas en el campo; *c)* el país aceleraba su potencial industrial, pero es todavía predominantemente agropecuario desde el punto de vista de la estructura sectorial del producto y de la ubicación de la PEA; aunque en términos dinámicos el sector industrial cobra la delantera. Aunque existían dinámicas más endógenas (gasto público, mercado interno) y el crecimiento dejaba de depender de la economía externa, las exportaciones continuaban siendo típicas de un país subdesarrollado (extractivas y agropecuarias). Lo fundamental en este caso es que se modificaban los términos de la dependencia. Esto es, el crecimiento interno no dependía, en lo esencial, de las exportaciones de los enclaves mineros y agropecuarios, porque ahora existían servicios internos, una creciente industria y organismos y entidades estatales capaces de dinamizar el crecimiento en forma compensatoria y hasta sostenida. El sector externo continuará siendo un problema, pero ahora por el lado de las importaciones requeridas para mantener el crecimiento del aparato productivo. El desarrollo industrial posterior transfiere el problema de la economía de la demanda a la oferta; *d)* el nivel de organización político-social, por parte de todos los agentes, sociales y políticos, incluyendo al Estado apoya la nueva relación Estado-economía. (José Ayala Espino, *Estado y desarrollo; La formación de la economía mexicana (1920-1982)*, Ed. FCE-SEMIP, México, 1988, p. 154.)

⁸² Jesús Sotelo Inclán, "La educación socialista", en Solana Fernando, *et al.*, *Historia de la educación pública en México*, Ed. FCE-SEP, México, 1981, p. 264.

⁸³ *Ibid.*

⁸⁴ ...debo declarar que el Ejecutivo de mi cargo no juzga necesario modificar la Ley Orgánica de la Universidad Autónoma de México, para restringirle su autonomía o cercenarle el patrimonio que el Estado mismo le entregó al constituirla. Considero que no hay necesidad de afectar la situación de los actuales planteles universitarios de la ciudad de México, si como está dicho, se va a proceder, desde luego, a proyectar, a organizar y poner en marcha nuevas instituciones educacionales que permitirán cumplir el programa que el gobierno se ha trazado. (Texto de la iniciativa presidencial que creó el CONESIC, octubre de 1935. Tomado de Lázaro Cárdenas, *Ideario Político*, Ed. ERA, México, 1972, p. 215.

⁸⁵ A juicio del Partido Nacional Revolucionario, durante los seis años que abarca este Plan no habrá necesidad de aumentar el número de profesionistas liberales —médicos, abogados, ingenieros, etcétera— sobre el que preparen y titulen las universidades y escuelas profesionales sostenidas por los gobiernos de los Estados, la Universidad Autónoma de México y las demás escuelas universitarias libres. Entre tanto, como es más urgente el robustecimiento del sistema de educación rural y la ampliación y perfeccionamiento de las escuelas técnicas, no se dedicarán mayores recursos que los ya previstos en las leyes, para ayudar a fomentar la cultura superior, en su aspecto universitario; pero, comprendiendo que la investigación es una actividad fundamentalmente científica, se ayudará a la creación y sostenimiento de institutos, centros de investigación, laboratorios, etcétera, en forma que eleve continuamente el nivel de la ciencia en México, para una mayor difusión de ella y para realizar los trabajos que aporte nuestro país al desarrollo de la cultura. (Primer plan sexenal, *Antología de la planeación*, t. 1, p. 219.)

⁸⁶ *La educación pública en México, 1934-1940*, t. 3, SEP, México, 1941, citado por Sotelo Inclán, Jesús, *op. cit.*, p. 289.

⁸⁷ Las notas son tomadas de Cárdenas, *Ideario político*, p. 222.

⁸⁸ El Estado, como rector de la vida económica, se esforzó por desarrollar la infraestructura necesaria para el crecimiento económico del país, de hecho durante las tres décadas que se analizan en este apartado, entre el 40 y el 50% del gasto público se destinó a ese rubro. Así mismo el Estado se hizo cargo de industrias estratégicas como las del petróleo y la energía eléctrica y —además de esta participación directa— promovió la intervención de los particulares mediante una política fiscal de exenciones e inversiones prioritarias, el otorgamiento de crédito para esas inversiones, y la protección a las industrias nacionales por medio del establecimiento de aranceles elevados para los productos extranjeros y la reglamentación de la inversión extranjera, prohibiendo su participación en los sectores prioritarios de la economía. (Otto Granados Roldán, *op. cit.*, p. 34.)

⁸⁹ Ayala, p. 337.

⁹⁰ Kurt Unger R., "El desarrollo industrial mexicano: estado actual de la integración industrial y tecnológica." En Pablo Mulás del Pozo (coordinador). *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México*. Ed. Academia de la Investigación Científica, Academia Nacional de Ingeniería y Fondo de Cultura Económica. México 1995; pp. 46-47.

⁹¹ Se establecerán y coordinarán todos los institutos de estudio, experimentación e investigación científica y tecnológica, así como la elaboración de estadísticas, para la doble función de proporcionar, por una parte, una base técnica a la acción directa de la producción, y de divulgar, por otra, conocimientos útiles entre los productores agrícolas, ganaderos, forestales, pesqueros y de caza. El trabajo de tales establecimientos está íntimamente ligado al proceso de producción y deberán tener fines prácticos, aprovechables a corto plazo, y de ninguna manera tendrá a la especulación abstracta. (Segundo plan sexenal (1940-46), *Antología de la planeación*, SPP-FCE, t. 1, p. 284.)

⁹² Se establecerá una oficina que investigue, concentre y estudie los datos obtenidos, de la cual dependerán los institutos de investigación científica y tecnológica. Estos establecimientos estudiarán las posibilidades de aprovechar recursos existentes en el país que sustituyan a aquéllos cuyo agotamiento deba evitarse; las informaciones que acumulen sobre recursos naturales de posible explotación industrial y acerca de la tecnología de éstas y de los mercados potenciales y los posibles costos de producción, serán ampliamente difundidos en el público, y servirán a la vez para suministrar la información necesaria a las escuelas que se encarguen de formar técnicos industriales. (*Ibid.*, p. 288.)

⁹³ La funcionalidad de la universidad se construirá a través de tres vertientes principales: la relación con el aparato productivo y la división social del trabajo; con la composición cambiante de las clases sociales, con la formación de intelectuales y la generación y difusión de la ideología. (Olac Fuentes Molinar, "Las épocas de la universidad mexicana", en *Cuadernos Políticos*, núm. 36, abril, junio, 1983, Ed. ERA, p. 49.)

⁹⁴ Su tamaño modesto es uno de los factores de la efectividad de la universidad frente a la dimensión de las transformaciones sociales y el espacio de acción que se abre a los universitarios. La expansión de la planta industrial, apoyada en la estrategia proteccionista de sustitución de importaciones y el desarrollo asociado a la banca y a los servicios, fueron multiplicando los puestos técnicos y administrativos de la dirección. Por su parte, los aparatos del Estado se diversificaron y expandieron: la salud pública, la obra de infraestructura física, las instituciones de crédito público, etc., ofrecieron nuevos campos de ocupación. Tanto para el tipo dominante de profesional, abogados, ingenieros, médicos, como para las nuevas especialidades de técnicos y administradores, el proceso amplió el espacio de las jerarquías altas e intermedias de la división del trabajo. No sólo eso, también la urbanización, la concentración de los ingresos y el crecimiento de viejos y nuevos estratos medios ampliaron la demanda de los servicios del profesionista libre, que vivió por entonces su mejor momento. (Olae Fuentes Molinar, *op. cit.*, p. 49.)

⁹⁵ ...tres características fundamentales del desarrollo económico de México, son cada vez más inconvenientes y amenazan hacer crisis, la primera, que el desarrollo del país ha sido a todas luces insuficiente para sentar las bases de la resolución de problemas estructurales presentes en la economía mexicana fácilmente desde hace treinta años... en segundo lugar, el desarrollo económico de México, no ha sido integral porque sólo ha concentrado actividad en una parte notoriamente minoritaria de la población del país... finalmente, el desarrollo económico de México, no ha sido generalizado a todo el país... (Carlos Tello Macías, *La política económica de México (1970-1976)*, Ed. Siglo XXI, p. 35.

⁹⁶ Kurt Unger R., *op. cit.* p. 54.

⁹⁷ A pesar de que el 76.4% del personal equivalente y el 85.1% del gasto en IDE se destinaba a la investigación aplicada y al desarrollo experimental, en términos generales se puede afirmar que no hay vínculos adecuados entre las instituciones de investigación y el aparato productivo. La mayoría de las instituciones de investigación no poseen una política activa de vinculación con unidades productivas: no hay programas de visitas a empresas ni se consulta periódicamente a las unidades productivas. Generalmente, el plan de trabajo de la institución se ejecuta tomando en cuenta las sugerencias e intereses de los propios investigadores y casi nunca con base en las demandas de instituciones externas. "Plan indicativo de ciencia y tecnología", en *Antología de la planeación en México*, SPP-FCE, t. 4, p. 168.)

⁹⁸ Entre los factores que incluyen en la escasa vinculación de los centros de IDE con el sistema productivo, está el hecho de que normalmente los centros de investigación financian sus actividades a través de una partida del Presupuesto de Egresos del Gobierno Federal o mediante fondos asignados por las instituciones académicas a las cuales pertenecen; es decir, no dependen de los recursos que puedan obtener de los usuarios de los conocimientos. Esto explica parcialmente, por qué las visitas a empresas, ofertas de servicios y obtención de contratos de IDE no ocupan un lugar importante en los planes de la mayor parte de las instituciones de investigación. En los casos en los que la unidad de IDE depende de una institución de educación superior, la investigación en general está motivada por la escala de valores y prestigio del medio académico. En consecuencia, el esfuerzo de investigación y desarrollo experimental se ha dirigido hacia actividades que tienen mínima relación con el aparato productivo. (*Loc. cit.*)

⁹⁹ *Ibid.*, p. 169.

¹⁰⁰ *Ibid.*, p. 172.

¹⁰¹ *Plan básico de gobierno 1976-1982*, p. 160.

¹⁰² Leonel Corona Treviño, "Perspectivas de la política científico-tecnológica de México: el rol de las universidades", en *Problemas del Desarrollo*, núm. 57, febrero-abril de 1984, Instituto de Investigaciones Económicas-UNAM, p. 174.

CAPÍTULO IV

EL PROCESO DE VINCULACIÓN EN MÉXICO EN EL PROGRAMA DE CAMBIO ESTRUCTURAL

En este capítulo se pretende hacer una revisión del comportamiento de los actores que intervienen en el proceso de vinculación, donde consideramos al Estado que, con sus políticas, debe crear un ambiente adecuado para el desarrollo de la ciencia. El Estado mexicano ha implementado un conjunto de políticas en este sentido, las cuales se han anunciado en diferentes planes globales y sectoriales; igualmente, ha creado un conjunto de organismos que tienen como objetivo la búsqueda del acercamiento del sector de ciencia y tecnología y el sector productivo. Aunado a lo anterior, se han emitido leyes encaminadas a propiciar y regular estos acercamientos. Durante el desarrollo de este capítulo pretendemos abordar todas estas acciones, durante el periodo de cambio estructural.

A) CARACTERIZACIÓN DEL ENTORNO INTERNACIONAL

Resulta evidente que en esta época las nuevas tecnologías incorporadas a los bienes de capital tienen una influencia decisiva para el incremento en la productividad, por lo cual se advierte que es a principios de la década de los ochentas, cuando empieza a operar un cambio estructural en el comportamiento de la economía mundial, como consecuencia advienen nuevos ambientes que favorecen el comportamiento de la variable científico-tecnológica.

1. Una nueva división internacional del trabajo

Esta nueva división internacional del trabajo se manifiesta en que los países antes exportadores de materias primas y productos primarios son ahora exportadores de productos manufacturados.

Basta observar el caso de México, donde por largos años las exportaciones tradicionales habían sido las del sector primario y el petróleo crudo, sin embargo su peso en la participación en las exportaciones totales ha disminuido para ceder su lugar a la industria manufacturera. En 1982, las

exportaciones petroleras representaban el 78% de las exportaciones totales, mientras que las manufacturas eran solo el 14%. Para 1993, las exportaciones manufactureras representaban el 80%, mientras que las petroleras bajaron al 14%.

2. Predominio del sector servicios

Otro fenómeno que se observa en la economía mundial es la llamada "terciarización", denominada así por la preponderancia de los servicios en la participación en el PIB de los diferentes países industrializados. Algunos autores conocen este fenómeno como "desindustrialización", debido a la caída de la participación del PIB industrial en el PIB general.

En un informe que presentan de manera conjunta CEPAL/ONUUDI, incluyen los siguientes párrafos:

"Entre 1975 y 1985 se observa que, de 20 millones de empleos generados en la economía de los Estados Unidos (en contraste con el nulo crecimiento de Europa), sólo dos lo hicieron en la producción de bienes, y 18 en la producción de servicios. (El empleo en la producción de bienes cae de 31% del empleo total en 1975 a 26% en 1985)." Esta constatación mencionada en forma reiterativa suele esgrimirse sin mayor elaboración para sustentar el emergente liderazgo del sector servicios respecto al sector industrial.

Los servicios que tienen más peso en el PIB son el comercio y las finanzas en cuanto a su intensidad en el crecimiento, "...los servicios portadores de tecnologías informatizadas son los que experimentan un mayor dinamismo, aún cuando el monto absoluto de su contribución al empleo total es todavía reducido (5.9% en 1975 y 7.4 en 1985)".

"En la producción de bienes, el mayor dinamismo del empleo se localiza en los sectores portadores de tecnologías informatizadas (equipos intensivos en el uso de electrónica, computación y telecomunicaciones), donde se observa un dinamismo incluso superior al conjunto del sector servicios y sólo precedido, en términos de ritmo de crecimiento del empleo, por los

servicios portadores de tecnologías informatizadas ---no obstante representan sólo el 10% del empleo total de la producción de bienes---, contribuye con el 50% del incremento del empleo entre 1975 y 1985 (su participación en el empleo total se eleva de 2.8 en 1975 a 3.1% en 1985)", (informe ONU).

Al explicar las causas de este fenómeno. Pipitone reflexiona en torno al desarrollo de las políticas de bienestar, la importancia creciente de la educación para la administración de estructuras sociales y productivas complejas, el peso cada vez más grande de la investigación científica y, la informatización creciente de la sociedad constituyen algunas de las razones por las que los servicios adquieren una importancia mayor.¹⁰³

La llamada "desindustrialización" en Estados Unidos se manifiesta en los puntos siguientes.¹⁰⁴

- a) La industria se encuentra en declive.
- b) Se ha perdido capacidad competitiva a nivel internacional.
- c) Ha caído la participación de la economía en los mercados mundiales.
- d) Ha disminuido la capacidad innovadora y la productividad se ha estancado.

Por lo anterior existe la urgente necesidad de implementar políticas encaminadas a la industrialización del país. Estas políticas serían:

- Una mayor inversión pública en infraestructura física.
- Mayor participación del gobierno para asegurar la conquista de los mercados internacionales.
- Políticas gubernamentales deliberadas que transfieran y concentren recursos en sectores industriales estratégicos.
- Impulso a los programas de capacitación laboral a fin de adecuar la mano de obra a las características de la revolución tecnológica.
- Incrementar el gasto gubernamental en programas de investigación científica y desarrollo.
- Otorgar incentivos a los inversionistas en aquellas áreas de mayor contenido tecnológico.

- Reorientar los programas sociales a fin de estimular la capacitación y la productividad de la fuerza laboral.

Desde mi punto de vista, resulta riesgoso aseverar de manera categórica que se vive un proceso de “desindustrialización”, pues los dos indicadores más socorridos para demostrar este argumento lo constituyen la caída en la participación del sector industrial en el PIB nacional y el número de empleos en dicho sector.

Entre los elementos a considerar en la construcción de una argumentación contraria al paradigma desindustrializador, cabe mencionar que la elasticidad-ingreso de los servicios es alta, incluso a veces superior a la de los bienes de lujo. De acuerdo con Engels, la elasticidad-ingreso de la demanda de alimentos es muy baja; la de la ropa y alojamiento se acerca a la unidad; las diversiones, la atención médica y otros bienes “lujosos” tienen elasticidades-ingresos mayores que uno.

El ingreso en Estados Unidos ha crecido de tal manera que gran parte de éste se dedica a la compra de servicios y por tanto se ve reflejado en un incremento en la generación de los mismos.

Por otro lado, la productividad del factor trabajo se ha incrementado, lo que hace posible que la misma cantidad de un producto sea producida por un número menor de obreros.

También se puede apuntar aunque de manera intuitiva, que las barreras a la entrada en el sector servicios son menores que las establecidas en el sector industrial.

Toda esta discusión se observa debido al cambio en la composición interna del PIB en cada uno de los países.

3. La globalización de la economía

La globalización constituye otra característica de la economía mundial actual: la fábrica mundial, la subcontratación internacional y alianzas estratégicas entre firmas de los diferentes países conforman la estructura industrial presente. La producción de un bien abarca la participación de varios países donde a cada uno de ellos le corresponde ciertas etapas del proceso productivo o participa con partes o componentes de la fabricación mundial, especializándose en aquéllas tareas donde ha podido lograr ventajas competitivas.

Así como se ha globalizado el mercado financiero, lo ha hecho también la producción y, por tanto, el consumo. En la actualidad se tiene acceso a bienes producidos en diferentes partes del mundo.

Las formas específicas mediante las cuales se ha dado este proceso de globalización son la subcontratación internacional y las alianzas estratégicas. En este proceso influyen varios factores, tales como los diferenciales de costos entre los países, principalmente en sueldos y salarios, la cercanía entre ciudades, los niveles de especialización y tecnología de las empresas y su integración vertical y horizontal.

En 1970 surge en Francia el Mercado Internacional de Sub-contratación (Midest), el cual realiza eventos anuales en las principales ciudades de Europa.

Hoy la subcontratación es un fenómeno universal, haciéndose más intensivo en regiones donde existe un diferencial amplio en tecnología y salarios, ejemplo: la frontera norte de México y el sur de Estados Unidos.

Aunque las alianzas estratégicas no constituyen un elemento novedoso, el grado de intensificación con que se han dado no es observado con anterioridad, pues se tienen alianzas a nivel de empresas en sus respectivos países: ATT-Olivetti, GM-Toyota, Ford-Mazda, Chrysler-Mitsubischi, etcétera.

En esta globalización, el factor tecnológico está siendo de suma importancia en la competitividad de un país o región. En la presente crisis se ha visto que ni los tipos de cambio, ni las paridades artificialmente sostenidas con la finalidad de conseguir el financiamiento al déficit en las finanzas públicas y mantener en equilibrio una balanza comercial, ni porque una nación incremente sus exportaciones, manteniendo bajos salarios, constituyen elementos para mantenerse en una economía globalizada. El secreto de la competitividad internacional está en otros factores.

Una nación tiene éxito en la competencia internacional si establece el ambiente necesario para el logro de las innovaciones y el mejoramiento de los factores productivos. Para lo anterior es menester contar con la infraestructura necesaria como la relativa a comunicaciones y transportes; contar con los recursos humanos altamente capacitados y, sobre todo, una sólida capacidad en el sector de investigación y desarrollo tecnológico.

B) EL AMBIENTE ECONÓMICO DEL CAMBIO ESTRUCTURAL EN MÉXICO

En los ochenta se observa un proceso de mayor divergencia económica entre los países ricos y pobres.

América Latina, entre 1960 y 1980, conservó una tasa de ingreso per cápita entre el 16 y el 17% en comparación con los países de más altos ingresos. A partir de 1982 se observa un pronunciado deterioro en este indicador, a tal grado que para 1988 y 1989 el ingreso per cápita de la región representa apenas el 10% del logrado por los países más desarrollados.¹⁰⁵

Este marcado deterioro es consecuencia de que el modelo de desarrollo que prevaleció durante muchos años en la región entró en serias dificultades al no poder cumplir con las metas de crecimiento económico planteadas.

En 1982 se instala la crisis en la economía mexicana, aun cuando unos

meses antes se nos había dicho que tendríamos que prepararnos para administrar la abundancia. A mediados de 1981 se tenía el panorama de que nuestro país se separaba de las naciones en proceso de desarrollo para brincar al club de países desarrollados, pues habíamos tenido una tasa de crecimiento promedio del 8.5% en el trienio de 1978 a 1980. Todas estas expectativas se desvanecieron por una inflación que nunca quiso ceder abajo del 20% anual y que llegó hasta el 159% en 1987; por la caída de los precios del petróleo; la fuga de capitales; la devaluación del 40% de la moneda en febrero de 1982, y, por primera vez, desde 1940, una reducción en el ingreso per cápita.

Ante la anterior situación de la economía en 1982, el Estado se vio en la necesidad de cambiar su política económica.

En cuanto a la política fiscal, a partir de 1982 se inicia un proceso de control en el gasto no financiero; eliminación de subsidios no justificados; activa desincorporación de paraestatales y un proceso de desendeudamiento real.

En lo que respecta a la política monetaria se observa: no utilización del crédito primario para financiar el déficit, sino que se recurre al financiamiento a costo del mercado, mediante la colocación de Cetes y otros instrumentos; inicio de un proceso de desregulación financiera; se impulsa el logro de tasas reales positivas en el ahorro; se evitan las devaluaciones bruscas con un deslizamiento ordenado y descendente.

La política industrial y comercial inicia un proceso de atención general no discriminatorio, buscando una articulación estrecha a la economía mundial; un mercado abierto como mecanismo de asignación de recursos, y, por consiguiente, una articulación más eficiente con el nuevo escenario internacional. Pasamos de un modelo de industrialización donde la producción estaba encaminada a satisfacer las necesidades de un mercado interno, a un modelo de industrialización para la exportación. En el periodo de 1983-1988 las actividades conectadas al mercado nacional (textiles, alimentos y calzado), sufrieron una notable pérdida en su dinamismo. En cambio, aquellas actividades vinculadas al sector exportador (electrónica, automotriz, maquila, vidrio, acero y cemento), tuvieron un considerable

ascenso en su producción (Alvarez Béjar, 1990).

Enrique Dussel (1995), señala que el periodo posterior a 1982 se subdivide en dos subperiodos: 1982-1987, donde se emprendió una liberalización comercial gradual y donde se emplearon diferentes mecanismos para posibilitar el servicio de la deuda externa, y 1988-1994, que se caracterizó por una liberalización acelerada y una estrategia inicial de industrialización orientada a las exportaciones.

En el sexenio 1983-1988 las industrias que más aumentaron su participación en el PIB fueron las del sector considerado como gran exportador, tal es el caso de los metales no ferrosos que creció en un 65.5% su participación en el PIB; automóviles, 51.6%; maquinaria y aparatos eléctricos 44.3%; petroquímica básica 32.4%; resinas sintéticas, plásticos y fibras artificiales, 25.8%; otros equipos y aparatos eléctricos, 20.6%; cemento, 18.4%; muebles y accesorios metálicos, 13.1%, esta es la única industria que estuvo orientada al mercado interno; refinación de petróleo 11.1%, y, carrocerías y partes para automóviles 10.9%.

Por otro lado están las industrias dirigidas hacia el mercado interno, que disminuyeron su participación en el PIB, tal es el caso de alimentos animales, -36.6%; productos metálicos estructurales, -30%; cuero y sus productos -21.5%; hilados y tejidos de fibras duras, -20.9%; otras industrias de madera, -19.1%; aparatos electrodomésticos, -17.6%, y prendas de vestir, -16.3%.

Este último sector se considera un exportador creciente.

En lo anterior se puede apreciar que el sector externo fue el que dio dinamismo a la industria a partir de 1983, claro está que existen elementos internos como precios, ingresos, política industrial, etc., que hacen ser más dinámico el sector exportador, pero aquí únicamente pretendemos registrar el hecho de que este sector es el que tuvo un mayor crecimiento en cuanto a su participación en el PIB.

Las preocupaciones fundamentales del régimen que inicia su mandato en 1983, fue de la reordenación económica; con ello se buscaba lograr las condiciones mínimas para el funcionamiento normal de la economía, y, el llamado cambio estructural, que estaba orientado a iniciar transformaciones de fondo en el aparato productivo y de distribución, así como los mecanismos de participación en los mismos.

El logro de la reordenación económica se trató de alcanzar mediante el reordenamiento del gasto público con la finalidad de disminuir el déficit presupuestario, protección del empleo y a la planta productiva, protección y generación de productos básicos, incremento de los ingresos públicos, créditos para la actividad productiva en los sectores prioritarios, reestructuración de la administración pública, afianzamiento de la rectoría constitucional, apertura de la economía al exterior, renegociación de la deuda externa y la continuación de la construcción de las obras en proceso consideradas prioritarias.

A principios de 1986 se presentan de nuevo serios problemas en el funcionamiento del sistema económico, aparece la inflación, desequilibrio en la balanza de pagos y déficit público, lo que hace que se implemente un nuevo programa, el cual es conocido como Programa de Aliento y Crecimiento (PAC), mismo que se conserva hasta el 15 de diciembre de 1987, cuando se firma el Pacto de Solidaridad Económica (PSE), mismo que se fue readecuando hasta el 31 de diciembre de 1988 y continuó con el Pece del 12 de diciembre de ese año al 31 de diciembre de 1994.

La preocupación principal de los gobiernos en el llamado periodo de cambio estructural ha sido el combate a la inflación, donde la meta planteada es hacerla llegar a índices similares a los observados por los principales socios comerciales de México; para ello se ha buscado mantener finanzas públicas sanas y eliminar al máximo los controles artificiales de los precios privados, pero sin rezagar los precios de los bienes y servicios que presta el Estado. En cuanto a la oferta, ha existido la preocupación de que no haya escasez de bienes y servicios en el mercado y el PIB ha crecido a un 3.8% anual desde 1989, cifra que aún está por abajo de la propuesta en el PND,

pero sigue siendo superior a la tasa de crecimiento de la población y también superior a la de la mayoría de los países desarrollados, que en ese año (1992) se encontraban en franca recesión.

La inquietud por mantener una tasa de inflación baja se deriva de la experiencia histórica que nos dice que nuestro país ha crecido más y de manera más sostenida con estabilidad de precios.

Se ha buscado que las finanzas públicas sean lo más sanas posible. En cuanto al gasto, ha cambiado su estructura, priorizando el gasto social, lo que ha sido posible debido a la reducción del servicio de la deuda en un 31%. El gasto social representó el 32% del presupuesto federal en 1988, para 1992, representó el 50% de dicho presupuesto. El ingreso se incrementó, no obstante la baja en el IVA del 15 y 20% a un 10% generalizado, esto se ha debido a las políticas de simplificación administrativa y la correcta vigilancia en el cumplimiento de las obligaciones fiscales. Al incremento de ingresos también ha contribuido la venta de las instituciones financieras que se encontraban en poder del Estado, pues ha sido otro eje central de la política financiera del presente régimen: la desincorporación de bancos y empresas del sector público.

Con el proceso de cambio estructural se ha entrado a un modelo de economía abierta, lo que significa, para una economía con menor desarrollo relativo, la realización de serios esfuerzos para elevar la productividad y competitividad sobre la base de impulsar nuevas tecnologías, sustitución de maquinaria y otros bienes que permitan al aparato productivo la capacidad de ser competitivo. La compra de estos bienes y tecnologías ha afectado la balanza de cuenta corriente con el exterior, creando un déficit que puede ser peligroso para economías como la nuestra.¹⁰⁶

En julio de 1994 se hizo un balance de la situación económica de México, en el que se hacía resaltar:

1. La disminución de la inflación del 160% anual, en 1987 al 8% en 1993. Esto sin reducir la producción nacional, pues el PIB, de 1988 a 1993 había crecido al 2.9% de promedio anual.

2. Sancamiento de las finanzas públicas, pues se pasó de un déficit del 13% del PIB en 1988, a un presupuesto balanceado en 1993.

3. Se realizó una reforma fiscal para promover la inversión y el ahorro, logrando un sistema impositivo más justo, pues de 19 impuestos federales que existían en 1988, se pasó a menos de la mitad.

4. En materia aduanera se adoptó el principio de autodeclaración por parte de los contribuyentes y se eliminaron los tratamientos diferenciales o excepcionales, con ello se mejoró el servicio a los contribuyentes y aumentó la recaudación.

5. Se redujo considerablemente la deuda del gobierno.

6. Se realizó una reforma presupuestal que permitió aumentar el gasto en las necesidades sociales.

7. Con el Pacto Federal se fortalecieron las finanzas estatales y municipales.

8. Se modernizó el sector financiero.

9. En materia de desregulación económica se modificaron y crearon leyes en los siguientes sectores: sistema financiero, 6 leyes; transporte, 5; industria, 2; comercio, 5; agricultura, 5; además se modificó la ley aduanera, de turismo, de pesca, de salud, de aguas y la de meteorología y normalización.

10. Se abrieron espacios para la inversión productiva de los particulares.

11. La banca de desarrollo orientó sus recursos crediticios hacia proyectos de beneficio social.

12. Se tomaron medidas para promover la iniciativa económica y los derechos de propiedad de los individuos y los grupos sociales.

13. Se despetrolizó la economía mexicana. En 1982 las exportaciones

petroleras representaron el 78% de las exportaciones totales, mientras que las manufacturas sólo exportaron el 14%. En 1993 las exportaciones manufactureras representaron el 80% del total y las petroleras fueron del 14%. En el proceso de apertura se han firmado acuerdos con Canadá, Estados Unidos, Venezuela, Colombia y Costa Rica. Se entró al GATT y a la OCDE.

14. Recuperación de los empleos y los salarios reales. El número de afiliados al IMSS creció un 29% entre 1988 y 1993.

15. El gobierno de la República gastó más en la atención a las necesidades prioritarias de los sectores más desprotegidos.

De esta forma se anunciaban los grandes logros del sexenio, sin embargo, para diciembre del mismo año las cuentas ya no eran las mismas.

Los elementos más importantes del cambio estructural vienen a ser la privatización de las empresas estatales pues de las 1155 empresas que existían en 1982, para 1993 sólo existían 213. Estas empresas estaban ubicadas en 63 ramas de la actividad económica y las constituían 82 organismos descentralizados, 99 empresas de participación mayoritaria y 32 fideicomisos públicos. Las ventas más importantes fueron los 18 ingenios azucareros, la compañía minera de Cananea, Teléfonos de México, los bancos y Televisión Azteca.

La idea central fue eliminar el Estado propietario para pasar al Estado solidario.

Para fines de 1994, la crisis se había hecho presente, motivada por diversas razones, debido a que las medidas de política económica habían insistido mucho en la esfera del dinero. Desde esta lógica, la crisis de 1982 fue producto del exceso de inversión pública no sustentada en el ahorro, sino en el endeudamiento externo. La crisis de 1994 se debió a la caída del gasto privado, que, con una caída del ahorro, se financió por medio del ahorro externo.

La economía se deterioró al sufrir una escasez de ahorro interno, conjuntamente con una apertura indiscriminada al comercio exterior y por tanto, al ahorro externo, el cual se convirtió en capital especulativo. Para diciembre de 1995, se tuvo un índice de inflación del 52% y una tasa de crecimiento del -6.9%, donde hubo industrias como la de la construcción que tuvo una tasa de crecimiento del -27.1%.

Ante todo ello, el camino más seguro para salir de la crisis es incentivar la recuperación de la inversión privada directa, ya sea nacional o extranjera, para dinamizar actividades económicas claves, como la industria de la construcción.

Continuar con el avance de las exportaciones en los sectores donde se tienen mayores posibilidades como es el caso de las hortalizas y el turismo.

El excedente fiscal que se ha logrado en 1995, invertirlo en promover actividades fundamentales para la actividad económica.

Este constituye el escenario donde se ha desarrollado el quehacer de la ciencia y la tecnología. Es pertinente entender esta dinámica para poder comprender de mejor manera el proceso de vinculación.

C) EL ESTADO COMO AGENTE IMPULSOR DE LA VINCULACIÓN

1. Los planes globales de desarrollo

En México, el Estado ha sido el agente más preocupado por el impulso a las actividades en ciencia y tecnología, lo cual se hace más claro con la creación del Conacyt, observándose, en mayor grado el proceso de institucionalización de la ciencia. A partir de 1983, cuando se inicia el llamado “cambio estructural”, las políticas económicas implementadas por el Estado sufren una transformación, impactando también las políticas en ciencia y tecnología

e introduciendo ideas nuevas en torno al papel que debe cumplir esta variable en el desarrollo de un país.

En el periodo de cambio estructural se han implementado los siguientes tres planes globales de desarrollo, de los cuales se extraen las ideas fundamentales en torno a la vinculación en los siguientes apartados.

a) El Plan Nacional de Desarrollo (1983-1988)

En este documento se reconoce el papel que deberá cumplir el desarrollo de la ciencia y la tecnología como instrumento para salir de la crisis presentada en los ochentas. Recalca la forma en que la CyT se está utilizando en los países desarrollados y que México no debe quedar fuera del gran impulso que otros países están brindando al sector científico-tecnológico. Reconoce que nuestro país ha alcanzado cierta madurez en este sector al contar con recursos humanos que se han venido formando desde hace tiempo. Señala la necesidad de impulsar el tipo de investigación que resuelva los problemas de la sociedad mexicana, ofrecer soluciones a los problemas económicos y sociales del país, tales como la satisfacción de las necesidades básicas de la población y el impulso a un sector industrial competitivo.

Al hacer un diagnóstico sobre el sector de ciencia y tecnología, el Plan Nacional de Desarrollo, establece la necesidad de que exista una mayor vinculación entre la investigación y las firmas de ingeniería y consultoría; debido a que estas firmas desarrollan muy poca ingeniería de diseño de productos saldrían beneficiadas con el proceso de vinculación.

Señala también, que la contribución de las empresas al desarrollo tecnológico nacional es muy reducida, pues mientras que la pequeña y mediana empresa no muestran interés por las innovaciones tecnológicas, las grandes empresas tienden a importar las nuevas tecnologías.

Dentro de las estrategias para el impulso a la ciencia y la tecnología, estaba la de brindar un respaldo científico tecnológico al sector productor de bienes y servicios promoviendo la interacción de la investigación básica

y aplicada a la solución de los problemas de la planta productiva.

Fomentar el desarrollo tecnológico, tanto para sectores tradicionales que son intensivos en mano de obra, como para aquéllos cuyos procesos productivos son intensivos en capital.

Entre las líneas generales de acción de este plan se marcan:

- Fomento de la cooperación entre la planta productiva y los centros de investigación.
- Fortalecimiento a los programas de riesgo compartido y otras fuentes de financiamiento que otorguen préstamos blandos, para inducir una mayor participación del sector privado en el financiamiento de proyectos de investigación.

Estímulo a la demanda de tecnología por parte del sistema productivo creando centros de información, asesoría y extensionismo tecnológico personalizados por rama productiva, distribuidos adecuadamente en el territorio. Asimismo se fomentará el establecimiento de servicios de normalización, metrología y control de calidad.

b) El Plan Nacional de Desarrollo (1989-1994)

Parte del principio que la política en C y T se había cargado a los aspectos de investigación y desarrollo por lo que había la necesidad de diversificarse hacia los campos de adquisición, asimilación, adaptación y difusión de la tecnología. Debemos tener presente que este sexenio se caracterizó por el discurso de la modernización, donde la tecnología no fue la excepción, pues en el Plan se consideraron cambios en la normatividad y esquemas de financiamiento a los centros de producción científica y tecnológica.

c) El Plan Nacional de Desarrollo (1995-2000)

Este Plan contiene un apartado de actualización tecnológica donde reconoce que la acumulación y el uso del conocimiento es más importante que la

dotación de recursos naturales en la determinación de las ventajas comparativas.

Reconoce la importancia de la intervención gubernamental para impulsar aquellas áreas donde los mecanismos de mercado no funcionan adecuadamente, tal es el caso del financiamiento a la investigación.

Al elaborar un diagnóstico se reconoce que existen vínculos muy limitados entre las universidades y los centros de investigación con el sector productivo. Para estrechar estos vínculos se propone un foro de coordinación entre el sector privado, los centros de investigación y el gobierno, fortalecer los centros públicos de investigación con vocación tecnológica y la asignación de recursos públicos con base en resultados, así mismo la creación de mecanismos para atraer recursos de terceros.

Otras estrategias que propone, son promover la inversión privada en investigación tecnológica a través de mecanismos financieros y fiscales; promover un mercado para la investigación tecnológica privada; aumentar los fondos para apoyar los esfuerzos de colaboración entre empresas y las instituciones de educación superior; patrocinar la rotación de investigadores entre la academia, los centros de investigación aplicada y las empresas productivas.

En este Plan, prevalece más que nunca, la idea de la tecnología como un producto que se comercializa ya terminado. Se asume la concepción de que sólo es posible la vinculación con la generación de tecnología y que no existen otros mecanismos y acciones mediante los cuales sea posible el logro del proceso de vinculación.

2. Los programas sectoriales en ciencia y tecnología

Aunque ya se habían presentado anteriormente dos planes sectoriales en ciencia y tecnología, es a partir de 1983 cuando se hace reconocimiento de una política sectorial en este campo y a partir de esta fecha se han presentado los siguientes programas:

*a) El Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico
(Prondetyc) (1984-1988)*

Este programa considera que un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología tiene como finalidad producir nuevos conocimientos y difundir los ya generados, tanto en el extranjero como en el país, sobre todo entre el sistema productivo de bienes y servicios.

Divide en seis subsistemas al Sistema de Ciencia y Tecnología, de los cuales el más importante para los motivos de nuestro estudio es el subsistema del enlace, investigación-producción

Este subsistema está formado por *a)* los instrumentos de política tecnológica, y *b)* los agentes tecnológicos.

A través de los instrumentos se tiene la posibilidad de:

- a)* Acelerar el proceso de desplazamiento de las decisiones de innovación tecnológica hasta el nivel de la empresa, que es donde finalmente deben ocurrir.
- b)* Hacer competitivas ciertas ramas industriales orientadas a la exportación.
- c)* Desarrollar un proceso de crecimiento y fortalecimiento de los productores pequeños y medianos basado en incentivos y apoyos para la innovación tecnológica.
- d)* Orientar progresivamente la demanda de investigación de la industria en general hacia fuentes nacionales.
- e)* Hacer que la oferta y la demanda de tecnología nacional se expandan de manera compatible.
- f)* Establecer ligas entre la investigación básica, la aplicada y el desarrollo tecnológico.¹⁰⁷

Al hacer un diagnóstico sobre el enlace investigación-producción, resalta la existencia de un divorcio entre sistema nacional de ciencia y tecnología con el sector privado, lo cual se debe a que este sector casi no

contribuye al financiamiento de la investigación nacional y hay insuficiencia de agentes tecnológicos que colaboren con los centros de investigación regionales. No se establecen los suficientes lazos de comunicación y confianza que intensifiquen la transferencia de tecnología a nivel interno, debido a los escasos mecanismos de colaboración entre la planta productiva y la comunidad científica y tecnológica nacional; en consecuencia siguen desconectadas la oferta y la demanda de conocimientos científicos y técnicos.

La vinculación viene expresada como uno de los objetivos fundamentales del subsistema de enlace investigación-producción. Para el logro de este objetivo son necesarias las siguientes estrategias:

- Dar prioridad a la pequeña y mediana empresa, para apoyar su integración, competitividad y autodeterminación tecnológica.
- Fomentar el establecimiento de departamentos de investigación y desarrollo tecnológico en las empresas industriales de los sectores público y privado.
- Estimular el interés de las instituciones de investigación y desarrollo por las necesidades y demandas del sistema productivo.
- Promover el desarrollo de las actividades propias de las firmas de ingeniería y consultoría que diseñan o adaptan tecnologías de proceso y de producto.
- Fomentar el uso de la información sobre patentes como fuentes de tecnología.
- Usar la capacidad de compra del sector público para estimular la innovación tecnológica y la sustitución selectiva de importaciones mediante la colaboración en cada caso de empresas, agentes tecnológicos y centros de investigación según se requiera.
- Establecer en los centros de desarrollo tecnológico servicios de alerta de información sobre los avances en el exterior y sobre tecnologías interesantes para diversas ramas industriales del país.

Este programa marca todo un conjunto de acciones que van en camino de las estrategias antes señaladas, pero estas acciones han sido casi exclusivas de las empresas del sector público, o más bien la investigación que se pretende vincular es la que se realiza en los centros auspiciados por el Estado.

No se menciona la posible relación entre los departamentos de investigación de las empresas privadas y los centros de investigación del sector público.

Otro elemento que debemos considerar es que en esta concepción se entiende como si los centros de investigación y desarrollo debieran de entregar un producto de investigación terminado a las diferentes empresas, es decir, los resultados de la investigación se conciben como bienes materiales que van a un mercado donde las empresas son los demandantes potenciales.

Al analizar la problemática de la vinculación por sectores, se encuentra en este programa, en lo que respecta a agricultura y recursos hidráulicos, que el proceso de vinculación es mucho más fuerte que en otros sectores; así, al analizar cada uno de los subsectores vemos que la ciencia y la tecnología tienen problemas muy definidos que resolver en la agricultura; como ejemplo tendríamos: el carbón parcial del trigo (noroeste de México), amarillamiento letal del cocotero (Quintana Roo), Sigatoka negra del plátano (Tabasco), etc. Así cada subsector tiene definida una problemática específica.

En el caso del sector industrial la vinculación ha sido más raquítica. Existen los llamados centros académicos que están en las IES y los centros del sector público. Para los dos tipos de centros señala que su problemática común es la vinculación con el aparato productivo, factor preponderante que les impide participar activamente como promotores del desarrollo tecnológico.

En el caso de los centros académicos, hay cuatro causas importantes por las que falta vinculación con la industria:

- a) La falta de conocimiento de la capacidad de los centros por parte de la industria.
- b) El desconocimiento de los problemas y necesidades de la industria por parte de los centros.
- c) La inexistencia de instrumentos de enlace con clientes potenciales, y

d) La falta de retroalimentación a los centros, por parte de la industria, de sus necesidades en desarrollo tecnológico, lo cual impide orientar los programas de posgrado en México según los requerimientos del sector industrial.

En el caso de los centros del sector público, la vinculación se da en mucho mayor grado, debido al alcance de sus servicios y a su relación con los instrumentos de apoyo financiero para la industria, los cuales sirven como promotores de sus servicios, sin embargo, éstos requieren también actualizar sus instrumentos de información mediante el extensionismo tecnológico.¹⁰⁸

Respecto del sector industrial se señala que la industria mexicana se caracteriza por la falta de interés en el desarrollo tecnológico, lo cual contrasta con la industria trasnacional, que ha logrado avances importantes en México y los ha transferido a otros países.

b) El Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica (1990-1994)

Se marca como hecho central que en los países que han alcanzado mayor grado de desarrollo tecnológico el principal factor para hacerlo posible, viene dado por los esfuerzos del sector productivo en I y D, pues entre sus preocupaciones centrales está elevar la productividad de las empresas, mejorar la calidad y competitividad de los productos, reducir costos de producción y ampliar las fronteras de sus mercados.

Al hacer un diagnóstico en torno a la vinculación reconoce la falta de infraestructura necesaria para que ésta se logre. Considera que se deben fortalecer los vínculos de las actividades científicas con la sociedad, para mejorar su papel en la solución de los problemas nacionales, pero con pleno respeto a las instituciones de educación. Se debe asegurar la participación de los productores en el desarrollo tecnológico para incrementar la productividad y la competitividad del aparato productivo nacional.

En el marco de las políticas a implementar resaltan los criterios de expresión del sector productivo en cuanto a la disposición a contribuir al financiamiento de los proyectos con "fondos aparejados" con el sector público bajo la condición de obtener resultados tangibles en el mejoramiento de la productividad.

Es preocupación lograr el mejoramiento tecnológico de la estructura productiva de México, mediante la adquisición y adaptación de tecnología moderna o mediante el establecimiento de sus propios centros de investigación.

Ruy Pérez Tamayo, (Campos y Varela, 1992), dice que este Programa es un himno al concepto utilitarista de la ciencia, que sólo la concibe como una actividad generadora de tecnología para la planta productiva, que nos permitirá competir con éxito en los mercados internacionales.

Se marca la preocupación porque una parte del financiamiento de los centros de investigación debe ser establecido con base en la venta de servicios.

c) Programa de Ciencia y Tecnología (1995-2000)

La variable vinculación se encuentra presente en varios apartados de este programa.

En lo que respecta a la política científica hace mención de un conjunto de experiencias exitosas en este sentido, tales como: Hylsa con UANL; CyDSA con el ITESM, Alpro con el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Condumex con el Centro de Investigaciones Ópticas, Industrias Resistol con la UNAM, Vitro y Peñoles con el Cinvestav, etcétera.

Reconoce que a pesar de todos los ejemplos y acciones emprendidas, la vinculación es escasa, ya que no existe una conducta de parte de las empresas

y dependencias públicas para recurrir a los centros de investigación y educación superior en la búsqueda de solución a sus problemas técnicos o adquisición de conocimientos.

Como causales de la poca vinculación reconoce el hecho de que en una economía protegida, los cambios en los mercados de cada empresa se daban con lentitud, de donde las empresas podían adaptarse a los requerimientos de estos mercados sin mantener un proceso continuo de adquisición de conocimientos.

Como reconocimiento del papel que debe cubrir la política tecnológica, se anota:

- Estimular la capacidad empresarial para aprender nuevas tecnologías, crear nuevos productos y adaptarse a los cambios de mercado.
- Impulsar la vinculación entre la investigación orientada a las empresas, así como la participación de las universidades en la gestión tecnológica.
- Apoyar la implantación de nuevas técnicas en todo el aparato productivo.

Para lograr lo anterior se proponen diferentes líneas de acción:

- Aumento de la información disponible para el empresario. En este aspecto se ha iniciado la creación de centros de apoyo a la competitividad, dirigidos por asociaciones de empresarios y/o instituciones académicas.
- Canalizar fondos públicos para la promoción de la innovación. Entre estos fondos se destaca el Fondo de Investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica (Fidetec), Fondo para el Fortalecimiento de las Capacidades Científicas y Tecnológicas (Forcecytec), Programa de Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (Piebt) y el Programa de Enlace Academia-Empresa (Preaem).
- Oferta de Servicios Tecnológicos por parte de las universidades.
- Creación de comités de investigación conjuntos.

En el campo del financiamiento se insiste en la venta de servicios por parte de la universidad, este debe ser un renglón mediante el cual las IES se pueden hacer llegar recursos, pero no debe convertirse en un serio motivo

para reducir o escamotear los subsidios a las universidades.

3. La implementación de políticas en ciencia y tecnología

Ante la implementación de políticas económicas que incentiven la apertura de la economía hacia el exterior, también el sector de ciencia y tecnología tiene que impulsar políticas del mismo estilo, obligando a nuestro gobierno a diseñar un nuevo marco desde el cual conceptualizar la política científico-tecnológica.

a) Nuevo marco legal para impulsar la ciencia y la tecnología.

i) La Ley para Coordinar el Desarrollo Científico y Tecnológico

En reconocimiento al papel que juega la CyT en el desarrollo de la sociedad se emite el 27 de diciembre de 1984 la Ley para coordinar el desarrollo científico y tecnológico.

Los objetivos relacionados directamente con la vinculación son el I y el IV que dicen:

Establecer las normas y procedimientos necesarios para coordinar las actividades tendientes a promover e impulsar la generación, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos que requiera el desarrollo nacional.

Promover y fomentar a través de la concertación la participación de los sectores social y privado en la generación, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos para apoyar el desarrollo nacional.

Una de las aportaciones principales de la presente Ley es el reconocimiento a la necesidad de impulsar debidamente la conformación real de un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

En cuanto al desarrollo y aplicación de la CyT, esta Ley señala como finalidades:

Promover y propiciar la aplicación de los resultados que, para satisfacer la demanda tecnológica nacional, se obtengan en el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

Resulta interesante que en esta Ley se concede a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial el papel de la vinculación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con el sector productor, para lo cual debe estar elaborando un reporte sobre la situación que guardan las ramas de la industria en materia tecnológica, así como sus requerimientos e indicar las nuevas ramas que apoyen el desarrollo tecnológico del país. También le corresponde a esta Secretaría: “Coadyuvar en la esfera de su competencia, a fortalecer la infraestructura tecnológica del sector productivo, y a propiciar una adecuada selección, adaptación, asimilación e innovación de tecnologías importadas y su gradual transformación en propias”.

El Conacyt es el encargado de llevar un registro nacional de instituciones científicas y tecnológicas y el registro de empresas tecnológicas está a cargo de la Secofi, por lo que esta ley concede el papel de vinculadores al Conacyt y a la Secofi, el primero es el encargado de dar a conocer el monto y las características de la oferta tecnológica; por otro lado, la Secofi, brinda los elementos componentes de la demanda y las características de la misma.

ii) Nueva Ley de Fomento y Protección a la Propiedad Industrial

En el marco de las discusiones del Tratado de Libre Comercio se aprueba esta:

...nueva legislación que viene a solucionar una de las ambiciones más añejas del gobierno estadounidense, siguiendo las sugerencias de las grandes transnacionales farmacéuticas, químicas, biotecnológicas y de computación.¹⁰⁹

Las presiones que se ejercieron sobre el gobierno de México para reformar esta Ley provinieron de empresas y centros que tienen altos gastos en investigación y desarrollo.

En las décadas pasadas, las leyes mexicanas permitieron prácticamente la copia de muchos medicamentos y procesos, y la posibilidad de protesta de los dueños de la invención era prácticamente nula, por lo engorroso de los trámites, lo eterno de los juicios, y la intervención de una que otra mano 'negra'. Luego, vino la libre reproducción de programas de computación, y la posibilidad de 'fusilarse' los procesos primarios de fabricación de chips y tarjetas de circuitos integrados, por no hablar de películas, discos y marcas.¹¹⁰

La nueva Ley aparece publicada el 27 de junio de 1991 y entra en vigor el día siguiente. Abroga la Ley de Invenciones y Marcas, de 1976, la de Control y Registro de Transferencia de Tecnología y Uso de Explotación de Patentes y Marcas, de 1982 y 1990 respectivamente.

Considero que el principal objetivo es: "promover y fomentar la actividad inventiva de aplicación industrial, las mejoras técnicas y la difusión de conocimiento tecnológicos dentro de los sectores productivos".

El espíritu de esta Ley es dar a las empresas mayor libertad en las decisiones en lo referente a la producción y adquisición de tecnologías. En su lógica subyacen dos principios: 1) las empresas son más capaces para decidir qué es lo que más les conviene en este aspecto; y 2) las agencias gubernamentales no han mostrado eficiencia para la promoción y aplicación de la ciencia y la tecnología.

iii) Comité de Ciencia y Tecnología de la Cámara de Diputados

En la Cámara de Diputados existe un comité encargado de legislar y revisar la legislación respectiva a la ciencia y tecnología, también revisa y aprueba el presupuesto y políticas encaminadas al impulso de este sector.

b) El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Para adecuar el Conacyt a la época modernizadora el día 22 de mayo de 1991, el director de esta institución anuncia una restructuración, la cual va en los siguientes ejes:

Al iniciar esta nueva etapa se ha creado el llamado Consejo Asesor, el cual está integrado por miembros distinguidos de la comunidad científica y académica de las diferentes instituciones de nuestro país. Los miembros de este Consejo pertenecen a las diversas ramas del conocimiento de tal manera que sus aportaciones y recomendaciones respaldan la ejecución de las distintas políticas que implementa el Conacyt.

Esta institución también ha llevado a cabo un reajuste en cuanto a su forma de ejercer el presupuesto, reduciendo el gasto administrativo con respecto al volumen de gasto total, pues del 20.7% que representaba en 1990, pasó al 10.3% en 1991, para dar más importancia al gasto en investigación.

Con las anteriores medidas se busca:

- Fomentar las actividades de investigación científica y modernización tecnológica.
- Impulsar la excelencia, la calidad académica y la formación de recursos humanos de alto nivel, en la investigación científica y tecnológica.
- Incentivar la participación del sector productivo, como principal actor en el proceso de modernización tecnológica del país.
- Impulsar el desarrollo y la investigación en las áreas de ciencias básicas y aplicadas.
- Canalizar recursos a las actividades de investigación científica y de modernización tecnológica bajo criterios estrictos de selectividad y mediante procedimientos eficaces y transparentes.
- Definir la asignación de recursos provenientes de fuentes de

financiamiento distintos al gobierno federal, para la ejecución, investigación científica y tecnológica.

- Desarrollar la investigación y la modernización tecnológica en las áreas de salud, educación, vivienda, alimentación, agua y medio ambiente, para elevar el nivel de la calidad de vida de la población.
- Difundir la información científica y tecnológica, para enriquecer la cultura y sensibilizar la sociedad acerca de la importancia que tiene para el desarrollo social y económico del país.

Para el logro de los objetivos propuestos anteriormente, el Conacyt ha definido los siguientes lineamientos:

Aparte de la asignación regular de los recursos se han creado los siguientes fondos para el apoyo a las actividades científicas y tecnológicas: 1) para el fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica, 2) para retener en México y repatriar a los investigadores mexicanos, 3) para cátedras patrimoniales de excelencia, 4) para el fortalecimiento de las capacidades científicas y tecnológicas estratégicas.

Además, este organismo está realizando una serie de acciones para contratar financiamiento externo, como una fuente complementaria del presupuesto, especialmente con el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo.

Se ha buscado redefinir criterios de asignación de apoyos a programas y proyectos: *a)* analizando todas las propuestas presentadas, *b)* nombrando nuevos Comités de Evaluación, *c)* en materia de investigación científica, la preocupación es evaluar la calidad de los proyectos y en modernización tecnológica, la viabilidad económica de las propuestas.

El Conacyt, como institución que otorga el mayor financiamiento para la formación de recursos humanos en investigación, ha decidido realizar una evaluación del posgrado para integrar el Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia, con lo cual se pretende brindar una mejor orientación a los estudiantes que desean realizar estudios de posgrado, otorgar becas a los

estudiantes de los posgrados considerados de excelencia, identificar los programas que deben ser fortalecidos y, asegurar que los estudiantes realicen un posgrado de calidad.

Este tipo de actividad es importante porque constituye el camino para determinar la capacidad real que tiene el país en la formación de recursos humanos para las actividades de ciencia y tecnología.

Para incrementar el personal calificado se ha creado el Fondo para Retener en México y Repatriar a los Investigadores Mexicanos, con la finalidad de fortalecer con dichos investigadores algunas universidades y centros de investigación del país. Todo investigador de este tipo que no tenga asignación a centro de trabajo, se le buscará inmediatamente la asignación respectiva.

Este programa ha tenido algunos resultados, pues de junio a diciembre de 1991 se logró repatriar 97 investigadores y para marzo de 1992 se tenían 125 (*El Nacional*, 19/III/92).

Se ha creado el Fondo de Cátedras Patrimoniales de Excelencia, las cuales se otorgaron para distinguir a:

- a) Profesores e investigadores con excelente trayectoria académica en instituciones nacionales de educación superior e investigación.
- b) Profesores e investigadores visitantes nacionales y extranjeros que estén dispuestos a desempeñar su labor en instituciones de investigación y educación superior del país, por un periodo de uno o dos años.
- c) Profesores e investigadores que durante su desempeño académico en una institución nacional se comprometan a elaborar en un periodo no mayor de dos años, un libro de texto especializado y de alto nivel para la cátedra que imparten.

Se ha impulsado la vinculación entre el sector privado y el sector público

en actividades científicas y tecnológicas.

Por el camino de la vinculación el Conacyt creó el Programa de Apoyo a la Modernización Tecnológica el cual está constituido por una serie de programas particulares que tienen como objetivo respaldar los proyectos de modernización tecnológica: Programa conjunto Conacyt-Nafin de apoyo a la modernización tecnológica de la industria; incubadoras de empresas de base tecnológica (PIEBT); enlace academia-empresa (PREAEM); Programa de apoyos especiales a la modernización tecnológica; y el Registro Conacyt de Consultores Tecnológicos (RCCT). Con la creación del Fondo de Investigación y Desarrollo para la Modernización Tecnológica (Fidetec), se pretende apoyar proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que cuenten con un usuario final, el cual debe ser una empresa privada que pueda aportar los fondos concurrentes o bien convertirse en deudor solidario.

Un director del Conacyt señalaba que:

Los proyectos elegibles para recibir apoyo serán siempre de investigación y desarrollo tecnológico. De esta manera, se logrará mayor interacción entre los centros de investigación y las empresas, aún cuando el desarrollo se realice dentro de las instalaciones de estas últimas. Además de cumplir con criterios técnicos básicos, los proyectos fortalecerán la creación de capacidades y producirán externalidades positivas que beneficien a las empresas y a los consumidores.

Y a continuación apuntaba:

Este fondo resulta ser una de las formas más avanzadas de vinculación entre la investigación y las necesidades del aparato productivo, apoyando proyectos orientados al incremento de la productividad y cuyos resultados cuenten con un usuario final, sea una empresa industrial o de servicios.¹¹¹

A pesar de la existencia de tantos programas no es fuerte la participación de la empresa en el desarrollo tecnológico. En 1991, de 117 apoyos al

posgrado del Padrón de Excelencia en áreas tecnológicas en sólo seis casos hubo aportación de empresas. Esta situación cambió para 1992, pues se apoyaron 60 nuevos programas con la participación de 35 empresas.

En lo que se refiere al fondo Nafin, en 1992 se apoyaron 23 empresas, de las cuales fueron 12 micros, 9 pequeñas y 2 grandes, de éstas, 12 están en el sector manufacturero y 7 en la agroindustria.

En lo que se refiere a las incubadoras se determina que éstas se localicen en áreas cercanas a centros de investigación para facilitar la transferencia de conocimientos. En este programa el Conacyt aporta el 30% de la inversión total y el restante lo debe aportar la institución superior que participa. Durante los años de 1991-1992 se apoyaron 53 empresas mediante este mecanismo, distribuidos de la manera siguiente: 10 en Ensenada, 8 en Yucatán, 8 en Jalisco, 8 en Mexicali, 9 en Morelos y 10 en el Estado de México.

En junio de 1992 se constituyó el Comité Nacional de Concertación para la Modernización Tecnológica, este Comité se propone entablar la comunicación entre la planta productiva, las instituciones financieras, el sector público, las organizaciones de trabajadores y los centros de enseñanza e investigadores. En este Comité intervienen SEP, Secofi, SHCP, Sedesol, Conacyt, CCC, CIT-UNAM, Cinvestav-IPN, Cicese, Bancomext Y Nafin, éstos del sector público; del sector privado intervienen: Concamín, Canacindra, Caintra Nuevo León, Careindra Jalisco, Comparmex, ITESM, Bancomer, Banamex y Serfin.

La idea de este comité es que la inversión en ciencia y tecnología debe realizarse de manera conjunta entre los sectores productivos: público y privado, el gobierno y las instituciones de educación superior. Los objetivos del Comité son:

1. Facilitar el enlace entre empresas que requieren tecnología y los centros de enseñanza e investigación del país que están en posibilidades de satisfacer los requerimientos de capacitación, asimilación, adaptación y desarrollo tecnológico.

2. Intensificar la comunicación y coordinación entre instancias públicas que compartan responsabilidades y retos en investigación y desarrollo, así como entre éstas e instituciones académicas, de tal forma que permitan la concertación de acciones para la modernización tecnológica.

3. Propiciar el desarrollo de un esquema integral de financiamiento.

Al presentarse las modificaciones a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, en febrero de 1992, se encomendó a la Secretaría de Educación Pública todas las políticas relacionadas con el impulso a la ciencia y a la tecnología, convirtiéndose así, en el organismo rector de la política científico tecnológica y el Conacyt en el órgano ejecutor. Para el caso concreto de la vinculación, se definió su impulso mediante cinco programas:

1. Programa conjunto Conacyt-Nafin de Apoyo a la Modernización Tecnológica.

2. Programa Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (PIEBT)

3. Programa de enlace Academia-Empresa (PREAEM)

4. Programa de Apoyos Especiales a la Modernización Tecnológica (PAEMT)

5. Registro Conacyt de Consultores Tecnológicos (RCCT).

En los párrafos anteriores se puede observar la creación de múltiples organismos y mecanismos para lograr la participación de la iniciativa privada en la investigación, sin embargo, el gasto que ésta sigue dedicando a las actividades de ciencia y tecnología es bajo. También esto se refleja en los recursos humanos, pues del total del personal dedicado a las actividades científicas ni el 1% se encuentra en el sector privado de las empresas, fenómeno que incrementa la dificultad de comunicación con las universidades.

El director del Conacyt, señalaba: “El gobierno federal no subsidiará la investigación tecnológica en beneficio de la empresa privada, que si desea impulsar proyectos en apoyo a la planta productiva deberá poner su dinero por delante y el Estado sólo complementará su financiamiento, pero no a fondos perdidos sino a crédito, porque lo gratis nunca se toma en serio y menos entre empresarios” (*El Nacional*, 19/III/92).

“Los empresarios no deben considerar la tecnología como un gasto, un mal necesario, sino como una inversión, como un arma de competencia, la más rentable para la marcha del negocio” (Luis Cárcoba, expresidente de la Confederación de Cámaras Industriales (*El Nacional*, 10/III/91).

Hasta 1991 el sistema de centros SPP-Conacyt estaba compuesto por quince centros; como producto de la reforma a la Ley Orgánica de la Administración Pública, en 1992 se creó la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico y Tecnológico Regional y el sistema se transforma en Centros SEP-Conacyt e incluyó a quince instituciones más. Así, este sistema quedó integrado por treinta centros, veintisiete que realizan tareas de investigación y desarrollo y tres que son prestadores de servicios para la ciencia y la tecnología.

c) El Consejo Consultivo Nacional de Ciencias

Este Consejo fue creado directamente por el presidente de México y está formado por los ganadores del Premio Nacional de Ciencias, quienes deciden voluntariamente su pertenencia al Consejo. Entre sus funciones principales se encuentra la de ser un canal de comunicación entre el presidente y la comunidad científica. Actualmente (1994) cuenta con 61 miembros y es conducido por un coordinador general electo por sus integrantes.

Está compuesto por cuatro comités divididos por disciplinas, que son: ciencias sociales, filosofía e historia; física, química y matemáticas; ciencias naturales; tecnología y diseño. Se han formado grupos de trabajo: preservación y reforzamiento de la estructura científico-tecnológica; desarrollo de recursos humanos; mecanismos de interacción entre secretarías y cuerpos descentralizados, y, difusión de la ciencia.¹¹²

El CCC ha contribuido con estudios en las siguiente áreas:

- Política científico-tecnológica.
- Afianzamiento de la estructura científico-tecnológica.
- Formación de recursos humanos.
- Impulso a organismos y fundaciones para el desarrollo de la ciencia y

la tecnología.

- Difusión de la ciencia y la tecnología.
- Desarrollo de las relaciones internacionales del sistema de ciencia y tecnología.

Las funciones específicas que ha desarrollado el CCC en estas áreas son las siguientes:

- Planeación de mecanismos y estrategias necesarias para el desarrollo de una infraestructura en ciencia y tecnología.
- Formulación de la política en CyT.
- Selección de las prioridades nacionales en investigación, así como los proyectos correspondientes.
- Proyectos de formación de personal de alta calidad en investigación científica.
- Estudios de líneas de acción y propuestas para el desarrollo en CyT.
- Establecimiento de cadenas estratégicas y formales entre la industria y los sectores académicos.
- Promoción de la cooperación de nuestro sistema de tecnología con los sistemas de otras naciones.
- Proponer nuevos esquemas de financiamiento para las actividades en CyT.

El punto de nuestro interés es el referido a la vinculación entre universidad e industria para lo cual hemos formulado las siguientes opiniones.

- La desvinculación entre la investigación y sus aplicaciones no es un fenómeno que tiene su origen de manera exclusiva en la universidad. La industria tiene gran culpa en este hecho, por lo cual es necesario impulsar organismos que faciliten la transferencia de tecnología de la universidad hacia la industria.
- El desarrollo de recursos humanos de alta calidad para la industria no debe darse únicamente en las universidades, sino que deben participar las empresas en la formación de sus propios recursos.

- La industria tiene sus propios objetivos económicos y no considera prioritarios la investigación y el desarrollo.
- La empresa se muestra con cierta incapacidad para crear empleos remunerados en el área de investigación y desarrollo.
- La pérdida del interés de los estudiantes por las actividades de investigación y desarrollo, debido principalmente a factores de tipo económico.
- La desvinculación es producto de un conjunto de factores sociales y económicos que repercuten tanto en las universidades como en las empresas.

d) Formación y transformación de algunos centros de la investigación

Algunos estados de la república se dieron a la tarea de crear centros para acercar la ciencia y la tecnología al sector productivo, uno de esos casos es el Centro de Ciencias de Sinaloa.

Por decreto aparecido en el *Diario Oficial del Estado de Sinaloa*, del 12 de junio de 1992, se crea el Centro de Ciencias de Sinaloa, cuyos objetivos son promover el conocimiento en la sociedad sinaloense y buscar la aplicación de tecnologías susceptibles de ser utilizadas para mejorar la calidad de vida de sus habitantes, e incrementar la productividad y el desarrollo tecnológico.

Considera la vinculación desde una perspectiva amplia al contemplar el acercamiento con la sociedad en general, para lo cual se señala que promoverá la celebración de acuerdos de concertación de acciones con los sectores productivo, público, social y privado, que apoyen técnica y financieramente la prestación de servicios del mismo.

El Consejo Técnico de este organismo es el instrumento de enlace y vinculación con la sociedad y todos aquéllos sectores y organismos que impulsen su funcionamiento y desarrollo.

Al manifestar su disposición de apoyo al sector productivo, reconoce

que, además de un sistema educativo innovador, el desarrollo económico social de la entidad requiere de la investigación y el conocimiento de la tecnología actualizada que contribuya a elevar la calidad de vida de sus habitantes y a incrementar la productividad y el desarrollo tecnológico.

En este sentido, la institución establece convenios con el sector productivo a través de diversos organismos y empresas para proporcionarle apoyos mediante proyectos de adecuación tecnológica, capacitación técnica y paquetes informativos que contribuyan a su óptimo conocimiento.

Otro caso muy importante es la transformación del Inifap. Este organismo constituye el brazo tecnológico de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, se encuentra distribuido a nivel nacional. En Sinaloa cuenta con tres unidades, una en el norte, en el centro y en el sur del estado.

Las funciones de este organismo son: generación de nuevas variedades de cultivos desde el mejoramiento genético, desarrollo de nuevas tecnologías agrícolas, desarrollo de nuevas prácticas de cultivo y la validación de tecnología.

El financiamiento es otorgado por el gobierno federal, en lo que se refiere a sueldos de investigadores e infraestructura, debido a que actualmente este organismo ha pasado a manos de los productores quienes han formado el Patronato de Investigación Agrícola y Forestal del Estado de Sinaloa (Piafes). Cabe aclarar que los campos experimentales de Sinaloa fueron los primeros en pasar a manos de los productores.

Hacer un convenio con este centro, antes de creado el Patronato, resultaba muy difícil porque este documento tenía que ser firmado por el Secretario de Agricultura. A partir de la creación del Patronato se ha facilitado, pues los diferentes grupos de productores dan a conocer sus necesidades al organismo y éste se entiende directamente con el instituto.

Generalmente, los proyectos son financiados y atendidos por grupos de productores, tal es el caso de la Unión Nacional de Productores de Garbanzo (Unpeg), quien financia la investigación para la creación de nuevas

variedades de granos con características bien definidas; tal es el caso de la variedad Blanco Sinaloa 92 y con los arroceros la variedad Humaya.

Una actividad que siempre ha mantenido el Centro vinculado a los productores es la validación de nuevas variedades. Para que una semilla de un cultivo se pueda comercializar es necesario que esté validada, es decir, que se hayan hecho las pruebas de adaptación y comportamiento a las condiciones de la región. Los bancos y las aseguradoras no conceden crédito y seguro a un agricultor cuya semilla no cuente con el respectivo registro otorgado por el instituto.

Existen problemas que tienen forzosamente que resolverse de manera coordinada entre todas las instituciones: gobierno, universidades, institutos y productores; un caso típico de estos problemas es el de la "mosca blanca". Desde esta perspectiva, un problema muy particular hace que se haga realidad un proceso de vinculación, dando origen a otros trabajos de manera conjunta, e incluso el conocimiento de técnicas alternativas de cultivo, por los productores; tal es el caso de la agricultura orgánica.

e) Nuevas Instituciones para la modernización industrial de México

En fechas recientes se han creado un conjunto de organismos que pretenden impulsar la industrialización de nuestro país, entre ellos se encuentran:

1. El Centro Nacional de Metrología. Organismo público descentralizado que se encarga de establecer los patrones nacionales de medidas, verificar su compatibilidad con los otros países y difundir su exactitud. Fue creado el 29 de abril de 1994.

2. El Instituto Mexicano de Propiedad Industrial. Organismo público descentralizado que tiene por objeto orientar y asesorar al público usuario, en el registro, otorgamiento y protección de los derechos de propiedad industrial; promover y difundir las invenciones de aplicación industrial; apoyar el desarrollo y explotación de las invenciones en la industria y el comercio;

fomentar la transferencia de tecnología mediante la divulgación de acervos documentales de información tecnológica; así como elaborar, actualizar y difundir directrices de personas físicas y morales dedicadas a la innovación. Fue creado el 10 de diciembre de 1993.

3. Fundación Mexicana para la Innovación y Transferencia de Tecnología en la Pequeña y Mediana Empresa (Funtec). Fue creada con los recursos obtenidos de la desincorporación de los Laboratorios Nacionales de Fomento Industrial, este organismo trabaja a manera de fideicomiso.

¹⁰³ El desarrollo de las políticas de bienestar, la importancia creciente de la educación para administrar estructuras sociales y productivas cada vez más complejas, el peso cada vez más grande de la investigación científica, la "informatización" creciente de la sociedad y la conversión de los datos en materia de primas cada vez más esenciales para la toma de decisiones de todo tipo, son algunas de las razones de largo plazo que deberían considerarse para explicar de manera no coyuntural el peso cada vez mayor de los "servicios" respecto a los procesos de bienes. A estas razones debería añadirse el acercamiento al "techo" por parte de algunos sectores cuyos productos parecen no tener grandes posibilidades de expansión futura; entre ellos, el acero, el textil y la química primaria. (Ugo Pipitone, *El capitalismo que cambia*, Ed. ERA, México, p. 17.)

¹⁰⁴ Vid., René Villarreal, *México 2010, de la industrialización tardía a la reestructuración industrial*, Ed. Diana, México, 1988, pp. 116-118.

¹⁰⁵ Roberto Patricio Korzeniewicz, Una visión alternativa: cadenas mercantiles globales. *Revista Investigación Económica*, núm. 214, octubre-diciembre 1995, Facultad de Economía-UNAM, p. 16.

¹⁰⁶ La liberación incluyó reducciones notables de las tarifas arancelarias, la privatización de empresas paraestatales y una transición hacia una "especialización flexible" en cuanto a las relaciones industriales. La estrategia de la liberalización destaca por varios elementos: 1 El abatimiento de la tasa de inflación y del déficit financiero, así como la atracción de inversión extranjera se constituyeron en las prioridades o "variables exógenas" del cambio estructural macroeconómico.

2 Se supuso que el cambio macroeconómico induciría transformaciones estructurales microeconómicas y sectoriales. Por ello no se emprendieron programas sectoriales, ya que podrían distorsionar o revertir la evolución macroeconómica.

3 El sector manufacturero privado se convirtió en el motor de la industrialización orientada a las exportaciones. El cambio estructural se concibió como el proceso de privatización y reducción de las actividades estatales que conducirían a una asignación más eficiente de los factores de la producción.

4 La liberalización de las importaciones se convirtió en un elemento crucial de la nueva estrategia. Se supuso que las compras foráneas de insumos más baratos tenderían a ajustar los precios internos, a eliminar el sesgo antiexportador y fomentar la industrialización,

particularmente de manufacturas.

5 La inversión extranjera, además de la fuerza de trabajo y energía baratas, se convirtió en la principal fuente de financiamiento del modelo de liberalización (Enrique Dussel Peters. El Cambio Estructural del Sector Manufacturero Mexicano 1988-1994, Revista Comercio Exterior, junio 1995, p. 460).

¹⁰⁷ SPP, "Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico", *Antología de la planeación en México*, t. II, p. 643.

¹⁰⁸ *Vid.*, *Programa de desarrollo tecnológico y científico*, p. 728.

¹⁰⁹ Revista *Expansión*, núm. 573, septiembre de 1991, p. 132.

¹¹⁰ *Ibid.*, p. 133

¹¹¹ Fausto Alzati, *Una política científica y tecnológica para la modernización*, Tecno-industria, núm. 1, noviembre-diciembre 1991, Ed. Conacyt.

¹¹² *Vid.*, Guillermo Soberón Acevedo, *Contribution of the advisory board on sciences to the national scientific and technological policies, University-Industry Links*, Centro de Innovación Tecnológica, UNAM.

CAPÍTULO V

LAS UNIVERSIDADES Y LAS EMPRESAS EN EL PROCESO DE VINCULACIÓN

El objetivo del presente capítulo es analizar el papel que han cumplido las universidades y las empresas en el proceso de vinculación en México, a partir de 1982.

A) EL PAPEL DE LAS UNIVERSIDADES EN LA VINCULACIÓN

En lo que se refiere a las universidades la vinculación se presenta por la vía de los hechos antes que el manejo de un discurso en este sentido, pues en el caso del Instituto de Ingeniería de la UNAM, fundado en 1956, el mobiliario y equipo inicial fueron donados por empresas privadas y fue creado por un grupo distinguido de ingenieros, educadores, investigadores y hombres de empresa.

El sistema de educación superior en el ciclo 1994-1995 estuvo constituido por 794 instituciones, tanto públicas como privadas, con una matrícula de 1.420,000 estudiantes, de los cuales casi el 5% estaban en el posgrado. El sistema está dividido en cuatro subsistemas: universitario, tecnológico, universitario tecnológico y la educación normal. El más importante de estos es el universitario, compuesto por 39 instituciones públicas y 49 particulares, que albergan el 68% de la matrícula; en los tecnológicos se encuentran el 17.2 de estos estudiantes; en las normales el 9% y en las universidades tecnológicas el 0.3%. Existen 260 instituciones que por sus características no se pueden agrupar en ninguno de esos cuatro subsistemas (Programa de Desarrollo Educativo 1995-2000, p. 135).

Tradicionalmente la investigación se ha concentrado en las universidades, pues actualmente el 65% de los miembros del SNI se encuentran en las IES. Las IES públicas concentran el 63% de los miembros de este Sistema.

También el 48% del personal que se dedica a las actividades de ciencia y tecnología están ubicados en las universidades.

Se han elaborado varios diagnósticos sobre la universidad mexicana, uno de los más recientes es el presentado por la OCDE, el cual contempla una

serie de observaciones, entre las cuales destacan:

1. Las universidades son muy grandes lo que lleva consigo problemas de administración. Los presupuestos son relativamente modestos y los profesores cuentan con un número alto de alumnos.

Tienen alto nivel de concentración, lo cual es lógico debido a la estructura política y económica del país. No obstante, a nivel de la política en CyT deben buscarse mecanismos que mengüen esta concentración, la cual se manifiesta de manera clara en la distribución del SNI, pues se tiene que el 55.6% de estos investigadores se ubica en el D.F. y por instituciones, la UNAM tiene el 33% (datos de 1994). Entre la UNAM, UAM e IPN concentran el 47% del SNI. No está mal para estas instituciones pero también debe considerarse al personal ubicado en la provincia.

2. Se cuenta con un buen número de posgrados, algunos de buena calidad; sin embargo no se prepara personal a nivel de investigadores que vayan al sector productivo.

3. La infraestructura de las universidades de los estados es muy pobre.

4. La cantidad de personal administrativo de las IES es alto, pues comparado con los académicos de tiempo completo resulta que hay un profesor con esta categoría por cada seis empleados administrativos. Esta situación tiene que revertirse para contar con instituciones más flexibles.

5. En lo que respecta a mejorar el proceso de vinculación, este informe considera importante impulsar el modelo de los centros SEP-Conacyt.

El mismo Programa de Desarrollo Educativo actual, señala que los planes de estudio se caracterizan por su rigidez académica exhaustivos planes de estudio y excesiva carga horaria que limitan la movilidad de los estudiantes. Otro factor limitante a los servicios educativos de calidad en la educación superior es la no existencia de centros de investigación de alto nivel ni

estudios de posgrado en las regiones y cuando los hay, carecen de vinculación para apoyar a la docencia.

Con respecto a estas instituciones es conveniente destacar que la universidad es un organismo muy complejo que actúa al mismo tiempo en varios sistemas de la vida nacional.

Se relaciona con el sistema educativo por su papel de formadora de los recursos humanos que la sociedad necesita, nuestras universidades tradicionalmente se han dedicado a la docencia, mediante esta actividad fundamental se han vinculado al sector productivo, bajo las siguientes formas: servicio social de los alumnos en las empresas, periodos de entrenamiento de los alumnos en las unidades productivas, realización de tesis de licenciatura y posgrado enfocados a tratar problemas específicos de las empresas, las donaciones de equipos e instalaciones que algunas empresas realizan a la universidad y la impartición de cursos de capacitación y actualización al personal de las empresas.

Su relación también es con el sector de ciencia y tecnología, ya que una de sus actividades fundamentales es la de hacer investigación llegando a producir nuevos procesos tecnológicos; interviene en la adaptación y transmisión de tecnologías nuevas para el sector productivo, y proporciona instalaciones, laboratorios y recursos humanos para facilitar los procesos de innovación de las empresas.

También está inmersa en el sistema social al desarrollar una serie de actividades que mejoran las condiciones de vida de determinados sectores de la sociedad. Atiende problemas de salud a través de sus dependencias; realiza investigaciones sobre salud, alimentación y medio ambiente; colabora en la administración de la justicia; imparte cursos para una mejor convivencia de los individuos en la sociedad; etcétera.

El sistema cultural y artístico de la universidad constituye un centro de promoción, conservación y extensión de la cultura de una región. Participa

con grupos de teatro, danza, música, artes plásticas, exposiciones, giras, etc. Tiene la capacidad de operar radioemisoras y canales de televisión. Edita libros, revistas, periódicos y gacetas.

Como se puede apreciar, constituye un organismo con múltiples facetas y que está presente en todo tipo de actividades de una región.

En el caso concreto de la vinculación, aún cuando se ha alcanzado cierto grado de madurez por diferentes grupos de investigadores, son escasos los proyectos que encuentran aplicación práctica y las instituciones que impulsan un proceso de vinculación lo pretenden llevar a cabo con el sector moderno de la economía, olvidándose el fortalecimiento a los procesos productivos que repercutan favorablemente en el desarrollo integral y sustentable de las comunidades.¹¹³

1. Las políticas para el posgrado

Una de las políticas de impulso a la educación superior en la década de los setentas fue la creación de nuevas universidades, sobre todo en la provincia. Ante las necesidades de personal capacitado por el crecimiento en las universidades se impulsan los programas de posgrado.

En 1970 sólo trece instituciones tenían programas de posgrado sumando un total de 226 programas y 4,088 estudiantes; en maestría había 124 programas y 3,342 estudiantes, mientras que en doctorado había 52 programas y 746 estudiantes. Para 1985 se registra un total de 1,129 programas, de los cuales 365 son de nivel especializado agrupando 12,417 alumnos, 655 de maestría con 23,990 estudiantes y 109 programas de doctorado con 1,641 alumnos. En el lapso de quince años la maestría creció 7.4 veces mientras que el doctorado creció 2.2 veces.¹¹⁴

Tradicionalmente la función del posgrado en México ha sido de corte

académico, es decir, formar cuadros de docencia e investigación para las propias universidades.

Los programas de posgrado experimentaron un crecimiento fuerte desde 1970 hasta 1983, de este año en adelante la tendencia es a bajar. Según Giovanna Valenti, los motivos que causan esta caída son: *a)* la disminución de la disposición de los individuos para dedicar parte en su tiempo activo a la continuación de su formación intelectual y/o profesional; *b)* el impacto en las expectativas de los demandantes de estudios de posgrado por la reducción de las oportunidades de ocupación en los espacios tradicionalmente receptores de los egresados de posgrado, tanto las instituciones de enseñanza superior y de investigación como el sector público; *c)* la disminución de la oferta de becas de algunas instituciones de enseñanza superior; *d)* el temor de los sujetos de abandonar temporalmente sus empleos por las tendencias recesivas de la economía; *e)* la reducción de las oportunidades que las universidades ofrecían a los docentes jóvenes, en particular las públicas, para que continuaran su formación y maduración intelectual; *f)* el desinterés en algunas áreas de formación y/o de especialización por los síntomas de saturación del mercado de trabajo o por problemas de calidad de la formación; *g)* la reorientación del programa de becas del Conacyt, con la priorización del apoyo a programas que, según sus parámetros, reúnen niveles de calidad, con la consiguiente modificación de la distribución de las becas entre las áreas de conocimiento.¹¹⁵

En 1984, se plantea una nueva política para el posgrado, que viene derivada del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico, donde se establecen los siguientes objetivos:

- Tener capacidad para formar el personal de alto nivel requerido por el sector de la producción de bienes y servicios y el propio sistema nacional de ciencia y tecnología.
- Conseguir íntima vinculación entre la enseñanza del posgrado y la investigación, pues ésta es la única manera de reproducir los recursos humanos necesarios para el desarrollo científico y tecnológico sostenido.

- Promover una mayor participación de las empresas públicas y privadas en el financiamiento y orientación de los programas de promoción de recursos humanos, y fomentar el pleno empleo de los egresados del subsistema; y,
- Colaborar con los sistemas de educación básica y media para reforzar en ellos la enseñanza de la ciencia y la tecnología a fin de lograr matriculación y calidad en las carreras de ciencias e ingeniería.¹¹⁶

Además, en la política de formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología hace un buen diagnóstico del posgrado en México y fija como objetivo de una política para el impulso de este nivel de educación, el siguiente:

Apoyar las políticas de la Secretaría de Educación Pública para contribuir al desarrollo del posgrado nacional de mayor calidad, más amplio, equilibrado tanto geográficamente como por áreas del conocimiento y mejor vinculado con los requerimientos prioritarios para el desarrollo del país.

Este objetivo pretendió alcanzarse bajo las siguientes acciones:

- Patrocinio de profesores visitantes nacionales y extranjeros.
- Patrocinio de la incorporación de exbecarios selectos del Conacyt.
- Reforzamiento de acervos bibliográficos o servicios de información.
- Complementación de la infraestructura experimental.¹¹⁷

En el diseño de la política del posgrado también existe un marcado interés por lograr la participación del sector privado, para lo cual se anuncian un conjunto de acciones tendientes a responsabilizar a empresas y organismos del sector, de manera directa, en el impulso de programas de posgrado.

Con el llamado al sector productivo se pretende promover una mayor participación de las empresas públicas y privadas en la orientación y financiamiento para la formación de recursos humanos de alto nivel. Coordinar la participación de los centros de posgrado para la implementación de programas especializados en la formación de recursos adecuados para

los establecimientos industriales.

Atendiendo a la anterior política, el Conacyt creó en 1984 el Programa de Fortalecimiento del Posgrado Nacional. Este Programa canaliza recursos para la realización de acciones con las siguientes orientaciones:

- Contribuir a mejorar la calidad y ampliar el número de profesores y alumnos de los programas de posgrado.
- Promover el máximo aprovechamiento de la capacidad actual de formación de personal en los centros nacionales de investigación, principalmente en los de mayor calidad y productividad.
- Apoyar una descentralización geográfica gradual del sistema nacional de posgrado.
- Apoyar el mejoramiento de la infraestructura física de los centros de posgrado, dando prioridad a los programas que propicien acciones concertadas de dos o más instituciones.

Para resolver problemas muy concretos del sector productivo se crearon los siguientes programas especiales: *a)* Programa Interinstitucional de Posgrado en Alimentos; *b)* Programa Tutorial de Formación de Diseñadores Mecánicos. Estos programas atendieron a la baja de personal de investigación formado en estas áreas, según los resultados del diagnóstico realizado.

Por lo anterior se puede observar que en esta época (1984-1986), se implementaron políticas bien definidas para el impulso al posgrado, sin embargo para este último año los programas de posgrado habían decrecido con respecto a 1983, lo cual se debía a las mismas razones que Giovanna Valenti señalaba arriba.

Para 1992, año de la “Modernización tecnológica” se da un nuevo impulso a los programas de posgrado, el cual parte de una “Evaluación de los programas de posgrado de excelencia para la ciencia y tecnología”. Esta evaluación la llevó a cabo el Conacyt con la finalidad de integrar el “Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia”. Dicho padrón tiene los siguientes

objetivos:

1. Orientar a los estudiantes sobre las mejores opciones para realizar estudios de posgrado.
2. Otorgar becas en forma sistemática a los estudiantes asociados a los posgrados de excelencia.
3. Identificar los programas de posgrado que deben ser fortalecidos para su mejor desarrollo.
4. Asegurar que los estudiantes que se forman, tanto en México como en el extranjero, lo hagan en programas de la más alta calidad.

Los criterios que se consideraron para esta evaluación fueron:

El programa debe contar con una planta permanente de profesores con nivel doctorado, dedicados de tiempo completo al programa.

Los miembros del programa deben ser investigadores activos, y, sobre todo, que pertenezcan al SNI.

Los investigadores del posgrado deben tener una amplia trayectoria de investigación.

Contar con una buena eficiencia terminal, medida por el nivel de estudiantes graduados en cada posgrado.

En el caso de los posgrados tecnológicos también se tomó en cuenta el grado de vinculación que presenta con el sector productivo.

Es difícil revertir las tendencias que Valenti señalaba para el posgrado, en 1986. La centralización en cuanto a los programas de posgrado y con respecto al nivel de egresados siguió dándose en el Distrito Federal, pues de 1984 a 1989 la centralización se fue agudizando. En 1984 el 70% de los egresados provenían de la provincia, en cambio, para 1989 esta cifra fue de sólo el 49%. Para tener una idea más clara tendría que revisarse por niveles,

lo cual se halló como sigue: en especialidad, en 1984 el 20% estaba en el D.F., pero para 1989 esta cifra pasó al 65%, ello muestra que la especialidad es el nivel que tuvo un mayor grado de centralización; en 1984, el 35% de la maestría, estaba en el D.F., y para 1989 era sólo el 29.3%. Este nivel bajó su grado de centralización; el doctorado no ha tenido variación, está concentrado en el Distrito Federal.

Otro fenómeno que se observa y que se ha mantenido constante es lo exiguo del nivel doctorado, pues ha representado alrededor del 3% del total de alumnos inscritos en el posgrado.

Para 1994 los alumnos inscritos en especialidad eran 17,613 (32%), donde el área de ciencias de la salud tenía 11,483 que representa el 65.2% del total de la especialidad. La maestría alcanzó una inscripción de 34,203 (62%), el área más numerosa fue la de ciencias sociales y administrativas con 16,024 alumnos, que representó el 47% de la inscripción total en maestría; cabe aclarar que el número mayor lo comprenden las ciencias administrativas; haciendo un paréntesis digamos que de un modo u otro es incorrecto que se agrupen en una misma área las ciencias sociales y las ciencias administrativas. En el nivel de doctorado la inscripción siguió siendo raquítica al alcanzar 3,094 alumnos (6%).

En cuanto a la vinculación del nivel posgrado con el sector productivo cabe resaltar lo siguiente:

Una de las formas más socorridas de vinculación de las instituciones de posgrado con las industrias es la firma de convenios de asesoría a la industria. Otro tipo de vinculación son las llamadas "maestrías institucionales" que es una forma de participación directa de las instituciones de educación superior para la impartición de cursos de posgrado al personal de una empresa o de varias empresas al mismo tiempo, para ello se cuenta con convenios entre la institución de educación superior y la empresa o grupo de empresas. Como ejemplo de ello se tienen los convenios firmados entre el Instituto Mexicano del Petróleo y diferentes instituciones de educación superior. Estas

maestrías institucionales tienen que incidir en los siguientes rubros:

- Fortalecer el posgrado nacional.
- Formar recursos humanos necesarios para la industria.
- Ampliar la vinculación del sector productivo con las universidades para la formación de especialistas.
- Establecer los canales para incorporar a posgraduados al mercado de trabajo.¹¹⁸

Para reforzar la importancia que ha adquirido la vinculación en la planeación y política de las universidades, presentamos a continuación algunas experiencias que resultan centrales para entender este proceso en la universidad, quizá el más importante es la experiencia de la UNAM.

2. Centro de Innovación Tecnológica de la UNAM

La Universidad Nacional Autónoma de México crea, en 1983, la Dirección General de Desarrollo Tecnológico, la cual tenía por objeto reforzar las labores de transferencia de tecnología de los centros de investigación de la Universidad a la industria, esta unidad no contaba con personal académico ya que tenía un carácter administrativo y de apoyo a los diferentes centros de la Institución.

El problema fundamental que enfrentó esta dependencia fue la falta de conocimiento del proceso de innovación tanto por parte de los investigadores como por parte de los empresarios. Con esta experiencia se pudo observar que los esfuerzos de la Dirección eran insuficientes con respecto a los problemas que debía resolver, por lo que en febrero de 1985, se creó el Centro para la Innovación Tecnológica (CIT), el cual seguía realizando las labores administrativas y de apoyo, pero además, tendría a su cargo las labores de investigación académica en las ramas de política, economía y administración de la tecnología.

Las funciones que ha realizado el CIT, son: búsqueda de información técnica y económica para los proyectos; establecimiento de estrategias para

la protección industrial; ayudar a los investigadores en la presentación de proyectos; búsqueda de empresarios interesados en la tecnología; redacción y negociación de contratos de transferencia tecnológica; seguimiento de proyectos contratados; gestiones de financiamiento alternativo para proyectos; consultoría a empresas sobre aspectos diversos de administración tecnológica, y búsqueda de consultores especializados para los proyectos de investigación.

De 1985 a 1991, el CIT había logrado 234 acciones de vinculación, de las cuales sobresale el área de la salud con el 16%, administración de tecnología el 14%, industria química 10%, materiales 9%, electrónica 9% y alimentos 8%.

Al hacer un estudio de 110 contratos entre 1985 y 1991, celebrados por institutos o facultades de la UNAM y considerando solamente aquellos en los que está por delante un desarrollo tecnológico, sin contar las asesorías ni cursos de administración de tecnologías, se encontró que quien más convenios de vinculación ha logrado es la Facultad de Química con 22 convenios, la mayoría de ellos con empresas privadas; el Instituto de Investigaciones Biomédicas con 20; el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología 14, la Facultad de Ingeniería, 11; Instituto de Investigaciones de Materiales, 10; y la Facultad de Medicina 5.

Los resultados anteriores son comprensibles, pues históricamente la química fue la ciencia que logró las primeras vinculaciones exitosas; pero además es la química y la medicina donde ha resultado más fácil promover la vinculación, en el caso de la UNAM. Lo anterior también se debe a que se han instalado unidades particulares de vinculación en las Facultades de Química, Medicina, Odontología, Instituto de Investigaciones Biomédicas, Instituto de Biotecnología, Instituto de Investigaciones en Materiales y la ENEP-Zaragoza, lo que ha conformado una red de núcleos para la búsqueda de la vinculación.

La creación de estos núcleos se debió al reconocimiento de que en ciertas áreas tecnológicas la labor de vinculación es más intensa y tiene un grado de especialización más alto. Esta red de núcleos ha llegado a ser tan importante

que en el total de convenios suscritos entre 1985 y 1991 el 51% de los mismos se ha logrado por este sistema.

Estos núcleos han sido un factor clave para disminuir la desconfianza de los investigadores hacia la factibilidad de los procesos de vinculación.

Creo que al CIT le ha faltado realizar una labor más intensa al interior de la Universidad para buscar la colaboración entre los mismos centros y facultades de la propia institución, o cuando menos los contratos y reportes revisados así lo indican, porque la mayoría los ha logrado una sola dependencia.

Un elemento importante es que la mayoría de los desarrollos tecnológicos se han generado a iniciativa de las dependencias de la Universidad y no provienen del sector productivo. En una evaluación realizada por el propio CIT, sobre 124 proyectos, se encontró que el 63% tuvo su origen en los propios investigadores de la institución.

Cuadro V. 1
Contratos de Vinculación logrados por el CIT

Area	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	Total
Admón. de tecnología	3	5	5	4	3	4	9	33
Agropecuaria y Agroindustrial	1	1	2	1	3	2	2	12
Alimentos	3	2	5	2	3	4	-	19
Electrónica e Informática	-	4	5	4	3	4	-	20
Ind. Química	1	1	2	7	3	3	6	23
Ind. Ambiental	1	-	3	3	3	3	5	18
Maquinaria y Equipos	2	-	2	3	1	8	2	18
Materiales	1	4	4	4	5	2	2	22
Salud	4	11	1	6	7	5	3	37
Otros	6	6	10	2	5	1	2	32
Total	22	34	39	36	36	36	31	234

Nota: Cuadro del cuaderno núm. 10 del CIT

3. El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Un esquema muy diferente es el de ITESM, el cual ha creado el Centro de Valores Humanos que cuenta con una serie de programas con la idea de completar la formación del estudiante, estos son: Programa Emprendedor, para desarrollar el espíritu emprendedor del estudiante; Demac, pretende fomentar el espíritu emprendedor con actividades dirigidas hacia instituciones educativas y de servicios y hacia la sociedad en general; Prolíder, es la formación de líderes; Qualitas, promueve la filosofía de la calidad; Programa de Fomento a la Salud; Servicio Social y; Valores para el Ejercicio Profesional. Todos los programas resultan muy interesantes para la formación integral del profesionista.

Nuestro interés se centra en el Programa Emprendedor en el que se cuentan las siguientes estrategias:

El Programa de Consultores Distinguidos, el cual incluye un conjunto de conferencias y talleres para completar la formación del alumno encaminado hacia la consultoría de empresas.

La Muestra Empresarial del Programa Emprendedor, cuyo objetivo es dar a conocer a directivos, maestros y alumnos del *campus*, el esfuerzo, ingenio y dedicación con que cuentan los jóvenes emprendedores para realizar proyectos de empresas.

El Concurso de Desarrollo de Emprendedores, donde cada empresa tiene la libertad de exponer la idea, organización y planeación del proyecto.

Este tipo de programas, más que buscar la vinculación con el sector productivo, tienden a despertar el espíritu empresarial de los alumnos.

Lo anterior constituye una estrategia novedosa, sin embargo se puede señalar que no todos los alumnos serán empresarios como es la idea del Programa Emprendedor y lo que se tiene que hacer es definir vocaciones y

preparar a cada cual según sus intereses, aptitudes y actitudes. Estos programas se implementan a nivel bachillerato y licenciatura. Considero que la vinculación de la universidad con el sector productivo debe tener más fuerza en el nivel del posgrado y en los proyectos de investigación, pues los nuevos desarrollos de procesos y de productos cuentan con un alto contenido de conocimientos que sólo son propios a estos niveles.

El ITESM, fundó en 1985 en el *campus* Monterrey, la División de Graduados e Investigación (DGI) cuyos objetivos generales se definieron en el sentido de formar recursos humanos altamente calificados, y apoyar la planta productiva en su búsqueda de la competitividad

En ese mismo año, el ITESM *campus* Monterrey inicia otro gran esfuerzo que es la construcción del Centro de Tecnologías Avanzadas para la Producción, el cual inició labores en 1988 y está compuesto por el Centro de Automatización y Control de Procesos Industriales, Centro de Desarrollo Biotecnológico, Centro de Electrónica y Telecomunicaciones, Centro de Inteligencia Artificial, Centro de Investigación en Informática, Centro de Sistemas de Manufactura y Centros de Óptica.

Los servicios que presta el Cetec a la industria son: formación de recursos humanos, información tecnológica, infraestructura computacional y de laboratorio, transferencia de tecnología e intercambio de recursos humanos con la industria.

Por los objetivos que el Cetec se ha planteado hay que considerar que la cantidad de investigadores con que cuenta es muy reducida para poder aspirar a un proceso de investigación más importante.

4. La Universidad Autónoma de Sinaloa

En lo que respecta a la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), inició un conjunto de actividades mediante un programa denominado: Universidad y Sectores Productivos. En la primera etapa (febrero a junio de 1995), se

realizaron 39 conferencias y 21 mesas redondas relacionadas con el tema de la vinculación. Además se firmaron 44 acciones de vinculación que contemplan convenios y acuerdos de colaboración.

De los convenios de trabajo que se tienen firmados, 14 corresponden a organizaciones de productores, 9 a dependencias del gobierno en sus diferentes niveles, 9 a colegios de profesionales, 5 a empresas privadas y los restantes a otros organismos. (Cuadro V.2)

Cuadro V.2
Participación General por Escuelas y Facultades

Escuela o Facultad	Conferencias		Acciones de
	Redondas	Vinculación*	
Facultad de Ciencias Químico Biológicas	3	1	3
Medicina Veterinaria y Zootecnia	3	3	6
Arquitectura	4	1	2
ECEA-ECA (Guasave)	3	1	6
Ingeniería (Mazatlán)	3	1	2
ESCAADER (Guamúchil)	3	1	6
Ciencias de la Salud	1	3	0
Muestra Regional Zona Norte (Los Mochis)	2	1	8
Ciencias del Mar (Mazatlán)	2	2	2
Ingeniería	3	1	2
Muestra Regional Zona Sur (Mazatlán)	2	4	1
Trabajo Social	1	1	4
Ciencias de la Tierra	3	1	0
Escuela Superior de Agricultura	6	0	2
Total escuelas 31	39	21	44

* Incluye convenios, acuerdos de colaboración y cartas de intención.

5. Centro Nacional Editor de Discos Compactos (Cenedic)

El Cenedic es una empresa universitaria fundada por la Universidad de Colima, que hasta fines de 1994 había editado 37 discos compactos y tenía 18 más en producción. Desde el principio se planteó como una empresa universitaria autofinanciable, lo cual logró al final de los primeros dos años de funcionamiento.

El Cenedic se creó en 1990, pero tiene sus orígenes en 1983 y es resultado de la necesidad de crear un sistema de bibliotecas para la universidad de Colima, misma que se encuentra descentralizada en cuatro campos. En 1991 editó los primeros discos compactos y a la fecha ha producido más que cualquier otra empresa del país. En 1994 participó en el comercio internacional pues produjo discos para entidades fuera del país, tal es el contrato que obtuvo con el Centro Regional de Investigaciones Económicas y Sociales de Nicaragua.

6. Programa de desarrollo profesional en automatización

La UAM Azcapotzalco creó en 1992 lo que se llama Programa de Enlace Tecnológico con el cual pretende acercarse a los sectores productivos, resolver problemas tecnológicos, promover fuentes alternas de financiamiento y generar e impulsar un ambiente académico anclado en la solución de problemas prácticos.

Este departamento inicia el convenio de colaboración con la empresa Schrader Bellows Parker, el cual contempla:

- Fundar un Programa de Desarrollo Profesional en Automatización.
- Todos los equipos donados a la Universidad deberán estar acordes al desarrollo tecnológico actual del Control de Movimiento.
- La Universidad sería la encargada de generar y administrar planes de estudio para las actividades de capacitación y formación de recursos humanos, así como adecuar o producir los textos correspondientes.
- La administración de los recursos económicos derivados de la operación del convenio los haría la Universidad.
- La Universidad trasformaría un espacio físico para instalar equipo de

laboratorio, una sala de conferencias y el correspondiente para una sala de computadoras. La universidad proporcionaría el mobiliario indispensable para el proyecto.

Los prototipos de máquinas que han sido desarrollados en este programa son los siguientes:

1. Dobladora de tubo automática, con potencia hidráulica y control electrónico
2. Prensa automática de vulcanizado con control electrónico.
3. Simulador de la secuencia de operación de una máquina sopladora de plástico.

7. Los trabajos de la ANUIES

Por otro lado, la ANUIES inicia un trabajo tendiente a que las IES emprendan acciones de vinculación, para lo cual propone el documento Líneas de Acción para la Elaboración del Programa de los Grupos Permanentes de Trabajo de Vinculación de la ANUIES. Con dicho documento se pretende que las IES a nivel regional trabajen en los siguientes puntos: concepto y modelos de vinculación, experiencias institucionales de vinculación, gestión y formación de recursos humanos para la vinculación y organización de la vinculación institucional.

La ANUIES hace un reconocimiento a las exigencias que enfrenta la educación superior y, como producto de la modernización de la estructura productiva, la crisis financiera y la búsqueda de pertinencia de las IES, surge como estrategia la cooperación y colaboración entre éstas, los centros de investigación, el sector productivo y el Estado.

En el documento Propuestas para el Desarrollo de la Educación Superior presentado en julio de 1995, considera como uno de los puntos fundamentales la vinculación con el sector social y productivo, reconociendo que, a pesar de ser la vinculación una añeja y reiterada demanda de la sociedad y de las

instituciones, no se han encontrado los mecanismos idóneos, tanto por falta de reflexión teórica como por la carencia de experiencias exitosas. Con la vinculación se pretende potenciar el alcance social del quehacer que realizan las universidades y los institutos tecnológicos frente al nuevo comportamiento de las variables económicas, sociales y políticas que ha irrumpido en la escena nacional.

B) LOS INVESTIGADORES Y LA VINCULACIÓN

1. El Sistema Nacional de Investigadores (SNI)

Como una política tendiente a incrementar las percepciones de los investigadores surge el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el cual se inicia en julio de 1984, teniendo como propósitos la preservación de la planta de investigadores del país; proporcionar una mayor superación y productividad de los investigadores y fomentar la participación y autoevaluación de la comunidad científica.

El SNI tiene entre sus motivadores fundamentales la inquietud presentada por la Academia de Investigación Científica (AIC) ante el inminente peligro de deterioro y desintegración de la comunidad científica mexicana por los efectos de la crisis.

Ante la grave situación económica nacional resulta natural la preocupación de la AIC, por evitar un proceso de desintegración del escaso sistema de investigación existente, su gestión tuvo éxito y en diciembre de 1983 con motivo de la entrega de los premios anuales de la Academia, el presidente de México invitó a los investigadores a que presentaran un proyecto que estableciera los mecanismos de impulso a la profesión del investigador, mayor eficiencia de los investigadores y una más alta calidad de sus investigaciones.

Cuadro V. 3
El Sistema Nacional de Investigadores

Area	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Candidatos	Totales
I	35	96	333	115	579
II	49	114	341	85	589
III	38	49	114	8	209
Totales	122	259	788	208	1 377
I	4	119	84	116	323
II	11	16	123	211	361
III	20	38	114	60	232
Totales	35	173	321	387	916
I	3	3	35	54	95
II	1	7	54	124	186
III	7	18	67	49	141
IV	1	8	75	274	358
Totales	12	36	231	501	780
I	42	118	452	335	997
II	61	137	518	420	1 136
III	65	105	295	117	582
IV	1	8	75	274	358
Totales	169	368	1 340	1 146	3 073

Notas: Area I. Ciencias Físico Matemáticas e Ingeniería.
 Area II. Ciencias Biomédicas y Químicas.
 Area III. Ciencias Sociales y Humanidades.
 Area IV. Ingeniería y Tecnología. Esta nueva área se aprueba para la recepción de solicitudes el año de 1986.

Fuente: Los cuadros son preparados por el autor con base en la información presentada por Malo, Salvador, en *Ciencia y Desarrollo*, Ed. Conacyt, núm. 67 y 74.

La AIC le toma la palabra al presidente, pues el discurso al que se hace mención fue pronunciado el día 6 de diciembre de 1983 y el proyecto relativo fue presentado en mayo de 1984 y aprobado en julio del mismo año. Esta primera aprobación y las dos siguientes tuvieron los resultados presentados en el cuadro V.3.

En 1987 la admisión se llevó a cabo como se observa en el cuadro V.4.

Cuadro V. 4

Area	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Candidatos	Totales
I	58	93	329	284	764
II	68	137	443	458	1 106
III	79	120	329	177	705
IV	4	65	238	613	920
Totales	209	415	1 339	1 532	3 495

Fuente: Cuadro elaborado por el autor con base en la información presentada por Malo, Salvador. "El SNI: Su situación en 1988", en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 79, marzo-abril de 1988, p.95.

Los anteriores cuadros constituyen la información cuantitativa del SNI a lo largo de cuatro años, desde su fundación hasta 1987. Sin embargo su crecimiento no ha sido alto, pues actualmente (1994), su cifra es de 5879, como se puede apreciar en el cuadro V.5.

Cuadro V. 5
SNI en 1994

Area	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Candidatos	Totales
I	94	181	488	168	931
II	116	258	907	630	1911
III	116	211	836	382	1545
IV	51	157	781	503	1492
	377	807	3012	1683	5879

Sobre este sistema es pertinente hacer las siguientes acotaciones:

1. El SNI es muy reducido comparado con las necesidades científicas y tecnológicas de nuestro país. Si su comparación se hace con el total de la población resulta ser de apenas el 0.0066%, lo que quiere decir que existe un investigador por cada 15,000 habitantes, cifra que resulta muy pobre, aunque, claro está, en el SNI no se encuentran todas las personas que están llevando a cabo trabajos de investigación. En el país existen 57016 personas dedicadas a actividades científico-tecnológicas. Además, el crecimiento del sistema ha sido lento como se puede comprobar en el cuadro V.6.

Cuadro V. 6
Crecimiento del SNI

Año	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Miembros	1396	2276	3019	3458	3774	4666	5704	6165	6602	6233	5879
Variación %	-	63	33	15	9	24	22	8	7	-6	-11

Fuente: Indicadores del Conacyt

La cifra máxima que ha alcanzado el Sistema ha sido en 1992, ya que fue de 6602 investigadores, pues en los siguientes años se presentó decrecimiento.

2. La concentración geográfica de este sistema ha tenido el comportamiento siguiente:

Cuadro V. 7
La concentración en el SNI por niveles

Niveles	1984		1985		1986		1987	
	Estados	D.F.	Estados	D.F.	Estados	D.F.	Estados	D.F.
III	13	109	4	30	1	11	26	183
II	36	223	16	63	10	26	93	322
I	230	558	89	222	96	135	474	865
Candidatos	107	101	284	157	331	170	1024	508
Total:	386	991	393	472	438	342	1 617	1 878

Fuente: Los datos de 1984 y 1985 fueron tomados de *Ciencia y Desarrollo*, núm 67, marzo-abril de 1986, Ed. Conacyt.

Los datos de 1986 se tomaron de *Ciencia y Desarrollo*, núm. 74 , mayo-junio de 1987, Ed. Conacyt.

Los del año de 1987, de la misma publicación en su núm. 79 de marzo-abril de 1988.

En la primera aprobación se observa una gran concentración hacia el D.F., pues el 72% de los investigadores se inscribía en esta región, pero dicha concentración se expresa más fuerte en el nivel III, ya que en el D.F. se concentraba el 89% de los investigadores. Para el inicio de la llamada segunda etapa, en 1987, la concentración general en los tres niveles tiende a ser menos marcada, pues el 54% se encontraba en el D.F. En el nivel III este fenómeno no tuvo cambios con respecto a 1984, pues el 88% de los investigadores de este nivel se encontraba en el D.F.

Este fenómeno de la concentración es explicado porque tradicionalmente las IES de mayor nivel académico se han ubicado en el área metropolitana y, además, son las que mayores recursos dedican a las actividades de investigación. Por otro lado, se infiere el impulso de una política encaminada a la formación de nuevos investigadores, pues el nivel de candidatos ha crecido más que ninguno, este crecimiento se presenta más en los estados que en el D.F.

3. En el reglamento emitido en 1984 sólo pueden presentar candidaturas al sistema las instituciones públicas; es decir, sólo podrían solicitar su ingreso al sistema aquellos investigadores que trabajan de tiempo completo en

instituciones públicas de investigación o docencia. El nuevo reglamento del 2 de junio de 1987 elimina esta restricción dando oportunidad a las instituciones privadas para la presentación de candidatos.

4. Aparte de la concentración, el SNI presenta otros defectos producto de la realidad que vivimos y de la concepción que sobre las actividades científico-tecnológicas tradicionalmente conservamos. Uno de ellos es la evaluación de tipo individualista que se hace al investigador y no se evalúan grupos o equipos de trabajo. Esta concepción individualista impide la conformación y maduración de equipos de investigación, así como enfrentar tareas investigativas desde el punto de vista multidisciplinario, como es el caso de la investigación en nuevas tecnologías. Mi apreciación es que la política del Estado mexicano en ciencia y tecnología no debe estar encaminada a la creación de nuevos organismos burocráticos orientados a la coordinación de las actividades científico-tecnológicas, sino evaluar y redefinir las funciones de los organismos ya existentes, de tal manera que se contribuya a una readecuación y reorientación de sus funciones.

2. La opinión de los investigadores por áreas del conocimiento

En lo que respecta a los investigadores se realizó un trabajo de auscultación directa con 100 investigadores pertenecientes a la Universidad Autónoma de Sinaloa. Sus opiniones se distribuyeron por áreas.

Area de Ciencias Sociales

La iniciativa privada y los funcionarios del gobierno tienen una visión de corto plazo y su obsesión es obtener resultados inmediatos, lo que refleja el desconocimiento de los fines de la investigación.

Existe cierta preocupación por parte del sector público en la investigación, sin embargo los estudios que desea son de tipo coyuntural y sin continuidad y además existe falta de vocación y decisión por conocer las causas reales de los problemas que afectan a la región.

En esta área han tenido eco ante diferentes organismos regionales proyectos referidos a la problemática de los obreros agrícolas del valle de Culiacán, entre otros, Los Indígenas en el valle de Culiacán; Migración y Salud; Los Plaguicidas en el valle de Culiacán y Tóxicos en la Leche Materna. Otro tipo de proyectos que han encontrado aceptación en el sector público son Historias Municipales, Minorías étnicas de origen extranjero, Sinaloa para niños, Culiacán, confluencia de ríos y hombres. Todos estos proyectos han encontrado financiamiento por parte de organismos gubernamentales regionales. El primer tipo de proyectos se explican en virtud de los graves problemas de salud de los asalariados del campo, lo cual se agudiza por la cantidad de agroquímicos que se han venido utilizando de manera inadecuada. En lo que se refiere al segundo tipo de proyectos, éstos han encontrado aceptación y financiamiento debido al programa que se ha desarrollado para difundir la historia y cultura de Sinaloa.

Lo anterior nos dice que en una región donde no existe ninguna tradición de vínculo es necesario establecerse sobre proyectos bien definidos y sobre necesidades de los distintos sectores.

Otro factor que cuenta para la vinculación de los proyectos es la relación que tenga el investigador en las esferas gubernamentales, pues existen proyectos de gran impacto para la región, que, sin embargo, no han podido encontrar ninguna forma de vincularse a organismos externos a las universidades. Esto se debe a que el proceso de vinculación ha sido buscado de manera particular por cada investigador, sin existir una política que dé impulso a la vinculación por parte de los centros de investigación o por parte de las instituciones de educación superior de la región.

Area de Medicina Veterinaria

Donde se encuentra cierto grado de vinculación con las empresas productoras es en lo referido a la atención médica de los animales, sobre todo en las enfermedades comunes en la región como la brucelosis. Esto sucede así porque en nuestra escuela de Medicina Veterinaria el área que tiene mayor

fuerza en la investigación es la de sanidad animal.

Se tienen buenos resultados en cuanto a proyectos en el manejo de animales para el abasto y la calidad de la carne, sin embargo no ha existido poco interés por parte de los productores de carne o por parte de las autoridades sanitarias en este tipo proyectos.

Ciencias Agronómicas

La vinculación de las instituciones de educación superior se ha dado más con organismos públicos que hacen investigación en este campo, tales como INIFAP y SAGDR. Una parte de este fenómeno se explica porque este tipo de organismos tienen investigadores y se realizan proyectos conjuntos entre investigadores de las universidades con los investigadores de estos centros.

La vinculación con el sector productivo ha sido sobre proyectos muy precisos tal es el caso del estudio de la rabia del garbanzo, enfermedades del maíz en diferentes fechas de siembra, diagnóstico de enfermedades de algunos cultivos en el valle de Culiacán, enfermedades de tipo viroso y fungoso del tabaco y hortalizas, y grado de contaminación por agroquímicos en el valle de Culiacán.

En esta área la mayoría de los investigadores están trabajando en equipo, pero a nivel de universidad o de centros de investigación, son incipientes los equipos formados conjuntamente con investigadores de centros de investigación y organismos del sector privado.

La idea de vinculación que prevalece es que los investigadores deben crear un determinado producto o proceso y transferirlo o venderlo en el mercado.

Uno de los proyectos que tuvo una vinculación rápida fue el de plasticultura. La difusión más fuerte se ha dado a partir de 1991, por lo que los productores que primero la introdujeron tuvieron ventajas en la disminución de costos sobre aquéllos que se tardaron en introducir esta

innovación.

Este grupo de investigaciones que ha introducido innovaciones tecnológicas en la agricultura del valle de Culiacán lo ha hecho de manera individual y por su cuenta, es decir, ellos mismos buscaron convencer a la iniciativa privada de sus proyectos obteniendo buenos resultados.

Proyectos de más alcance o de mayor inversión se han desarrollado con organismos como CAADES, tal es el caso del de solarización.

Otro proyecto que ha encontrado buena aceptación es el de la “mosquita blanca”, insecto que causa muchos trastornos en la horticultura. Para este proyecto la SARH está aportando N\$500,000.00 y la iniciativa privada a través de CAADES aporta una cantidad igual.

En el caso del sector agrícola la preocupación por la vinculación ha venido de parte de los investigadores y no se ha constituido en una política institucional, este proceso se ha dado de proyecto en proyecto y los mismos investigadores han sido los interesados en encontrarles financiamiento, pues las instituciones de educación superior regionales no han diseñado una política que impulse este proceso. Una universidad debe contar con personal que sepa vender proyectos o, de otra manera, que induzca el proceso de vinculación.

Los proyectos que han tenido éxito son los relacionados con las enfermedades o curaciones, pero no se ha tenido un éxito de nuevas variedades de plantas. La vida de las variedades es corta porque surgen patógenos nuevos que las destruyen, por lo que constantemente se tienen que estar renovando las variedades, de ahí la necesidad de mantener una investigación constante con el fin de tener siempre experimentadas nuevas variedades de sustitución. En nuestro medio este proceso resulta muy difícil porque existe la necesidad de mantener proyectos constantes de mejoramiento genético, lo que resulta costoso y de atención permanente. Por tal motivo casi todas las variedades provienen de empresas trasnacionales.

El mismo fenómeno se presenta en el caso de la ganadería, pues es precaria la investigación en la creación de nuevas razas.

La Química

En el área de la química es donde se experimentan los primeros procesos de vinculación de la universidad con la industria, pues durante la llamada Segunda Revolución Industrial, esta ciencia revoluciona varios procesos de producción. En el caso de Sinaloa se observa que los proyectos que más se han apoyado son los referentes a los estudios de virus, bacterias y parásitos en las aguas que consumen las principales ciudades del estado.

Otras investigaciones muy importantes son las referidas a la contaminación en mariscos y peces de agua dulce, ya que se han hecho estudios sobre la contaminación en camarón, lobina y mojarra.

Con el surgimiento de la maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos, los proyectos de investigación en la facultad de Química han adquirido otra dimensión, pues están desarrollando trabajos muy relacionados con el sector productivo en el campo de las hortalizas y frutas, pero también con algunos productos del mar.

3. Opiniones de otros investigadores

En entrevistas personales con algunos investigadores se pudieron recoger opiniones muy interesantes en torno al proceso de vinculación.

Para algunos investigadores la vinculación es absolutamente indispensable, lo que no se puede es que una persona haga todo, que el investigador determine qué tema de investigación es el adecuado para vincularse con la industria y que lo desarrolle, arme un laboratorio que le permita investigar, que forme gente, produzca resultados fundamentales y los aplique, que convenza a la industria que estos temas son interesantes para ella, que lo demuestre. Lo que falta en México, es una cadena adecuadamente articulada

desde el investigador que está generando los conocimientos básicos, el investigador que está motivado por las aplicaciones de esos procesos para conformar una tecnología, el ingeniero que está motivado en tomar esa tecnología con propósitos de producción, el distribuidor que toma esos productos terminados y lo distribuye en el país y fuera de él. Ninguna de las generaciones anteriores de investigadores han planteado de manera correcta el problema, tenemos una estructura incompleta, de ahí que ésta, aparentemente no produzca y exista una desconfianza mutua entre investigadores y empresarios. Lo que pasa es que cada uno está siendo parte de una cadena en la que faltan eslabones.¹¹⁹

Otros investigadores opinan:

Los investigadores estamos todavía muy desligados de la industria, somos muy desconfiados, tanto el investigador hacia el industrial como el industrial hacia el investigador, yo siento que la industria en México todavía no tiene la cultura para apostar cierto monto a la investigación, la crisis constituye un factor para que los empresarios se acerquen más a los investigadores. Los acercamientos son esporádicos, nomás se les resuelve un problema y se olvidan de los centros de investigación.¹²⁰

En el Instituto no ha sido posible lograr ninguna vinculación porque en general, las empresas del ramo de la electrónica que trabajan en México son maquiladoras y no están interesadas en desarrollar su tecnología en el país, se dedican más a ensamblar, aunque existen algunas excepciones, tal es el caso de Motorola en Guadalajara, que no únicamente corta los chips y los monta, sino que realiza algunas investigaciones en materiales semiconductores.¹²¹

La vinculación en México es muy escasa, sin embargo, en el caso del Departamento de Ingeniería Eléctrica del Cinvestav se cuenta con algunos trabajos con empresas, tal es el caso de Motorola, Phillips, IBM de México y Viditrón, pero el acercamiento más fuerte ha sido con la primera, ya que tenemos investigadores haciendo estancias en su planta de Guadalajara. Otro

proyecto que se ha desarrollado y ha encontrado pronta aplicación es la construcción de celdas solares, actualmente tenemos una planta piloto que produce celdas solares para autopistas y lugares donde no llega la energía eléctrica.¹²²

C) LAS EMPRESAS Y LOS EMPRESARIOS

El sector empresarial en México dedica pocos recursos para las actividades de investigación y desarrollo, salvo algunas excepciones como los grupos Vitro y Alfa. En general, son limitados los recursos que la iniciativa privada dedica a IyD, pues en 1992, del total de recursos financieros canalizados a este renglón el 20% provenía del sector productivo. En otros países, este sector invierte sumas considerables en IyD, así la iniciativa privada destina el 2.15% del PIB en Japón, el 1.81% en los Estados Unidos y el 1.32% en la Unión Europea.

Cuadro V.8

Indicadores de la inversión en ciencia y tecnología de los países de la OCDE.

I	II	III	I	II	III
Estados Unidos	2.75	50.7	Bélgica	1.69	70.4
Japón	2.87	77.4	Austria	1.51	50.3
Alemania	2.66	60.5	México	0.33	22.3
Francia	2.42	42.5	Finlandia	2.02	56.3
Reino Unido	2.08	50.2	Dinamarca	1.69	51.4
Italia	1.32	47.8	Noruega	1.84	44.5
Canadá	1.50	41.3	Turquía	0.47	27.6
Holanda	1.91	51.2	Portugal	0.61	27.0
España	0.87	47.4	Irlanda	1.04	59.0
Suiza	2.86	74.5	Grecia	0.46	21.7
Suecia	2.90	59.2	Islandia	1.01	24.0
Australia	1.34	40.3			

Fuente: OCDE. Review of National Science and Technology Policy. Mexico. p. 56. I País, II Inversión como porcentaje del PIB y III Porcentaje financiado por la industria. Los datos son de 1990.

Para este apartado se aplicó una encuesta a los directivos de 46 empresas distribuidas en todo el estado de Sinaloa, ubicadas en las diferentes ramas de la industria. Además, se utilizó la información que arroja la Encuesta Nacional de Empleos, Salarios, Tecnología y Capacitación en el Sector Manufacturero.

La dificultad más fuerte para innovar se encontró que es la necesidad de una alta inversión de capital y la falta de apoyo financiero para este proceso. En cambio, factores como el tamaño insuficiente del mercado tuvieron la calificación menor.

El factor financiero tiene un alto peso para las actividades de investigación y desarrollo, pues en general los empresarios tienen la idea de que para poder realizar una innovación tecnológica es necesario contar con grandes recursos. Lo cierto es que el porcentaje de ingresos que dedican a actividades de innovación resulta muy bajo. En 1992, las industrias más dinámicas a nivel nacional, en este aspecto, fueron: la elaboración de conservas con el 1.9% de sus ventas totales, dedicadas a actividades de IyD; chocolates y artículos de confitería, 1.2%; la industria del tabaco 1.4%; industria de cuero y pieles 1.2%; metales no ferrosos 1.0%; ensamble de maquinaria y equipo 1.1%; ensamble de equipo electrónico 1.4%; todas estas industrias correspondientes a la gran empresa.

Los bancos no han mostrado interés por el financiamiento al desarrollo tecnológico, debido al alto riesgo que implica y la falta de experiencia en el otorgamiento en este tipo de préstamos. Por otro lado, para los empresarios, las tasas de interés bancarias son altas y los trámites son burocráticos y tardados. Las altas tasas hacen poco atractivo iniciar actividades de investigación y desarrollo en la mayoría de las empresas, y lo hacen casi imposible para la de menor tamaño.¹²³

El factor queda en segundo lugar, según los empresarios es la falta de apoyo financiero. Actualmente no existen los mecanismos adecuados que permitan a las empresas realizar actividades de investigación y desarrollo y

en las condiciones económicas prevalecientes sólo las grandes empresas tienen posibilidad de impulsar innovaciones tecnológicas.

Aún cuando hay actividades económicas donde la inversión en investigación y desarrollo tiene tasas positivas de retorno, los recursos aplicados han sido insuficientes, tal es el caso de la producción agrícola en algunas zonas del país y en todas aquéllas áreas que se relacionan con cierta facilidad a las actividades de asimilación, difusión y transferencia de tecnología.

Los siguientes factores en la escala de dificultad para innovar son, por un lado, la existencia de una competencia desleal y, por otro, un gran número de oferentes. Los empresarios piensan que existe un mercado muy saturado, pero además, se tiene la competencia desleal de los productos extranjeros y de otras regiones del país.

En las opiniones se marca claramente que las dificultades para innovar son de carácter externo a la empresa. Los factores internos como la calificación del personal y el conocimiento de la tecnología alcanzaron calificaciones muy bajas.

La cuestión del crédito para proyectos sigue siendo un gran problema en nuestro país, más ahora que se vienen a sumar los problemas actuales de carteras vencidas, y otros. El sistema de crédito no se encuentra lo suficientemente desarrollado, lo que hace difícil conseguir financiamiento a proyectos productivos, los créditos los concede la banca comercial sobre garantías de las propiedades de los prestatarios; por lo que conseguir créditos para actividades de IyD se hace imposible para las medianas y pequeñas empresas en estos momentos, lo cual disminuye la posibilidad de innovación para este tipo de empresas, las grandes siguen conservando ciertas posibilidades para la innovación debido a que los precios del capital para ellas son menores, pero además tienen la posibilidad de contar con recursos propios.

Para confirmar lo anterior se revisaron los datos de la Encuesta Nacional de Empleo y Salarios, encontrando que el 59% de las empresas grandes realizaron actividades de investigación y desarrollo entre 1989 y 1992: el 49% de las medianas; el 38.6% de las pequeñas y el 6.7% de las micro, con lo cual se demuestra que la gran empresa tiene mayor frecuencia en la realización de IyD en México. En cuanto al porcentaje de ingresos dedicados a estas actividades, encontramos que es la empresa mediana la que presenta un promedio más alto, pues en 1989 dedicó el 0.6% de su ingreso, y en 1991 pasó al 0.9%. Las empresas grandes pasaron del 0.5% al 0.7% en los mismos años.¹²⁴

Las pequeñas empresas tienen acceso limitado a las fuentes externas de financiamiento, además de otros obstáculos para la adopción de tecnologías, un camino para vencer estos obstáculos debe ser el apoyo del sector público.

Las motivaciones que tuvieron los empresarios para realizar las innovaciones se concentraron en los deseos de elevar la calidad de sus productos y procesos y mejorar sus relaciones con los clientes, en cambio no consideran importante la innovación para la creación de tecnología.

El empresario siente la necesidad de mejorar sus productos y procesos y desea mejorar sus relaciones con los clientes, a través de productos de más calidad. En cambio, no concede importancia a la creación de tecnología. Una conclusión en torno a esto la encontramos en la explicación de que el empresario desea mejorar las condiciones de su empresa pero por la vía de la adquisición de tecnología y no por la búsqueda de desarrollos propios.

Los empresarios muestran inclinación por los diseños de nuevos productos y la mejora de la calidad de los mismos; su preferencia es menor hacia el mejoramiento de los procesos, la maquinaria y el equipo. En el mejoramiento de su operación las industrias descansan más en la compra y transferencia de paquetes tecnológicos y en la adquisición de maquinaria nueva o usada.¹²⁵

Los principales factores que influyen para la realización de las

innovaciones están constituidos por el espíritu emprendedor del empresario, seguido por la atracción de la demanda. No consideran importante la política económica implementada por el gobierno.

En el aspecto de los factores que determinan la innovación encontramos una diferencia más grande en la medida de los indicadores, pues el espíritu emprendedor, la existencia de una demanda segura y las condiciones del mercado tuvieron una ponderación muy alta. Los restantes elementos, como son: condiciones tecnológicas de la empresa, facilidad de financiamiento y la política económica del gobierno no tuvieron mucha importancia, según los empresarios encuestados.

No consideran importantes factores tales como el monto de los recursos para la investigación y desarrollo y la vinculación con las universidades.

La categoría y experiencia del empresario fue el factor que mayor puntaje tuvo dentro de la importancia de los factores para el éxito de una innovación, seguido por la articulación de las actividades productivas con las ventas. En cambio, el factor considerado de menor importancia es la vinculación con las universidades.

De las 46 empresas encuestadas 31 de ellas no han establecido ningún tipo de alianzas o convenios de desarrollo con otros organismos o instituciones, de las 15 restantes, que sí tienen relaciones de trabajo, ninguna lo había hecho con algún centro de investigación, 2 tienen convenios con alguna institución de educación superior a nivel de cursos de capacitación, 6 con empresas industriales del mismo tipo, 4 con empresas de servicios, una con un organismo del gobierno y una con otro tipo de organismos. La mayor parte de los convenios son a nivel de asesoría técnica.

A nivel nacional, del 65% de la empresas que han realizado inversión en IyD lo han hecho en su mismo establecimiento, pero si consideramos a las empresas que llevan a cabo esta actividad en establecimientos de su propiedad el porcentaje sube más allá del 71%, pues el 6.3% de las empresas que realizan IyD tienen locales especiales para esta actividad. Con lo anterior se

demuestra que las empresas que realizan investigación prefieren desarrollarla en establecimientos de su propiedad. Este hecho puede convertirse en un elemento que dificulte el proceso de vinculación o que puede facilitarlo, según la concepción del personal directivo de las empresas y de quienes estén llevando a cabo el proceso de investigación.

Las empresas grandes, medianas y pequeñas que llevan a cabo actividades de IyD con instituciones de educación superior, prefieren hacerlo con las IES privadas, sólo las microempresas tienen preferencia por las instituciones públicas. Las IES privadas han dedicado menos recursos e investigadores a las tareas de investigación y desarrollo.

Las estadísticas estudiadas, también evidencian que las empresas mantienen en último lugar a las universidades como opciones para buscar desarrollos tecnológicos, pues se prefieren a las empresas consultoras y a organismos internacionales. Sólo el 6.4% de las empresas observaron algún convenio de actividades de investigación con universidades, entre 1989 y 1992.

Un hecho importante es que el 85% de los encuestados consideran adecuado para su empresa establecer relaciones de intercambio con una institución de educación superior, de éstas, el 57% cree que las instituciones con las cuales debe establecer vínculos de trabajo son los tecnológicos, pues son éstos quienes pueden hacer llegar la tecnología a las empresas.

Los mecanismos más adecuados para estar al corriente con las innovaciones tecnológicas son la consulta de revistas y la visita a plantas, dejando como último mecanismo la contratación de servicios de capacitación.

La industria nacional dedica en promedio el 3.1% de sus ingresos totales a la transferencia de tecnología. La industria alimentaria dedica el 2.9% de su ingreso, textiles y prendas de vestir el 3.0%, la industria del papel el 5.9%; derivados del carbón, hule y plástico el 2.7%; minerales no metálicos 5.7%; industrias metálicas 3.3%, y maquinaria y equipo 2.8%. Resulta mayor el porcentaje que las empresas medianas (3.0%) y micros (3.8%) dedican a la

transferencia de tecnología.

A partir de las informaciones anteriores se concluye que resulta diferente el proceso de vinculación según sea el tamaño de la empresa. Las empresas grandes invierten más en IyD por lo que la vinculación debe buscarse a nivel de proyectos de investigación que permitan a la empresa contar con un nuevo proceso o producto, resultado de investigaciones propias o de trabajos conjuntos con instituciones de educación superior. La vinculación a nivel de empresa mediana o micro debe ser a nivel de productos o procesos ya desarrollados y probados, ya que prefieren comprar las tecnologías que ya han demostrado su factibilidad.

El proceso de vinculación tiene cada vez mayor aceptación entre los diferentes actores potenciales del mismo y los temores existentes en torno a la distorsión de las actividades académicas han ido disminuyendo. Sin embargo, existe la carencia de una conducta gerencial que incorpore las actividades de investigación científica y tecnológica como uno de los quehaceres de la planta productiva.

Una de las razones fundamentales de la escasa vinculación es que la estructura productiva mexicana es básicamente dual. Por un lado operan las grandes empresas de minería, acero, cemento, vidrio, petroquímica y metalúrgica; por el otro, pequeñas compañías para mercados locales. Aún cuando he señalado arriba que son las grandes empresas las que más realizan actividades de IyD, su nivel es bajo y generalmente compran tecnologías ya probadas, por tanto no contratan investigadores. Las empresas cuentan únicamente con 391 personas dedicadas a las actividades de IyD, donde sobresalen Peñoles con 274 investigadores, HYLISA 38 y Petrocel 25 investigadores. En total representan el 0.7% de las personas dedicadas a actividades de CyT.

Las empresas se encuentran en la lógica de generar utilidades prontas, lo cual hace difícil que se muevan hacia decisiones de desarrollo de largo alcance, entre las que se encuentran la inversión en capacidades científico tecnológicas para la competitividad en el largo plazo.

El empresariado tiene opiniones que dificultan la realización de un proceso de investigación, pues ellos:

- Ponen en duda la creatividad de las instituciones nacionales.
- Señalan que debido al nivel reducido de mercado no se justifican las inversiones en investigación y desarrollo.
- Resulta más barato comprar tecnologías ya probadas, además los resultados son inmediatos, o bien asociarse con una empresa trasnacional grande.
- La universidad ofrece servicios pero no tiene nada que ver con la realidad de la empresa.
- Las empresas no cuentan con los recursos financieros suficientes para invertir en desarrollo tecnológico.
- Es imposible revertir el atraso tecnológico actual por lo que es mejor no intentarlo.
- Se carece de un marco legal para el desarrollo de la investigación en las empresas.
- Universidad e industria están muy distantes y la primera sólo cumple labores de trasmisión de conocimientos sin tener en cuenta la realidad nacional. No presenta proyectos concretos con resultados a corto plazo.
- La competencia entre los empresarios está en otros ámbitos, como en el de los mercados, recursos financieros, pero no en el desarrollo tecnológico.

Un autor señala que, a partir de que se inició la apertura comercial en 1985, la actitud empresarial hacia el desarrollo tecnológico se ha modificado. Mediante un estudio realizado en Monterrey, aplicado a 25 empresas establece que en 1985 el 70% de las empresas grandes y el 39% de las medianas estaban interesados en el desarrollo tecnológico; mientras que para 1988, estas cifras subieron al 89 y 81% respectivamente.

En otra encuesta aplicada en la misma ciudad, a 1040 empresas en 1989, se reconocen los siguientes factores como principales problemas que afectan la competitividad: capacitación (24.5%); tecnología (22.3%); mano de obra calificada (15.9%); insumos deficientes (15.7%); capacidad administrativa

(13.8%) y restricciones gubernamentales (7.8%).¹²⁶

Eduardo Guajardo, presidente de Caniece, opinaba que el proceso de cambio estructural que vive el país refuerza aún más nuestro convencimiento de que la vinculación entre los centros de investigación y desarrollo con el aparato industrial de México, debe intensificarse a efecto de hacer posible primero, un cambio en nuestro marco de aptitudes como condición básica para realizar exitosamente el cambio estructural.

Más adelante señala:

... Pese a la resistencia casi heroica de los investigadores por no emigrar y pese a los honrosos ejemplos de empresas nacionales que sí poseen desarrollos nacionales propios, esto no es suficiente, no basta para que la nación sea competitiva ante el exterior o para asegurar la penetración a los niveles más altos de modernidad. Es claro que afirmar que tenemos poco aunque no suficiente, no equivale a estar con los pesimistas que proclaman con acento doctoral la trillada frase de que en México no hay tecnología. No, en México sí hay tecnología, ustedes y yo conocemos muchos ejemplos, pero el problema radica en la proverbial desvinculación de la industria con los conocimientos tecnológicos, podríamos charlar largo rato sobre las causas históricas de este divorcio, pero arribaríamos a una repartición equitativa de culpas entre los industriales, los gobernantes y los investigadores...¹²⁷

Para confirmar la preocupación de los empresarios por la problemática de la tecnología resulta adecuado mencionar la creación de los siguientes organismos, tendientes a mejorar la competitividad de la industria mexicana.

1. Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación, (Normex).

Participan en ella la Canacintra y la Universidad del Valle de México y se propone: estudiar, proponer, elaborar y difundir las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) así como las Normas Mexicanas (NMX), estas últimas de carácter privado, no obligatorio.

Presta los servicios de laboratorio de pruebas en las áreas de protección

ambiental, análisis de alimentos, química analítica; envase y embalaje; pruebas físicas y certificación de actividades farmacoquímicas.

2. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC).

Está auspiciado por la Concamín, Concanaco, y el Consejo Nacional Agropecuario y funge como organismo nacional para la normalización y certificación de los sistemas de calidad.

3. Calidad Mexicana Certificada (Calmecac).

Realiza auditorías y programas de verificación de los sistemas de calidad implantados en las empresas, la calidad de los bienes y servicios que producen, así como las aptitudes del personal que labora en las empresas.

Fue creada el 19 de noviembre de 1993.

4. Fideicomiso para el Desarrollo de la Industria Mexicana (Fideim).

En el mes de abril de 1994 se crearon dos fideicomisos para el desarrollo de la industria mexicana, por las empresas Nissan Mexicana y Volkswagen de México, con el propósito de desarrollar la industria mexicana. Los productos de estos fideicomisos serán utilizados, uno por el Instituto Tecnológico Autónomo de México (Itam) y el otro por el Colegio de México (Colmex).

5. Unidad de transferencia de tecnología (UTT).

Tiene como objetivos: ofrecer al pequeño y mediano empresario un servicio integral de gestoría tecnológica que abarca desde el diagnóstico inicial hasta la asesoría necesaria en la negociación y contratación de tecnología. Está auspiciada por la Secofi, la Canacintra, e IBM de México.

Han existido empresas que han desarrollado procesos de vinculación, tales son los ejemplos de Cydsa, Resistol y Zinalco, S.A.

1. El grupo Cydsa

Como ejemplo de empresas que han desarrollado proceso de vinculación se encuentra el Grupo Cydsa, que se dedica a la Química, Fibras, Textiles, Empaque y Medio Ambiente (Hinojosa, Altec 1995).

Cydsa es un grupo que se encuentra en Monterrey y en 1985 dio los primeros pasos para preparar a sus recursos humanos para lo cual siguió tres enfoques:

Enfoque interno: A través del reconocimiento y formación de especialistas y de establecer para ellos un plan de carrera.

Enfoque externo: A través de universidades y centros de investigación.

Enfoque híbrido: A través de que el personal de universidades, y centros de investigación colaboren en proyectos tecnológicos en las instalaciones de Cydsa y viceversa.

Con los proyectos realizados de manera conjunta con las universidades se ha pretendido:

- Promover la formación de recursos humanos en áreas específicas de interés con orientación a fortalecer la I y D.
- Participación de profesores investigadores y estudiantes en proyectos de interés para Cydsa.
- Motivar a los profesores investigadores a permanecer en las universidades, complementando sus ingresos, para fortalecer el nivel académico de las mismas y promover la interacción universidad-Cydsa.
- Promover dentro de los investigadores de la Industria, la disciplina y el rigor de la investigación.

Las acciones que se han desarrollado son las siguientes:

1. Creación de un programa de maestría al interior de la planta Celofán, con la participación de la Facultad de Química de la Universidad de Nuevo León.

2. Patrocinar proyectos de investigación de interés para Cydsa becando a profesores y estudiantes dentro del Programa Cydsa-Universidad de Nuevo León, iniciado en 1985; el Programa Cydsa-UAM Iztapalapa, iniciado en 1988 y el Programa Cydsa-ITESM, iniciado en 1990. La ejecución de los convenios ha estado a cargo de la gerencia de tecnologías del grupo corporativo.

Los proyectos se escogen de común acuerdo en función de las necesidades de las empresas del Grupo, de las líneas de investigación universitarias y de la infraestructura disponible. En ellos participan estudiantes de posgrado becados por Cydsa.

En el programa de posgrado se inscribieron 17 personas y actualmente permanecen 6 en el programa, todos ellos realizando su tesis de maestría sobre algún problema de la empresa, los restantes se incorporaron al programa convencional de la Facultad.

El segundo esquema, es decir, el de proyectos de investigación, ha sido más halagador. Los proyectos han dado como resultado 4 patentes, una de ellas se vendió a una empresa multinacional, y otra se empieza a explotar a nivel internacional, se han obtenido tres premios de investigación y ocho tesis de maestría.

Estos programas de investigación, que se iniciaron en 1985 con un investigador con el grado de doctor y un estudiante de maestría, cuenta actualmente con cinco doctores, cuatro maestros, dos estudiantes de doctorado, siete estudiantes de maestría y veinte estudiantes de licenciatura.

La misma empresa ha obtenido las siguientes conclusiones:

- Un problema industrial específico puede llevar a proyectos que sean tanto meritorios desde el punto de vista académico como susceptibles de contribuir a resolver un problema.
- Es posible en México desarrollar tecnología con la colaboración de la industria y la universidad, de una manera eficiente y económica.
- Es benéfico que en los proyectos de desarrollo de tecnología, participen equipos interdisciplinarios con especialistas en las diversas áreas involucradas.
- Deben promoverse mecanismos más dinámicos tanto en las industrias como en las universidades que faciliten la vinculación entre las partes para ayudar a la formación de recursos humanos especializados, tan necesarios

en la situación en la que vive la industria y el país.

- El desarrollo tecnológico conjunto entre la universidad y la industria, ofrece ventajas a todas las partes involucradas incluyendo a los estudiantes y graduados que participan en los proyectos.

2. Industrias Resistol

Existe un programa de vinculación (Alvarez, en Mulás 1995) que ha tenido éxito y es el formado por Industrias Resistol, UAM-Iztapalapa, Facultad de Química-UNAM, Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Guadalajara, Instituto de Física-UNAM, Instituto de Materiales-UNAM, Centro de Químicas Aplicadas de Saltillo, y el Grupo de Gestoría Tecnológica de la UAM-Xochimilco.

Este programa se inicia en 1982, hoy tiene 13 años, pero su antecedente se encuentra en 1978, cuando Industrias Resistol (Irsa) decide crear un grupo de investigación y desarrollo, procediendo a incorporar ingenieros con estudios de posgrado, dándose cuenta que este personal era escaso, por lo que decide capacitar a ingenieros jóvenes, dicha capacitación fue ofrecida por posgraduados de la UNAM y la UAM, quienes al compenetrarse de los problemas de la industria y de los requerimientos, empezaron a firmar convenios muy específicos los cuales dieron como resultado un proyecto de trabajo donde participan las instituciones arriba señaladas.

Dice Jesús Alvarez C.¹²⁸ que los principales motivos que llevaron a Irsa a tomar tal decisión fueron que: *a)* resultaba ineficiente dar formación de posgrado al personal de la industria en tiempos parciales, pues siempre se presentaban otros asuntos más urgentes, y *b)* la formación de investigadores deberá ser una actividad de tiempo completo a cargo de investigadores profesionales, y en un ambiente retirado de los problemas cotidianos de la industria.

El convenio se formalizó a 1988 con un horizonte de 5 años y un costo

de un millón de dólares para la empresa, los recursos se utilizaron para becas de apoyo a investigadores y las universidades se comprometieron a aumentar su plantilla de posgrado en las áreas de interés.

Este convenio, señala Jesús Alvarez, tuvo los siguientes resultados:

a) En las universidades, el grupo de polímeros en los posgrados aumentó de cinco a 16 investigadores; *b)* se graduaron 40 estudiantes de maestría; *c)* en la fase final del convenio se habían involucrado, sin mediar convenio formal, 7 investigadores más del Instituto de Materiales, del Instituto de Física de la UNAM, del CIQA; *d)* los tres IES utilizaron el aval industrial para justificar inversiones propias en la consolidación de sus grupos de investigación en polímeros; *e)* se consolidó, en calidad y cantidad, una línea de investigación relevante para una rama industrial del país; *f)* se generaron conocimientos que se difundieron en foros nacionales e internacionales, y se publicaron los más significativos en revistas extranjeras de primera línea; *g)* se sentaron las bases de un grupo académico-industrial nacional que se comunica, complementa y orienta mutuamente.

Después de este plan Irsa-Universidad se firma un megaproyecto al que le podríamos llamar segunda etapa. Con mayor alcance y mayor número de investigadores. Actualmente cuenta con 29 investigadores repartidos de la siguiente manera: 3 de la U de G, 4 del Instituto de Materiales de la UNAM, 4 de la Facultad de Química de la UNAM, 1 del Instituto de Física de la UNAM, 3 de la UAM-Iztapalapa, 7 del CIQA y 7 de Irsa.

3. El Zinalco

Un ejemplo muy diferente al anterior es Zinalco, el cual surge como resultado de varios años de investigación y desarrollo conjunto entre el Instituto de Investigación en Materiales de la UNAM y el Grupo Falmex-Galvotec. Actualmente este trabajo se ha extendido a Industrias Unidas (Iusa).

El Zinalco es el resultado de un proyecto de investigación que logró la

aleación de tres materiales: zinc, aluminio y cobre, producto al que se le asignó ese nombre, mismo que, con el tiempo, dio origen a una empresa denominada Zinalco, S. A.

Los estudios del Zinalco se iniciaron alrededor de 1973 en el Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM), estas investigaciones se mantuvieron con fondos del IIM hasta 1979, año en que empezaron a llegar recursos de la OEA, los cuales alcanzaron los 80 mil dólares.

Un hecho muy importante para que se presentara la vinculación con este proyecto fue la creación de la Dirección General de Desarrollo Tecnológico de la UNAM (hoy CIT) en 1983, la cual logra un contrato con la compañía Falmex, en febrero de 1984, que consistía en extrusión de perfiles arquitectónicos de Zinalco para fabricar ventanas.

Para 1987, Falmex intenta una nueva estrategia consistente en adquirir maquinaria propia y entrar al mercado con productos terminados, los avances habían llegado a tal grado que se pudo establecer una empresa llamada Zinalco, S.A.

Actualmente se han establecido relaciones de trabajo con Iusa, que conjuntamente con Falmex y la UNAM han creado comités de investigación; Iusa ha establecido un *joint-venture* con una empresa italiana para desarrollar una máquina de inyección de Zinalco de cámara caliente.

A pesar de que, según los investigadores, son muchas las aplicaciones ya probadas de este material y son amplias las perspectivas de desarrollo, los usos han sido pocos, la más conocida aplicación es la construcción de los barandales de seguridad de una de las líneas del Metro.

Los anteriores constituyen dos tipos diferentes de vinculación, en la primera, o sea el caso de Irsa, el proceso se inicia desde la empresa, y, en el segundo, se inicia desde la Universidad. En ambos casos el proceso ha sido largo y esto sucede con todos los proyectos revisados. Es indudable que los proyectos tienen más éxito cuando la empresa cuenta con investigadores.

4. Condumex

Es una empresa que se ha distinguido por los programas compartidos que ha desarrollado con la UNAM a través de sus institutos y facultades.

Condumex tiene un convenio general con la UNAM, denominado Estrategia de Apoyo a la Investigación y el Desarrollo, el cual comprende el desarrollo de quince proyectos de investigación y el establecimiento de premios a investigadores en las áreas de gestión tecnológica, electrónica y sistemas eléctricos de potencia. Los convenios particulares derivados del convenio general involucran a las siguientes dependencias universitarias:

Instituto de Física. Desarrollo de un sistema medidor de densidad de fluidos, desarrollo de un sistema gravimétrico para cobre fundido, desarrollo de un interfase para la lectura automática de termopares, e investigación para el análisis de falla e identificación de aleaciones en cinchos de tratamiento electrónico.

Instituto de Investigaciones de Materiales. Desarrollo de un sistema experto de formulación de compuestos con base en polímeros.

Instituto de Ingeniería. Desarrollo de una máquina etiquetadora, desarrollo de una máquina armadora de cajas, investigación para la preparación de discos para la impresión de cables.

Facultad de Química. Investigación para la caracterización, tratamiento y recuperación de lubricantes del proceso de estirado de alambre, investigación para la determinación de la estabilidad de mezclas de polietileno-polipropileno y polietileno de alta y baja densidad, investigación del fenómeno de corrosión en cable oceánico.

5. Otras empresas

Se tiene un conjunto de empresas que han desarrollado algunos trabajos de una manera conjunta con centros de la UNAM.

Mosaicos Venecianos, S.A. Un proyecto de riesgo compartido con el centro de diseño mecánico e innovación tecnológica de la facultad de ingeniería.

Trasmisiones de Equipos Mecánicos, S.A. (Tremec). Con el instituto de física para comprobar la utilidad del sistema de nitruración iónica desarrollado por el instituto, para obtener la calidad requerida por la empresa en herramientas usadas para procesos productivos, con miras a lograr su aplicación industrial.

Perkin Elmer, S.A. Con la facultad de Química en la formación de personal altamente especializado en la aplicación de técnicas instrumentales de análisis físico y químico, requeridos por la industria de proceso en el país.

Genecor. Con el centro de investigación sobre ingeniería genética en materia de tecnología de enzimas.

Kem Funds, S. A. Con el Instituto de Investigaciones Biomédicas trabaja en lo relativo al mejoramiento y creación de sustitutos de la leche.

6. La fundación tecnológica de Sinaloa

La Fundación Sinaloa es una asociación civil que se crea el 9 de noviembre de 1989. El comité directivo está presidido por el gobernador del estado y en el comité técnico tienen participación las diferentes instituciones de educación superior de la entidad.

En sus documentos se señala:

“La Fundación es una institución sin fines de lucro y su misión es concertar los esfuerzos, las capacidades y la infraestructura instalada en el estado para transferir tecnologías para el mejor aprovechamiento de los recursos naturales y de la capacidad productiva de la entidad, enfocándose primordialmente a los sectores agrícola, pesquero y pecuario. Se constituye en un puente o interfase entre el conocimiento generado en los centros de investigación e instituciones de educación superior y el sector productivo.”(Véase documentos que dieron origen a la Fundación).

“La filosofía consiste en promover, gestionar e inducir cualquier actividad o proyecto relacionado con el incremento de la productividad en los diferentes sectores económicos del estado. Desde el inicio la Fundación Tecnológica

ha promovido proyectos de validación y adaptación tecnológica de aplicación inmediata; en la segunda fase después de atender la investigación aplicada y básica con el fin de fortalecer rápidamente la competitividad de los sectores de la producción”

Hasta la fecha este organismo ha impulsado los siguientes proyectos:

Sector Agrícola:

1. Labranza de Conservación
2. Ensayo y conservación de 28 híbridos
3. Validación de diferentes herbicidas
4. Adaptación de la cultivadora Yetter de alta velocidad para el cultivo de maíz
5. Validación de una máquina Yetter aplicadora de insecticida
6. Investigación sobre el uso comercial de la biotecnología
7. Elaboración de una carta de suelos del Valle de Culiacán.
8. Establecimiento y evaluación de los cultivos de plátano y papaya para exportación en Sinaloa.
9. Desarrollo del cultivo de tomate en invernaderos semiautomatizados.
10. Producción de sustrato para tierra de invernadero o semillero
11. Ensayo y validación del cultivo de flores y plantas de ornato de

¹¹³ A pesar de que la investigación y los proyectos tecnológicos han alcanzado niveles altos de calidad, todavía es reducido el porcentaje de proyectos cuyos resultados encuentran aplicación práctica. Adicionalmente, la diversidad y heterogeneidad de las condiciones y necesidades de las regiones del país no se han reflejado de manera suficiente ni en la diferenciación institucional, ni en la especialización académica.

La mayoría de los proyectos de vinculación que las instituciones de educación superior han emprendido en los últimos años están dirigidos al sector moderno de la economía. Esta línea de acción, que busca establecer alianzas estratégicas con el sector productivo, ha predominado sobre la necesidad de una vinculación que impulse el desarrollo integral y sustentable de las comunidades, en particular aquéllas alejadas de los beneficios del desarrollo. (programa de desarrollo educativo 1995-2000).

¹¹⁴ Martiniano Arredondo, "Programa integral de desarrollo de la educación superior. Los estudios de posgrado", en *Omnia*, núm. 5, diciembre de 1986, p. 47.

¹¹⁵ Giovanna Valenti Nigrini, "Ethos académicos y calidad de la formación de posgrado", colaboración en Ricardo, Pozas H., *Universidad Nacional y Sociedad*, Ed. Porrúa, México, 1990, p. 140.

¹¹⁶ SPP, "Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico", *Antología de la planeación en México*, t. II, p. 655.

¹¹⁷ SPP, *ibid.* p. 671.

¹¹⁸ Estas maestrías se imparten en IMP, pero tienen el debido reconocimiento de parte de la SEP.

¹¹⁹ Entrevista directa a Jaime Mimila Arroyo del Cinvestav.

¹²⁰ Entrevista a Elsa Chavira Martínez del Departamento de Microelectrónica de la Universidad de Puebla.

¹²¹ Entrevista a Alfonso Lastras Martínez del Instituto de Física de la Universidad de San Luis Potosí.

¹²² Entrevista a Arturo Escobosa Echeverría del Cinvestav.

¹²³ Jorge Elizondo y Mario Delgado. Aspectos de la Modernización de la Industria Manufacturera. en Pablo Mulás del Pozo, (Coordinador), *Aspectos Tecnológicos de la Modernización Industrial de México*, Ed. Academia de Investigación Científica, Academia de Ingeniería y Fondo de Cultura Económica, México, 1995, p. 109.

¹²⁴ Según el Diario Oficial de la Federación del 18 de marzo de 1990, las categorías de microempresa, pequeña y mediana empresa se definen como:

Microempresa. Hasta con quince personas y ventas totales hasta por 110 salarios mínimos anuales.
Pequeña empresa. De 16 a 100 personas y sus ventas mayores a 110 salarios mínimos pero menores a 1115.

Mediana empresa. Emplea más de 100 personas pero menos de 250 y realiza ventas mayores a 1115 salarios mínimos pero menores que 2010.

¹²⁵ Jorge Elizondo y Mario Delgado, *op. cit.*, p. 98.

¹²⁶ *Ibid.*, p. 109

¹²⁷ Eduardo Guajardo, presidente de la Cámara Nacional de la Industria Electrónica y Comunicaciones Eléctricas (Caniece). Perspectivas de la Industria Electrónica en México, ante la apertura comercial. Ponencia al V Seminario Nacional de Física Electrónica, realizado en la ciudad de México del 21 al 23 de agosto de 1989. Versión grabada.

¹²⁸ Jesús Álvarez C., "Experiencias de vínculos entre Institución de Educación Superior, Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico en el sector industrial en México", en Pablo Mulás del Pozo, *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México*, Academia de Investigación Científica, Academia Nacional de Ingeniería y Fondo de Cultura Económica, México 1995, p. 305.

CAPÍTULO VI

UNA VISIÓN INTEGRADORA DEL PROCESO DE VINCULACIÓN

Después de haber estudiado el proceso de vinculación en sus diferentes facetas y presentado las distintas vertientes del mismo, en este capítulo se pretende analizar de manera integradora un conjunto de elementos, buscando incorporar una serie de consideraciones y opiniones que vienen a enriquecer los estudios al respecto.

A) LA VINCULACIÓN ES UNA CATEGORÍA HISTÓRICA

El avance de los procesos productivos es un fenómeno histórico y, por tanto, el uso que dichos procesos hacen de la ciencia y la tecnología, es una variable histórica, de donde procede que la vinculación constituye una categoría con la misma característica, con origen y desenvolvimiento relativamente de poca edad.

El desarrollo alcanzado por la producción es un determinante en el grado de vinculación. La CyT proporciona la forma de hacer las cosas y los medios con que se hacen las cosas.

Históricamente, el origen de la vinculación se encuentra en la institucionalización de la ciencia a principios del siglo XIX, en Francia y en el sistema universitario alemán, con el surgimiento del *Institut*, especie de centro de investigación de la industria, pero ligado a la cátedra universitaria.

El sistema de educación superior alemán estuvo constituido por un conjunto de universidades provinciales muy ligadas a los problemas regionales, lo que hizo que los conocimientos se difundieran de una manera más rápida.

Las universidades alemanas fueron las primeras en arraigar la idea de investigador-profesor y la investigación como actividad sustantiva de la universidad. Las universidades provinciales contaban con sus equipos de laboratorio y condiciones para la investigación, lo que hizo que las

innovaciones tecnológicas se propagaran de manera más rápida que en otros países.

El surgimiento de la vinculación fue diferente en cada país, pues en Inglaterra, cuna de la revolución industrial, los innovadores estuvieron poco ligados al quehacer de las universidades, este papel fue cubierto por los mismos artesanos, a quienes el contar con una gran inventiva y el estar en contacto directo con los objetos de trabajo, les permitió realizar las innovaciones en ese momento. Las universidades inglesas del siglo XVIII y la Royal Society, no tuvieron nada que ver con las innovaciones de esta época. De los innovadores, unos fueron constructores de molinos o de instrumentos, otros fueron herreros, pero ninguno de ellos tuvo estrecha relación con la ciencia.

La preocupación por el papel que debía cumplir la universidad en el sector productivo, en Inglaterra, se inicia con la fundación de la Universidad de Londres, en 1836, que tenía una orientación hacia las actividades prácticas, lo cual originó que se impulsaran reformas en los principales centros universitarios ingleses, Oxford y Cambridge, con estas reformas se pretendía cambiar la orientación de dichos centros y equiparlos con los laboratorios más modernos con el fin de participar de manera destacada en las investigaciones que la industria requería.

En Francia se cerró la Academia de Ciencias en 1793, para dar lugar a otro tipo de instituciones que tenían como finalidad la formación de técnicos y científicos más relacionados con la solución de problemas sociales. A principios del siglo XIX surge la nueva universidad y con ella la institucionalización de la ciencia y la vinculación de las actividades científicas al auge de la industria.

A partir de la institucionalización de la ciencia, la investigación científica se convierte en la actividad fundamental para la creación y desarrollo de nuevos productos, Se desarrollan los laboratorios de investigación; no es más la actividad del científico solitario y apasionado por su ciencia el que

realiza los inventos, sino que la investigación se convierte en una actividad corporativa donde trabajan muchas mentes al mismo tiempo.

Es imposible que la ciencia pueda alcanzar altos grados de adelanto sin el avance de las formas de producción, a la vez que los cambios en la fabricación van dependiendo cada vez menos de métodos empíricos y más de los grandes adelantos científicos y de los bien equipados laboratorios de investigación.

En la década de los ochenta del presente siglo se observan una serie de cambios en las innovaciones tecnológicas. A este conjunto de transformaciones se le ha llamado revolución científico técnica, la cual está sustentada en la microelectrónica, en la biotecnología y en nuevos materiales. Las tres áreas de transformación requieren un alto contenido científico, de donde se desprende la revalorización del sector de conocimientos y como consecuencia se deriva una mayor vinculación entre ciencia y tecnología y el sector productivo, lo que lleva a intensificar las relaciones entre las instituciones de educación y las empresas. Desde el punto de vista de las empresas este fenómeno se explica por la rapidez con que evolucionan las tecnologías, resultando difícil que las unidades productivas cuenten con equipos internos permanentes de investigación, por lo que recurren a laboratorios y personal adscrito a las universidades e institutos de investigación.

En la época actual, de globalización económica, internacionalización de la producción, gran necesidad de información, producción con un alto contenido tecnológico, etc. las empresas tienen mayor necesidad de buscar los desarrollos tecnológicos en las universidades, lo cual es producto de que las tecnologías evolucionan más rápidamente y las empresas son cada vez más flexibles al tener la capacidad de adaptar sus productos y servicios a las cambiantes condiciones de la demanda.

La vinculación ha tomado diversas formas de organización, tal es el caso de los parques científico tecnológicos que surgen en Estados Unidos, pero que luego se difunden a los demás países. Mediante la edificación de estos

organismos es posible diseñar bienes y servicios de alto contenido tecnológico debido a la conjunción de esfuerzos de la investigación científica, respaldada por las universidades y sus investigadores, y el conocimiento pleno de las condiciones del mercado a través de las empresas y los empresarios.

Los parques son capaces de minimizar costos de investigación y desarrollo tecnológico, ya que un usuario mediante una renta tendrá acceso a equipo y servicios disponibles en el parque.

Otra forma de vinculación utilizada en la actualidad es la incubación de empresas, las cuales se caracterizan por contar con espacios físicos dotados de servicios secretariales, de oficina, de información, de equipo de cómputo, consultoría y servicios administrativos en general. La idea central es que de este lugar surjan empresas con un alto contenido tecnológico.

B) LA VINCULACIÓN ES UNA CATEGORÍA SOCIAL

La ciencia y la tecnología no únicamente tienen su vinculación con el sector productivo, ésta sería una visión muy restringida en el logro de su contextualización social. La CyT tienen funciones sociales que cumplir entre las que se encuentran:

1. Contribuir en la fijación de objetivos para la sociedad, así como proporcionar los medios para alcanzarlos. La CyT se convierten en referente crítico de la sociedad, desde donde se mide el avance o retroceso de la misma.

2. Proporciona al hombre las herramientas necesarias para el conocimiento, explotación más racional y conservación de los recursos naturales, fomentando una actitud objetiva frente al universo y a los fenómenos de la naturaleza, lo cual lo lleva a impulsar un modelo de desarrollo sustentable.

3) Crea recursos humanos de alto nivel y a la vez eleva la educación y la capacidad de convivencia de la sociedad en general.

La vinculación es un proceso social debido a que en ella intervienen un conjunto de variables sociales. Se cuentan actores como las universidades, los centros de investigación, los empresarios, las empresas, el gobierno y los organismos sociales. Impacta a la sociedad porque influye en diferentes tipos de variables; desde económicas, como producción, productividad, control de calidad, diseño de nuevos productos y servicios y nuevos procesos; variables sociales, como niveles de bienestar, nuevas formas de relaciones sociales entre organismos e individuos; nuevos efectos y papeles organizacionales al incrementar los esfuerzos por emprender tareas de manera conjunta, por tanto mejoramiento en la coordinación de los esfuerzos interinstitucionales. También impacta al sistema de ciencia y tecnología al requerir nuevas formas de producción de tecnología, nuevas formas de difusión de la misma, la formación de los recursos humanos, definición de nuevas líneas de investigación, descubrir y dinamizar nuevas formas de financiamiento para los proyectos de investigación, etc. Por estas razones se considera que la vinculación es una categoría social, en extremo difícil de contextualizar.

Los principales actores del proceso de vinculación: las universidades, las empresas y los gobiernos están perfectamente relacionados con el sistema social de un país o región.

Por ser la vinculación una categoría social no se establece en una sola dirección, si sólo pensamos en dos actores: las universidades y el sector productivo, la interrelación entre ciencia y producción no se observa en un sólo sentido, sino que se establece una flecha en ambas direcciones, es decir, es un binomio que se relaciona de manera recíproca. La ciencia proporciona sus logros a la producción y esta última, destina recursos y facilidades para el desarrollo de la primera. Al igual que la producción es la materialización tecnológica de los resultados del conocimiento científico, la ciencia puede considerarse en algunos aspectos, la reproducción de la estructura tecnológica

resultante del nivel de producción. Por esto, la conversión de la ciencia en fuerza productiva directa, característica de la época actual, no sólo significa su incremento del papel transformador de la sociedad, sino también el cambio de las particularidades de la producción.¹²⁹

La dimensión social de la vinculación se explica desde un sistema de redes formadas por un conjunto de nodos que constituyen las instituciones, donde los arcos están compuestos por acciones, flujos de información y conocimiento que viajan a través del sistema

C) LA VINCULACIÓN COMO CATEGORÍA ECONÓMICA

Al ser la vinculación una categoría económica debe tener su explicación desde la perspectiva del pensamiento económico. Así, los clásicos Smith y Ricardo consideraron a la maquinaria como el principal agente que introducía el progreso técnico en los procesos productivos. Para el primero, la división del trabajo trae como consecuencia mayores adelantos en las facultades y destrezas con que se desarrolla una actividad. Las máquinas son el resultado del ingenio de algún artesano que, repitiendo una y mil veces una misma acción, puso en juego sus sentidos para aligerar su tarea.

Ricardo creyó en un principio, que la introducción de maquinaria en los procesos productivos siempre favorecía a todas las clases sociales, con el tiempo se retractó de esta forma de pensar y consideró que algunos trabajadores se veían perjudicados al sustituir capital vivo por capital muerto en los procesos de trabajo. La economía puede crecer como consecuencia del cambio técnico y por el nivel ahorro de la sociedad, pero puede llegar al estado estacionario como consecuencia del crecimiento de la población y la escasez de recursos naturales.

En Marx se parte de la contradicción entre fuerzas productivas y relaciones de producción. El avance de las fuerzas productivas está vinculado al proceso de creación de plusvalía relativa, que no es otra cosa que la búsqueda, por parte del capitalista, de la reducción del tiempo de trabajo socialmente

necesario.

Desde la función de producción, los neoclásicos intentan explicar la importancia del progreso técnico en los procesos productivos y basados en este modelo pretenden ofrecer una interpretación de la importancia de la variable tecnológica en el desarrollo de una economía nacional.

En la construcción de este modelo se consideran varios supuestos, que, a la postre, son la razón de sus debilidades; el cambio tecnológico es neutral, existen rendimientos constantes a escala y la tecnología es una variable exógena al modelo. Desde esta perspectiva resulta difícil explicar, de manera adecuada, el comportamiento económico de un sistema, tanto en el nivel microeconómico como macroeconómico.

No es apropiado, tampoco, concebir la variable científico tecnológica como una cadena donde se suceden investigación básica, investigación aplicada, invención, innovación y difusión. La motivación para la producción de un nuevo bien o servicio puede venir de cualquiera de los extremos de la cadena, a partir de esta concepción se derivan dos interpretaciones diferentes, la demanda como causal de innovaciones y, una segunda, que considera a la innovación como una variable inducida. Otro de los factores que influyen para que se presente esta cadena lo constituye el tamaño de la firma y la estructura del mercado.

Aun cuando teóricamente existe el planteamiento de un modelo lineal para explicar la vinculación, partiendo desde la investigación básica, pasando por la investigación aplicada, la invención, la innovación y la vinculación, no existe la necesidad de recorrer este ciclo, pues la vinculación puede presentarse en cualquier etapa de las mencionadas, sin establecer de manera precisa en cuál de ellas resulta más adecuado que se establezca. La vinculación no se posibilita sólo cuando existe un producto o resultado de una investigación concluido y que busca colocarse en el mercado, de preferencia debe darse antes, para que la empresa y el centro de investigación puedan ir desarrollando un producto donde se tomen en cuenta

consideraciones de tipo técnico y económico.

Existen interpretaciones desde los modelos de crecimiento económico, así, uno de los más socorridos es el de Harrod y Domar que supone exógena a la variable tecnológica, la cual viene implícita en los bienes de capital. Introduce la idea de un progreso técnico continuo que transforma una situación de rendimientos decrecientes a una de rendimientos constantes o también crecientes.

Para explicar el crecimiento económico nacional también se ha utilizado la función de producción, de estos modelos el más famoso es el de Solow, que fue aplicado para medir el efecto del cambio técnico en la economía norteamericana de 1909 a 1949. Los supuestos son los mismos que para la función de producción a nivel microeconómico.

Que el comportamiento de la economía es cíclico ya se sabía desde los tiempos de Marx, pero fue Kondratiev, quien primero presentó un estudio de los ciclos económicos, por tal motivo Schumpeter les dio ese nombre. Concebir el comportamiento económico nacional con base en ciclos implica interpretar la vinculación desde esa perspectiva, donde se presentan altibajos con comportamientos diferentes en auges, recesiones y crisis.

El modelo del ciclo de vida del producto fue desarrollado por Raymond Vernon y se propone explicar las distintas etapas que recorre un producto desde su nacimiento, para lo cual se requiere inversión en investigación y desarrollo, y el país de origen se transforma en exportador; hasta la etapa de declive donde el país de origen se convierte en importador y el producto es intensivo en mano de obra.

La concepción evolucionista parte de una crítica a la concepción neoclásica de búsqueda de equilibrio y optimización. La empresa no puede establecer una optimización puesto que siempre tiene al frente un conjunto de objetivos, además, tiene ante sí un conjunto de técnicas, entre las cuales

debe definir las que son viables de alcanzar. Cuando las técnicas utilizadas ya no presentan los rendimientos adecuados las empresas estarán dispuestas a adoptar nuevas técnicas, lo cual no es automático porque la tecnología no es un bien que sigue el libre juego de las fuerzas del mercado, no es un bien gratuito sino que tiene que ver con aspectos de aprendizaje e investigación en cada región o empresa. Ello implica la existencia de diferentes niveles de oportunidad, apropiación y acumulación de cierta técnica.

Los evolucionistas han incorporado nuevas categorías, tales como paradigma tecnológico, trayectoria tecnológica, frontera tecnológica, sistemas nacionales de innovación, redes institucionales de innovación, etc., desde las cuales se ha elaborado una explicación económica alternativa del proceso de innovación.

Esta teoría descansa sobre las siguientes premisas mínimas: el proceso innovador tiene algunas reglas propias que no pueden describirse como reacciones al mercado; el conocimiento científico constituye la base de nuevos desarrollos tecnológicos; para la competitividad creciente en las actividades de innovación depende cada vez más de organizaciones institucionales; una cantidad significativa de innovación sucede a través del aprendizaje por medio de la práctica; no obstante los niveles de formalización industrial las actividades de innovación mantienen una naturaleza incierta, y el cambio técnico es una actividad acumulativa.

En el estudio de la vinculación debe adoptarse un paradigma "interactivo" donde adquiere importancia la relación entre los diferentes agentes; los mecanismos de intercambio y retroalimentación de conocimientos y todo tipo de información, y las redes de información y organización, que se establecen para promover el proceso de vinculación, en el cual intervienen un conjunto de instituciones, donde se busca establecer los lazos entre necesidades y oportunidades.

Se adopta un enfoque sistémico con una existencia de vínculos multidireccionales y simultáneos entre estadios, actividades y agentes, con

carácter acumulativo y ciclos que se retroalimentan y autorrefuerzan, el aprendizaje desempeña un papel central en la acumulación de conocimientos y en cada una de las acciones de vinculación se encuentran presentes las trayectorias tecnológicas.

Las relaciones entre empresas y los sistemas nacionales de innovación se establecen a través de tres ideas: *a)* las empresas son depositarias de los conocimientos; *b)* las empresas están insertas en redes de vínculos con otras empresas e instituciones, de donde son capaces de tomar los conocimientos requeridos, y *c)* los sistemas nacionales incorporan una noción general sobre el nivel microeconómico a través de un conjunto de relaciones sociales, reglas y obligaciones políticas.

De acuerdo con lo expuesto en los párrafos anteriores, para un estudio de las relaciones que se establecen entre ciencia y tecnología con el sector productivo lo más conveniente es adoptar un *modelo de vinculación interactivo* en el cual participan un conjunto de agentes comprometidos con este tipo de actividades, los cuales al desarrollar experiencias y conjuntar esfuerzos, desarrollan “economías de alcance” y “economías de enlace” que pueden ser usadas por otros organismos del entorno económico, ya que su operación se da con base en redes que forman un tejido social.¹³⁰

Según los evolucionistas, en los países subdesarrollados, se presenta un alto nivel de aprendizaje acompañando a la innovación tecnológica; no es automático que se desarrollen procesos de “aprender haciendo”, por el contrario, se requiere una adecuada organización, tanto de la empresa como del ambiente económico; ciertas tecnologías de punta, como la electrónica, por ejemplo, requieren la intervención del sector público para desarrollarse.

La vinculación presenta comportamientos diferentes según la estructura de los sectores donde se desarrolla, así existen sectores dominados por los proveedores, sectores intensivos a escala, sectores de proveedores especializados y sectores con base científica.

En el modelo interactivo cobran importancia las formas de interacción entre los agentes, los mecanismos de intercambio y de retroalimentación de la información y del conjunto de conocimientos y las redes que se crean en el proceso de interacción

D) EL ESTADO Y LA VINCULACIÓN

Desde el Estado existen múltiples motivaciones para impulsar el proceso de vinculación, entre las que se cuentan:

1. La preocupación de los gobiernos por poner en juego todas las potencialidades del sistema económico, para amortiguar los efectos de las crisis y para encontrar nuevas alternativas en la producción.

Por esta razón debe existir una preocupación por:

- Una utilización eficiente de los recursos naturales, económicos, financieros y científicos con que cuenta el país.
- Mayor acceso, por parte de la población, a los bienes producto de los nuevos desarrollos tecnológicos. Búsqueda de un mayor bienestar para la población, debido a la utilización adecuada de la CyT.
- La búsqueda de métodos de producción alternativos con la finalidad de menguar los efectos no deseados que produce la utilización de determinadas tecnologías.

2. Revertir las tendencias a investigar de manera separada, por un lado los centros de investigación del sector público y por otro, los de las empresas o los centros del sector privado.

3. Desarrollar la producción de nuevas alternativas tecnológicas para evitar lo que Ricardo llamaba el estado estacionario de la economía.

4. Desarrollar las condiciones y los aprendizajes previos —según Ben David— para producir o adaptar las tecnologías necesarias para el desarrollo económico.

5. Ofrecer las condiciones suficientes para que se originen y desarrollen las redes por las que fluya tanto el aprendizaje institucional como el

aprendizaje técnico.

6. Fortalecer el sistema nacional de innovación tecnológica, ya que por este medio se fortalecen los aprendizajes en el nivel microeconómico.

El Estado mexicano ha venido impulsando las políticas en ciencia y tecnología a través de planes sectoriales a partir de 1976, pero reconoce a la ciencia y la tecnología como una variable importante para el desarrollo del país, desde el primer Plan Nacional de Desarrollo en 1934.

Aun cuando hubo preocupación por vincular la educación superior, más que a los sectores productivos a los proyectos del Estado, desde la época del presidente Cárdenas, se han desarrollado esfuerzos, como el del Instituto de Geología por impulsar proyectos con algunas empresas, y la incursión del Instituto de Ingeniería de la UNAM en la realización de proyectos conjuntos con los sectores productivos, se empezó a hablar de vinculación en lo que fue el primer Plan de Ciencia y Tecnología en 1976, pero el interés por vincular las instituciones de educación a la producción y al desarrollo tecnológico aparece por primera vez en el Plan Nacional de Educación Superior de 1981¹³¹

A partir de 1984, con el llamado Prondetec, se manifiesta una priorización de la tecnología sobre la ciencia y se concede importancia a la vinculación, al crear el subsistema Enlace Investigación-Producción.

El Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica muestra gran preocupación por el mejoramiento tecnológico de la estructura productiva de México, mediante la adquisición y adaptación de tecnología moderna o mediante el establecimiento de sus propios centros de investigación.

En estos planes existe una falsa apreciación en torno a la separación entre ciencia y tecnología. Estas cada día están más unidas y la tecnología requiere cada vez más de la ciencia, a tal grado que no puede existir ningún sistema de innovación tecnológica sólido, sin contar con un sistema científico de altura.

El marco legal también es preocupación del Estado mexicano, y específicamente en el campo de la ciencia y tecnología, se ha emitido la Ley para Coordinar el Desarrollo Científico y Tecnológico y la Nueva Ley de Fomento a la Propiedad Industrial, además de reformar la Ley Orgánica de la Administración Pública, para concentrar en la SEP la mayor parte de actividades en CyT.

Aun cuando el Conacyt cuenta con organismos antecesores, fue con la creación de éste cuando la política en CyT empezó a ser más clara y a contar con un organismo responsable de la misma. Esta institución ha desarrollado instancias y mecanismos muy importantes para el impulso a la CyT y también para la vinculación, tal es el caso de los actuales centros SEP-Conacyt y los sistemas regionales de investigación.

Con toda esta planeación, legislación y creación de organismos de impulso a las actividades de ciencia y tecnología, el Estado mexicano se ha convertido en el impulsor y creador del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

E) LAS UNIVERSIDADES Y LA VINCULACIÓN

En muchos países ha existido un modelo de desarrollo en las instituciones de educación superior, llamado de “tendencia endógena” o, como Polanyi lo ha denominado, “República de la Ciencia”, o sea que la ciencia ha tenido su principal desarrollo en las universidades y la relación con el sector productivo ha sido escasa. Esta concepción se apega a la noción de Merton sobre “Comunidad Científica”

Los centros de investigación deben relacionarse con el sector productivo, porque:

- Tienen necesidad de equipamiento de instrumental científico, requerimiento de material bibliográfico, etcétera.
- Necesidad de incrementar los ingresos de los investigadores buscando

fuentes alternativas de financiamiento para la investigación

- No quedar rezagado en algunas áreas del conocimiento en las cuales se han realizado investigaciones que han arrojado resultados aplicables en el corto plazo.
- El sector productivo se convierte en el referente crítico, para medir la calidad de la investigación que se está llevando a cabo en los centros.
- Aumentar el prestigio de sus profesores y estudiantes al incrementar sus relaciones con otros espacios y ampliar sus desafíos intelectuales.
- Mejorar el nivel de conocimientos y confianza de los posgraduados que trabajarán en la industria.
- Pueden tener acceso a instalaciones e infraestructura de las empresas.
- Pueden llegar a tener más fácilmente fondos o fideicomisos cuando actúan en coordinación con empresas.
- Pueden difundir sus conocimientos de manera más efectiva.

Las instituciones, por su lado, deben contar con mecanismos para el logro de sus resultados de investigación, pero además difundir los proyectos en los que están trabajando y los perfiles y capacidades de sus investigadores, con la finalidad de que sean lo más conocidos posibles.

Las universidades deben contar con bancos de información sobre los servicios que pueden ofrecer al sector empresarial, jerarquizándolos de acuerdo con su inmediatez o su grado de maduración para ser aplicados. Esta oferta debe comprender las potencialidades reales de los centros de investigación, indicando quién, dónde, cuándo y cuánto cuesta cada uno de los servicios.

La universidad debe desarrollar, en la medida de lo posible, casos piloto para que las empresas tengan más confianza en estos desarrollos.

Realizar de manera conjunta un diagnóstico sobre el uso de la tecnología en el país, ya que sería de gran apoyo para ambas instituciones.

Emprender de manera conjunta acciones de difusión, como reuniones de

información, suscripción a revistas y mecanismos de consulta a bancos de información, entre otras.

Desarrollar en las universidades el efecto demostración, es decir, hacer las cosas bien y difundirlas adecuadamente y con la verdad para que se tenga confianza en ellas.

La universidad debe contar con un banco de información sobre los lugares, costos y aplicaciones posibles de nuevas tecnologías.

Saber definir las medidas y acciones en el corto, mediano y largo plazos y saber qué tipo de acuerdos corresponden para cada ocasión.

Convencer a los empresarios de que los servicios que ofrece la universidad no son gratuitos, sino que tienen un costo para la institución.

La función principal de la vinculación es transferir y difundir de manera directa y efectiva los conocimientos y saberes con que cuenta la institución. Por tanto, el programa de vinculación debe agrupar a todas las áreas del saber y contemplar todas las actividades de la universidad, pero definiendo de manera clara en las que tiene mayores posibilidades de éxito y las que más factibilidad tienen en la región.

Por la velocidad de los cambios y las aceleradas transformaciones en los niveles de conocimiento, no se puede dejar de lado en un programa de vinculación lo que se refiere a educación continua. Lo anterior modifica el concepto tradicional de educación referida como etapa inicial de la vida para convertirse en un proceso de reciclaje permanente de conocimientos. Por lo anterior es impostergable la práctica de procesos de educación continua, tanto por las empresas como por las universidades.

En México, al inicio de los ochentas las universidades manifiestan una gran preocupación por la falta de vínculos e instituciones como la UNAM, la UAM y la U de Guadalajara crean oficinas encargadas de esa área, de tal

manera que actualmente casi todas las instituciones, cuentan con alguna oficina o dependencia que se encargue de promover sus relaciones con los sectores productivos y sociales.

F) LAS EMPRESAS Y LA VINCULACIÓN

Un proceso de vinculación favorece a las empresas porque:

- La empresa debe estar en la búsqueda constante de tecnología debido a los cambios experimentados en la demanda de productos porque el consumidor busca diversidad en cuanto a las características del producto: tamaño, sabor, presentación, precio, etcétera.
- Ofrece cambios constantes por el lado de la oferta, nuevos recursos, nuevas formas de las ya existentes, características nuevas en insumos, etcétera.
- Contribuye a la desaparición de ciertas barreras, a la entrada y a la aparición de otras.
- Contribuye a la internacionalización de la economía generando la necesidad de ser más competitivos en los mercados mundiales.
- Provoca la aparición de nuevas formas de administración, planeación y control de la producción; estas nuevas formas son referidas a los recursos, personal y tecnología.
 - Están en posibilidades de reducir sus costos de producción.
 - Pueden resolver problemas de deseconomías de escala.
 - Pueden contar con un canal de comunicación para la obtención de información científica y tecnológica para implementar nuevas ideas.
 - Pueden diseñar mecanismos para integrar los diferentes departamentos y actividades funcionales de la organización.
 - Pueden desarrollar una nueva conducta en los cuadros de dirección, imprimiendo dinamismo y estableciendo un liderazgo motivacional en el capital humano de la organización.
 - Pueden contar con recursos humanos actualizados constantemente
 - Pueden tener acceso a instalaciones universitarias para la realización de cursos, investigaciones en sus laboratorios, etcétera.

Aun cuando en nuestro medio, tradicionalmente, las empresas se han vinculado a la universidad mediante requerimientos de recursos humanos para labores gerenciales y operaciones profesionales, en la actualidad, los cambios a nivel internacional y la necesidad de incorporar nuevos conocimientos a los procesos productivos están haciendo que las empresas busquen a la universidad con la idea de impulsar proyectos de desarrollo tecnológico.

Lo que las empresas inquieran en las universidades no tiene que ser algo rebuscado y fuera del alcance de las instituciones, más bien deben proponer y llegar a acuerdos sobre lo que cotidianamente realizan ambas entidades sin establecer compromisos que no se puedan cumplir, y, de esa forma, arriesgarse a interrumpir un incipiente proceso de vinculación.

La empresa debe tener claros sus objetivos con el objeto de precisar de manera adecuada los requerimientos hacia las universidades y definir con qué tipo de institución le conviene asociarse.

La empresa debe estar siempre bien informada sobre los nuevos productos, procesos, tecnologías, y tendencias del mercado, etc., para no verse sorprendida en cualquier momento y quedar ajena a nuevos desarrollos en alguno de estos factores; debe estar siempre alerta, no sólo para contraatacar, ante estos cambios sino para saber aprovechar el dinamismo de las oportunidades y no buscar inventar lo inventado. Debe mantener el enfoque sistémico y global para resolver sus problemas.

La empresa debe mantener una información adecuada del quehacer de los centros de investigación, pues esto le ayudará a mantener una vigilancia constante de su entorno, ya que es necesario contar con información adecuada sobre sus competidores reales y potenciales y las nuevas inversiones y actividades de éstos, comportamiento de los clientes y proveedores, cambios en los gustos y necesidades de los clientes y los nuevos productos y dinámicas de los proveedores, información sobre el mundo tecnológico a su alrededor,

información sobre los cambios en la sociedad en general y el impacto que pueden tener en el desarrollo de la empresa.

Según los empresarios, el factor mas fuerte que no permite emprender actividades de investigación es el financiero. Para innovar se requiere una alta inversión de capital que, de acuerdo con las tasas prevalecientes en el mercado, resulta difícil contar con recursos para estas actividades. Esta debe ser una motivación más para que los empresarios se acerquen a las universidades en la búsqueda de alternativas de innovación para sus empresas.

G) FORMAS DE VINCULACION

Existen diversos mecanismos formales de vinculación, tal es el caso de convenios o contratos establecidos entre empresas y centros de investigación, en las cuales pueden intervenir organismos creados para tal efecto, donde quedan establecidos los compromisos para cada uno de los actores. También se establecen relaciones informales, sobre todo entre investigadores de los diferentes organismos. En la mayoría de los casos, a las relaciones formales les preceden acercamientos informales que van creando las condiciones para la firma de acuerdos y convenios. Tanto los centros de investigación como las empresas deben aspirar a relaciones formales cada vez mejor planificadas y organizadas, sin importar dónde se origine el proceso.

Las formas de vinculación se pueden agrupar en tres apartados:

1. Promoción de áreas específicas en ciencia y tecnología.
2. Construcción de estructuras que faciliten la vinculación a largo plazo
3. Desarrollo de sistemas de enlace.

Estas tres formas no se pueden concebir de manera absoluta y aislada, sino que se encuentran íntimamente relacionadas. Enseguida las desarrollamos más detalladamente:

1. Promoción de formas de vinculación en áreas específicas en ciencia y tecnología

Generalmente, este tipo de acuerdos se proponen objetivos más en el corto plazo. Los programas más comunes, son:

Acuerdos para desarrollar tecnologías básicas para posibles nuevas industrias. Como ejemplo tenemos los programas de impulso de proyectos de investigación o posgrados en cualquiera de las áreas que desarrolla la universidad con la finalidad de impulsar la creación de posibles empresas en estos campos.

Programas de adiestramiento en la administración y manejo de determinadas tecnologías.

Programas de cooperación en cursos, servicio de biblioteca o asesoría eventual por algunos investigadores a determinadas empresas.

Un estudio de la vinculación relaciona así estos servicios:

- Apoyo técnico y prestación de servicios por parte de la universidad
- Programas de capacitación
- Cooperación en la formación de recursos humanos
- Apoyo financiero a estudiantes que realizan investigación relacionada con la industria.
- Cursos de educación continua
- Intercambios de personal (estancias y años sabáticos)
- Organización conjunta de seminarios, conferencias, coloquios, etcétera.
- Contactos personales: participación en consejos asesores, intercambio de publicaciones, etcétera.
- Consultoría especializada
- Programas de contratación de recién egresados
- Apoyo al establecimiento de cátedras y seminarios especiales
- Estímulos y premios a investigadores, profesores y estudiantes
- Acceso a instalaciones especiales

- Apoyo a investigación básica
- Tránsferencia de tecnología¹³²

Estos vínculos y servicios se caracterizan porque son menos duraderos y más restringidos en cuanto a acuerdos, además su impacto, tanto en el sector de ciencia y tecnología, como en el sector productivo es menor.

No obstante, considero que en países como el nuestro, donde no existe una tradición en este tipo de vínculos, éste es el camino para iniciar esfuerzos encaminados al logro de relaciones más estrechas entre universidad e industria.

2. Implementación de medidas y estructuras para la vinculación a largo plazo

Quizá es el mecanismo más importante y que muestra una verdadera disposición para el logro de la vinculación de parte de los actores involucrados en el proceso. Su construcción implica una reforma estructural en el sector productivo y de ciencia y tecnología. Los principales elementos de una reforma estructural, en este aspecto son:

a). Desregulación e incentivos para la vinculación

Los esquemas de desregulación, en el caso de México, implican la eliminación de las cláusulas que limitan a los académicos para establecer lazos de trabajo o asesoría con empresas u otras instituciones, este tipo de cláusulas aparecen en contratos colectivos y estatutos del personal académico de algunas universidades.

La política fiscal se convierte en auxiliar eficaz para el impulso de este tipo de actividades mediante la eliminación de algunos impuestos para aquellas empresas que participen en proyectos conjuntos con algunas universidades.

En el caso de incentivos se refiere al impulso de la vinculación mediante

el estímulo económico a algunas empresas que realizan convenios de cooperación con las instituciones de educación superior, así como a aquellas universidades que establecen convenios de colaboración con empresas del sector productivo.

b) Establecimiento de convenios de cooperación universidad-empresa

Donde más se ha desarrollado este sistema de convenios, es en Estados Unidos.

En el caso de México, existe la experiencia de organismos creados exprofeso para buscar este tipo de acuerdos. El sistema de convenios se ha convertido en el mecanismo más usado en las relaciones entre universidad y empresa y es el que más viabilidad presenta en nuestro país.

3. Desarrollo de mecanismos especiales de enlace

Cada vez existe un mayor consenso entre los actores del proceso de vinculación de la necesidad de contar con estructuras bien definidas y eficaces para el impulso a esta tarea. Algunas de estas estructuras son:

a) *Sistemas nacionales para la explotación de tecnología universitaria.* Son ya varios los países que han establecido organizaciones para facilitar el patentamiento y la comercialización de invenciones universitarias. Entre estos países se cuentan Inglaterra, Japón y Francia. En México surgió lo que se llamó Mexicana de Tecnología, la cual duró muy poco tiempo.

b) *Programas universitarios de enlace con la industria.* buscan establecer la consultoría de académicos universitarios hacia las empresas. Las industrias son invitadas a participar en un programa mediante el pago de una cuota modesta a cambio de solicitar orientación para investigar y realizar proyectos, cursos, etcétera.

c) *Oficinas universitarias de transferencia de tecnología* que promueven la participación de los investigadores en proyectos de las empresas, promueven los proyectos de los investigadores, protección de invenciones y enseñan la mercadotecnia de la tecnología.

d) *Empresas universitarias comercializadoras de la tecnología*. Debido a las estructuras jurídicas de muchas universidades, que no les permite comerciar las tecnologías con los organismos que tienen a su alcance, se han creado empresas especializadas en comercializar servicios de las universidades.

e) *Núcleos independientes de gestión tecnológica*. Son personas encargadas de mercadear los servicios que pueden prestar las universidades, tienen la limitante de que son ajenos a las universidades.

f) *Los centros de innovación, que tienen la misión de incrementar las tendencias empresariales de los egresados de las universidades, buscar apoyo al inventor o empresario individual, incrementar la inversión no gubernamental para IyD*.

g) *Incubadoras de empresas*, las cuales pretenden dar facilidades a las pequeñas empresas de base tecnológica para que logren superar la fase embrionaria de su desarrollo. Las empresas permanecen en la incubadora el tiempo suficiente para desarrollar el producto y probar su viabilidad.

h) *Los consorcios de investigación y desarrollo y los centros cooperativos de investigación*. Son asociaciones formales a largo plazo entre universidades e industrias.

i) *Los parques tecnológicos*. Son conglomerados de industrias cercanos a universidades, con el objeto de que las empresas puedan aprovechar la proximidad de la capacidad técnica y científica de los investigadores y la infraestructura de los laboratorios.

H) OBSTÁCULOS PARA EL PROCESO DE VINCULACION

En el proceso de vinculación es posible vislumbrar los siguientes problemas:

1. Persistencia de un clima de recelo y desconfianza recíproca, entre empresarios e investigadores, que a veces subsiste a pesar del reconocimiento de las ventajas de lograr un acercamiento.

2. Excepcionismo en las valoraciones del sentido que puede tener este tipo de colaboración y sus posibles resultados. Muchos empresarios y profesionales de la industria albergan dudas sobre la capacidad real de los investigadores y laboratorios de los centros de educación superior en la solución de problemas prácticos. Los académicos, por su parte, pueden no hallar científicamente relevante un tipo de trabajo en el que, además, hay que obtener resultados, cumplir plazos y otras exigencias a las que no están acostumbrados.

3. Problemas derivados de la organización y carácter institucional de la universidad o institución de educación superior.

Especialmente la universidad pública, puede adolecer de la necesaria agilidad en la tramitación de los acuerdos de cooperación. Por otra parte, la presencia de estudiantes en los órganos de decisión, puede dejar los asuntos de mayor responsabilidad, fuera del alcance de los criterios más pertinentes.

4. La interacción del mundo empresarial puede dar lugar a importantes conflictos en el marco de la convivencia universitaria o del centro de investigación.

5. La exigencia de confidencialidad vista como garantía de que los desarrollos parciales o resultados finales no serán transferidos a terceros.

6. La primacía en el mercado, es una variable estratégica buscada por la empresa para mejorar su competitividad.

7. La necesidad de publicar es una demanda corriente en el sistema de evaluación de los investigadores, lo cual es incompatible con la retención de información y ocultamiento de resultados que demanda el secreto industrial.

8. Cierta inestabilidad laboral y baja continuidad en los equipos universitarios, genera temor empresarial de fuga de información hacia los competidores. El temor a que los proyectos se vean truncados por problemas estudiantiles, sindicales o presupuestales.

9. Las cuestiones vinculadas a la propiedad de los resultados tecnológicos generales en la universidad u otros organismos públicos de investigación.

10. Las empresas tienden a considerar que la tecnología generada bajo contrato y financiada con sus recursos debe estar sujeta al derecho de propiedad sin limitaciones.

11. Los centros de investigación procuran la retención de ciertos derechos sobre el desarrollo conseguido, con la idea de que el valor comercial que el mismo alcanza en el mercado, depende del aporte tecnológico brindado.

12. La preferencia empresarial por los proyectos de corto plazo y bajo financiamiento.

13. La reglamentación y administración universitarias, no son corrientemente compatibles con la gestión industrial.

CONCLUSIÓN FINAL

De lo analizado a lo largo del trabajo se infiere que la vinculación es una categoría que encierra un proceso complejo, presenta un desarrollo histórico y se expresa en sus dimensiones sociales, económicas, políticas y culturales; está compuesta por toda acción impulsada de manera conjunta entre los agentes del sector productivo y social y el sector de ciencia y tecnología de una región o país, no vistos como entidades separadas, sino que presentan una interacción constante para conjuntar, con otros factores, el proceso de desarrollo. Además se encuentra caracterizada por especificidades regionales y por el dinamismo, grados de conocimiento y disponibilidad de los actores.

El estudio de la vinculación constituye un campo muy específico del cual se pueden elaborar análisis muy importantes, por ello surge la necesidad de continuar estudiando esta temática para establecer categorías, teorías y modelos que expliquen el comportamiento de los diferentes actores, agentes, acciones y mecanismos que intervienen en el proceso.

La forma apropiada para emprender un estudio de la vinculación es desde la perspectiva multidisciplinaria, ya que dicho proceso se encuentra íntimamente ligado al concepto de innovación y éste se presenta en todas las áreas científico tecnológicas y ubicarse en cualquier rama de la economía.

Es importante que tanto las universidades como las empresas se preocupen por el estudio de la vinculación, así podrán encontrar nuevas formas para impulsarla y vencer los obstáculos existentes, preparar recursos humanos con ideas renovadoras y mejor disposición para impulsar el proceso de vinculación.

La manera más adecuada de establecer una teoría, sobre este aspecto, es partiendo desde un modelo interactivo, donde exista un sistema de redes en el que la oportunidad de entrada y permanencia al sistema dependa del nivel de profundidad, grado de acumulación y rapidez de apropiación del nuevo conocimiento.

¹²⁹ Diego D. Fernández y Salomón Bardman, *La vinculación de la actividad científica y tecnológica con el desarrollo económico y social*. Ponencia al Seminario de Ciencia y Tecnología de Guanajuato. México, 1982.

¹³⁰ Ignacio Fernández de Lucio, *La nueva política de articulación del sistema de innovación en España*. Ponencia al VI Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. Concepción, Chile, septiembre, 1995.

¹³¹ Didriksson, Axel, "El nuevo papel de las universidades en el desarrollo de la ciencia y la tecnología". En Campos y Corona, *Universidad y vinculación; nuevos retos y viejos problemas*, Ed. UNAM. P. 45

¹³² José Luis Solleiro, "Gestión de la vinculación universidad-sector productivo". En *Gestión tecnológica y desarrollo universitario. El aporte CINDA: Veinte años de cooperación académica internacional*. Santiago de Chile, 1994, p. 187.

Bibliografía

- Aboites, Jaime A., *Las trayectorias tecnológicas de la manufactura*, Ed. UAM, México, 1992.
- Ackoff, Russell L., *Rediseñando el futuro*, Ed. Limusa, México, 1984.
- Adelman, Irma, *Teorías del desarrollo económico*, Ed. FCE, México, 1978.
- Aguilar Barajas Ismael, Parques de Desarrollo Tecnológico: La experiencia de Estados Unidos y Europa, revista *Tecnoindustria* núm. 5, Ed. Conacyt, julio-agosto, 1992.
- Aguilar Garib, Juan Antonio, "Vinculación entre universidad e industria: una experiencia provechosa", en *Comercio exterior*, núm. 3, marzo, 1994.
- ALTEC (Asociación Latinoamericana de Gestión Tecnológica), *Memorias del VI Seminario Latinoamericano Altec'95*. Concepción, Chile, 20-22 de septiembre de 1995.
- Alvarez Béjar, Alejandro y Borrego, John, *La inserción de México en la cuenca del Pacífico*, Facultad de Economía, UNAM, Ed. UNAM, México, 1990.
- Alzati, Fausto, "Una política científica y tecnológica para la modernización", en *Tecnoindustria*, núm. 1, noviembre-diciembre 1991, Ed. Conacyt.
- Anuies, *Anuarios Estadísticos*, varios números.
- Anuies: *Nuevas tecnologías, nuevas profesiones*, Ed. Anuies, México, 1995.
- Arizmendi Rodríguez, Roberto, *Planeación y administración educativas*, Ed. Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México, 1982.
- Arjona Béjar, Luis E., La Tecnología en la Teoría del Comercio: La Perspectiva Evolutiva, *Revista el Trimestre Económico*, núm. 248, octubre-diciembre, 1995.
- Aronowitz, Stanley, *Science and Power. Discourse and Ideology in Modern Society. USA.*, University of Minnesota, 1988.
- Ary Plosnoki, Guilherme, Editor, *Cooperación empresa-universidad en Iberoamérica, avances recientes*, Sao Paulo, 1995.
- Arredondo Galván, Víctor Martiniano, (coordinador), *Educación superior y su relación con el sector productivo*, Secofi-Anuies, México, 1992.
- Avendaño Cervantes, Guillermo, *El mito de la tecnología*, Ed. Diana,

- México, 1995.
- Azevedo, Fernando, *Sociología de la educación*, Ed. FCE, 11ª reimpresión, México, 1987.
- Barkin, David, *Un desarrollo distorsionado: la integración de México en la economía mundial*, Ed. Siglo XXI, UAM-Xochimilco, México, 1991.
- Barnes Harry, Elmer, *Historia de la economía en el mundo occidental*, Ed. UTEHA, México, 1980.
- Barney, G.O. y Concheiro, Alonso, *Estudios del siglo XXI*, Ed. Centro de Estudios Prospectivos, Fundación Javier Barros Sierra, A.C., México, 1988.
- Basalla, Gerge, *La evolución de la tecnología*, RBA, Editores, Barcelona, 1991.
- Basteris, Luis F., "1992: Año de la modernización tecnológica en México", en *Tecnoindustria*, núm. 2, enero-febrero 1992, Ed., Conacyt.
- Becker, Gary S., *El capital humano*, Ed. Alianza Universidad, Madrid, 1983.
- Ben David, Joseph, *La universidad en transformación*, Ed. Seix Barral, Barcelona, 1966.
- Bernal, John D., *La ciencia en nuestro tiempo*, Ed. Nueva Imagen, México, 1981.
- Bernal, John D., *La ciencia en la historia*, Ed. Nueva Imagen, 10ª edición, México, 1994.
- Blaug, Mark, *Economics education selected readings*, Edited by Penguin Great Britain, 1969.
- Blaug, Mark, *Introducción a la economía de la educación*, Ed. Aguilar, México, 1982.
- Blanco, José y Guevara Niebla, Gilberto, *Universidad nacional y economía*, Ed. Porrúa, México, 1990.
- Bodemer, Klaus, (coordinador), *Política tecnológica y modernización productiva*, Ed. Nueva Sociedad, Uruguay, 1992.
- Boldú, José Luis y De la Fuente, Juan Ramón, (editores), *Science Policy in Developing Countries: The Case of Mexico*, UAM-FCE, México 1993.
- Boon, Gerard K., *El mercado de tecnología*, Ed. El Colegio de México, México, 1984.
- Botkin James, Dimancescu y Dan Statin, *Los innovadores*, Ed. Gernika, México, 1984.
- Bowen, James y Hotson, Peter, *Las ciencias de la educación*, Ed. Limusa, México, 1986.
- Braña, Javier; Bernal, John D., *El Estado y el cambio*

- tecnológico en la industrialización tardía: un análisis del caso español*, Ed. FCE, México, 1984.
- Cadena, Gustavo, *et al.*, *Administración de proyectos de innovación tecnológica*, Ed. Gernika, México, 1986.
- Campos, Miguel Angel y Varela Roberto, *Prospectiva social y revolución científico-tecnológica*, Ed. UNAM Y UAM, 1992.
- Campos, Miguel Angel y Corona, Leonel, *Universidad y vinculación: nuevos retos y viejos problemas*, Ed. UNAM, 1994.
- Campos, Miguel Angel y Jiménez, Jaime, Editores, *El sistema de ciencia y tecnología en México*, IIMAS-UNAM, México, 1991.
- Cañedo, Luis y Estrada, Luis, *La ciencia en México*, Ed. FCE, México, 1985.
- Carrillo, Jesús, *et al.*, "Desarrollo de la microelectrónica", en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 56, Ed. Conacyt, mayo-junio de 1984.
- Casar, José I., *La organización industrial en México*, Ed. Siglo XXI-ILET, México, 1990.
- Castrejón Díez, Jaime, *El concepto de universidad*, Ed. Océano, México, 1982.
- Castrejón Díez, Jaime y Angeles Gutiérrez, Ofelia, *Educación permanente*, Ed. Edicol, México, 1980.
- Cazadero, Manuel, *Las revoluciones industriales*, Ed. FCE, México, 1995.
- CIDAC, *Educación para una economía competitiva*, Ed. Diana, México, 1992.
- CINDA, *Política y gestión universitaria, El Aporte Cinda: 20 años de cooperación académica internacional*, Santiago de Chile, 1994.
- CIT (Centro de Innovación Tecnológica), *Política científica y tecnológica (Protec 1990)*, CIT-UNAM, 1990.
- Cimoli, M. & Dosi, G., "Technology and development: some implications of recent advances in the economics of innovation for the process of development", en *Science, Technology and Development*, New York, Westview Press, 1988.
- Cimoli, Mario y Dosi, Giovanni, "De los Paradigmas tecnológicos a los sistemas nacionales de producción e innovación", en *Comercio Exterior*, núm. 8, agosto 1994.
- Conacyt, *Catálogo de centros e institutos de investigación científica y desarrollo tecnológico en México*, 1984, Ed. Conacyt.
- Conpes, *El desarrollo del posgrado en la educación superior*, Ed. SEP-Anuies, México, 1982.
- Conpes: *Plan Nacional de Educación Superior, Lineamientos Generales*

- para el Periodo 1981-1991*, fotocopia.
- Conpes, *Políticas de investigación en la educación superior*, Ed. SEP-Anuies, México, 1982.
- Coombs, Rod, *et al.*, *Economics and technologic change*, Edited by Macmillan Education, London, 1987.
- Coriat, Benjamín, *Ciencia, técnica y capital*, Ed. H. Blume, Madrid, 1976.
- Corona Treviño, Leonel (compilador), *México ante las nuevas tecnologías*, Ed. Porrúa, México, 1991.
- Corona Treviño, Leonel, "Perspectivas de la política científico-tecnológica en México", en revista *Problemas del Desarrollo*, núm. 57, Instituto de Investigaciones Económicas UNAM, febrero-abril de 1984.
- Corona Treviño, Leonel, "Conceptos económicos del progreso tecnológico", en *Cuadernos de la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía*, UNAM, 1984.
- Corona Treviño, Leonel, "Economía política y desarrollo tecnológico", en revista *Ensayos*, núm. 4, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía, UNAM, México, 1984.
- Corona Treviño, Leonel, *Prospectiva científico-tecnológica en América Latina*, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Economía, México, 1989.
- Corona Treviño, Leonel y González, Consuelo, *Alerta tecnológica para el México del siglo XXI*, Ed. DEPF-UNAM, México, 1988.
- Cruz, Rafael De La, *Tecnología y poder*, Ed. Siglo XXI, México, 1987.
- Chavero, Adrián y otros, *México, ciencia y tecnología*, Ed. UNAM-IPN, México, 1992.
- Deane, Phylis, *La primera Revolución Industrial*, 8a. ed. Ed. Península, Barcelona, 1991.
- De Sola Pool, Ithiel, *Tecnología sin Fronteras*, Ed. FCE, México, 1993.
- Dephillipe, Mercedes, *Alianza entre ciencia, tecnología e industria*, Ed. Anuies, México, 1977.
- Derry, T. K. y Williams, Trevor, *Historia de la tecnología de 1750 a 1990*, Ed. Siglo XXI, 5 t.
- Didrikson, Axel, *Prospectiva de la educación superior*, Ed. CISE-UNAM, 1992.
- Didrikson, Axel, *La universidad del futuro*, tesis doctoral, División de Posgrado de la Facultad de Economía de la UNAM, México, 1993.
- Dirección General de Intercambio Académico, UNAM, "Revolución Tecnológica", en *Universidad y Desarrollo*, Ed. UNAM s/f.
- Drucker, Peter F., *La innovación y el empresario innovador*, Ed. Hermes,

- México, 1994.
- Dussel Peters, Enrique, El Cambio Estructural del Sector Manufacturero Mexicano, 1988-1994. *Revista Comercio Exterior*, junio de 1995.
- Dussel Peters, Enrique, Cambio Estructural y Potencialidades de Crecimiento del Sector Manufacturero en México (1982-1991), en Julio López, *México: La Nueva Macroeconomía*. Centro de Estudios para un Proyecto Nacional y Nuevo Horizonte Editores, México, 1994.
- Dutrenit, Gabriela y Capdevielle, Mario, "El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta", en *El Trimestre Económico*, núm. 239, julio-sep. 1993.
- Elster, John, *El cambio tecnológico*, Ed. Gedisa, Barcelona, 1992.
- Espinoza, Ivan. "Algunas reflexiones sobre la educación superior en México", en *Educación y desarrollo dependiente en América Latina*, Ed. Gernika, México, 1984.
- Esteva Maraboto, José Antonio, et al., *Opciones de vinculación de las universidades y centros de investigación con la industria*, Ed. Consejo Consultivo de Ciencias, México, 1994.
- Fernández, Alfredo L., "Alcances de la explicación económica en el ámbito educativo", en *Revista de la Educación Superior*, núm. 61, Ed. Anuies, enero-marzo, 1987.
- Fernández Enguita, Mariano, *La escuela en el capitalismo democrático*, Ed. Alianza Universidad, Madrid, 1971.
- Freeman Christopher, *El Reto de la Innovación. La experiencia de Japón*, Ed. Galac, Venezuela, 1993.
- Freeman, Christopher, *La teoría económica de la innovación industrial*, Ed. Alianza Universidad, Madrid, 1974.
- Foorrester, Tom, *Sociedad de alta tecnología*, Ed. Siglo XXI, México, 1992.
- Fortes, Jacqueline y Lomnitz, Larizza, *La formación del científico mexicano*, Ed. Siglo XXI-UNAM, México, 1991.
- Froehel, F. et al., *La nueva división internacional del trabajo*, Ed. Siglo XXI, México, 1981.
- Fuentes Molinar, Olac, *Crítica a la escuela: el reformismo radical en Estados Unidos*, Ed., El Caballito, SEP, México, 1985.
- Fuentes Molinar, Olac, *Educación y política en México*, Ed. Nueva Imagen, México, 1988.
- Fuentes Molinar, Olac, "Las épocas de la universidad mexicana", en *Cuadernos Políticos*, núm. 36, abril-junio de 1983, Ed. ERA.
- Gago Huguet, Antonio, "Algunos problemas de la educación superior en México", en *Revista de la Educación Superior*, núm. 58, abril-junio

- de 1986, Ed. Anuies.
- Galbraith, J.K., *El nuevo estado industrial*, Ed. Ariel, España, 1980.
- Galindo Fontanes, Enrique, "Biotecnología: oportunidades y amenazas", en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 80, mayo-junio de 1988, Conacyt.
- Ginzberg, Eli, *Tecnología y cambio social*, Ed. UTEHA, México, 1965.
- Gómez Uranga, Mikel *et al.*, *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio*, Ed. Icaria, Barcelona, 1992.
- Gómez, Víctor Manuel, "Educación y Modernización", en *Revista de la Educación Superior*, núm. 76, Ed. Anuies.
- Gonzalez, María del Refugio, "Universidad mexicana y formación del estado nacional", en *Colección Pensamiento Universitario*, núm. 64, UNAM, México, 1966.
- Grossman, Gene M. and Helpman, Elhanan, *Innovation and growth*, Cambridge, Massachusetts, London, England, 1993.
- Grunwald, Joseph y Flamm, Kenneth, *La fábrica mundial*, Ed. FCE, México, 1991.
- Guevara Niebla, Gilberto, *La educación socialista en México (1934-1945)*, Ed. El Caballito, SEP, México, 1985.
- Guevara Niebla, Gilberto, *El saber y el poder*, Ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, México, 1983.
- Guevara Niebla, Gilberto, *La crisis de la educación superior en México*, Ed. Nueva Imagen, México, 1985.
- Guzmán, José Teódulo, *Alternativas para la educación en México*, Ed. Gernika, México, 1983.
- Hacking, Andrew J., *Economic aspects of biotechnology*, Cambridge University Press, 1986.
- Heertje, Arnold, *Economía del progreso técnico*, Ed. FCE, México, 1984.
- Henriquez Ureña, Pedro, *Universidad y educación*, Ed. UNAM, México, 1969.
- Herrera, Almilcar, Corona, Leonel, *et al.*, *Las nuevas tecnologías y el futuro de América Latina*, Ed. Universidad de las Naciones Unidas, y Siglo XXI, México, 1994.
- Jackson, Tim, *La próxima batalla*, Ed. Vergara, Buenos Aires, 1994.
- Jamison, A., "Innovation theories and science and technology policy: historical perspectives", en *Science, Technology and Development*, New York, Westview Press, 1988.
- Johnson, Harry G., *Tecnología e independencia económica*, Ed. El Manual Moderno, México, 1978.
- Kaplan, Marcos, *Estado y sociedad en América Latina*, Ed. Oasis, México,

1984.

- Kaplan, Marcos, *La ciencia en la sociedad y en la política*, Colección Sepsetentas, Ed. SEP, México, 1979.
- Katz, Jorge, *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*, Ed. FCE, México, 1985.
- Korzeniewicz, Roberto Patricio, Una Visión Alternativa: Cadenas Mercantiles Globales, *Revista Investigación Económica*, núm. 214, octubre-diciembre, 1995, Facultad de Economía UNAM.
- Kumar, A., "Technological self-reliance, dependence and underdevelopment", en *Science, Technology and Development*, New York, Westview Press, 1988.
- Landes, Savid, *Progreso tecnológico y revolución industrial*, Ed. Tecnos, Madrid, 1979.
- Leyva, José Ángel. *Lectura de un Mundo Nuevo*, Ed. Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, 1996.
- Llorens Báez, Luis, *La investigación en el desarrollo institucional*, Ed. Universidad Autónoma de Baja California-ANUIES, México, 1993.
- Malecki, Edward, *Technology & economic development*, edited by John Wiley & Sons, New York, 1991.
- Malo, Salvador, "El Sistema Nacional de Investigadores", en *Ciencia y Desarrollo*, núms. 67, 74 y 79. Ed. Conacyt.
- Marglin Stephen A. and Schor Juliet B. *The Golden Age of Capitalism*, Clarendon Press, Oxford, 1991.
- Martínez Legorreta, Omar, *Industria, comercio y estado, algunas experiencias de la cuenca del Pacífico*, Ed. El Colegio de México, México, 1991.
- Martínez, Eduardo, *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*, 1994.
- Marshall, Alfred, *Obras escogidas*, Ed. FCE, México, 1978.
- Márquez, Viviane B., *De ciencia, tecnología y empleo en el desarrollo rural de América Latina*, Ed. El Colegio de México, México, 1983.
- Márquez, María Teresa, *10 años del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*, Ed. Conacyt, México, 1982.
- Martuscelli, Jaime y Waisblut, Mario, "Las universidades y el desarrollo tecnológico en el país", en *Revista de la Educación Superior*, núm. 58, abril-junio de 1986, Ed. Anuies.
- Marx, Carlos, *Capital y tecnología: manuscritos inéditos (1861-1863)*, Ed. Terra Nova, México, 1980.
- Marx, Carlos, *El capital*, Ed. Siglo XXI, México, 1975.

- Marx, Carlos, *Critica de la economía política*, Ed. Nacional, México, 1973.
- Marx, Carlos, *La miseria de la filosofía*, Ed. Nacional, México, 1973.
- Mayagoitia Domínguez, Héctor, "La participación del gobierno, las universidades y la industria en la política científico-tecnológica", en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 67, Ed. Conacyt.
- McNeill, William H., *La búsqueda del poder; Tecnología, fuerzas armadas y sociedad*, Ed. Siglo XXI, México, 1988.
- Mertens, Leonard, "Transformación productiva, empleo y formación profesional", en *Comercio Exterior*, núm. 8, agosto 1995.
- Miriam, Isaac, *Industrias nuevas y estrategias de desarrollo en América Latina*, libros del CIDE, México, 1986.
- Miranda Pacheco, Mario, *La educación como proceso conectivo en las sociedades, la tecnología y la política*, Ed. Trillas-ANUIES, México, 1978.
- Montoya Martín del Campo, Alberto, *México ante la revolución tecnológica*, Ed. Diana, México, 1993.
- Morales Gómez, Daniel, (compilador), *La educación y el desarrollo dependiente en América Latina*, Ed. Gernika, México, 1979.
- Mowery, David y Rosemberg, Nathan, *La tecnología y la búsqueda del crecimiento económico*, Ed. Conacyt, México, 1992.
- Mulás del Pozo, Pablo, (coordinador) *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México*, en Academia de la Investigación Científica, Academia Nacional de Ingeniería y FCE, México, 1995.
- Muñoz Izquierdo, Carlos, "Aplicación de la teoría económica a la planeación de la educación superior", en *Revista de la Educación Superior*, núm. 61, enero-marzo 1987, Ed. Anuies.
- Muñoz Izquierdo, Carlos, "Relaciones entre la educación superior y el sistema productivo", en *Revista de la Educación Superior*, núm. 76, oct-dic. 1990.
- Muñoz Izquierdo, Carlos, *La contribución de la educación al cambio social*, Ed. Gernika, 1994.
- Musalem López, Omar, *Innovación tecnológica y parques científicos*, Ed. Nacional Financiera, México, 1989.
- Nadal Egea, Alejandro, *Instrumentos de política científico-tecnológica*, Ed. El Colegio de México, México, 1988.
- Nadal Egea, Alejandro y Salas Pérez, Carlos, *Bibliografía sobre el análisis económico del cambio técnico*, Ed. El Colegio de México, México, 1988.
- Napoleoni, Claudio, E., *Pensamiento económico del siglo XX*, Ed. Oikos Tau, Barcelona, 1968.

- Neffa, Julio César, *Proceso de trabajo: nuevas tecnologías informatizadas y medio ambiente de trabajo en Argentina*, fotocopiado, DEPFE-UNAM.
- Neffa, Julio César, *El proceso de trabajo y la economía de tiempo*, Ed. Humanitas, Argentina, S/F.
- Nelson, Richard R., y Winter, Sidney, *An evolutionary theory of economic change*, The Belknap Press of Harvard University Press, 1992.
- Nelson, Richard R., *National innovation systems. A comparative analysis*, Ed. Oxford University Press, 1993.
- North, Douglass C., *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*, Ed. FCE, México, 1993.
- OECD, *Reviews of National Science and Technology Policy. Mexico*, París, 1994.
- Ornelas, Carlos, *El sistema educativo mexicano*, CIDE, Nafin, FCE, México, 1995.
- Ortiz, G., "La integración México-Estados Unidos-Canadá. El impacto de la integración sobre la pequeña y mediana industria", en *La integración mundial de México a Estados Unidos y Canadá ¿Alternativa o destino?*, México, Ed. Siglo XXI.
- Pacheco Méndez, Teresa, *La organización de la actividad científica en la UNAM*, Ed. UNAM-Porrúa, México, 1994.
- Pacheco Méndez, Teresa, "Institucionalización de la investigación científica", en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 77, Conacyt.
- Pacey, Arnold, *La cultura de la tecnología*, Ed. FCE, México, 1990.
- Pallán Figueroa, Carlos, *Bases para la administración de la educación superior en América Latina. El caso de México*, Ed. INAP, México, 1978.
- Parsons, Talcot, *El sistema de sociedades modernas*, Ed. Trillas, México, 1982.
- Peck y Kalachek, Nelson, *Tecnología, crecimiento económico y bienestar público*, Ed. Limusa Wiley, México, 1969.
- Penrose, Edith, *La economía del sistema internacional de patentes*, Ed. Siglo XXI, México, 1974.
- Pérez, Carlota, "Cambio técnico, restructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo", en *El Trimestre Económico*, núm. 233, enero-marzo 1992, FCE.
- Pérez Rocha, Manuel, *Educación y desarrollo: la ideología del estado mexicano*, Ed. Línea, México, 1983.
- Pérez Tamayo, Ruy, (compilador), *Investigación e información científica*

- en México*, Ed. Siglo XXI, México, 1988.
- Piore, Michael J. y Sabel, Charles F. *La Segunda Ruptura Industrial*, Alianza Ed., Madrid, 1990.
- Poder Ejecutivo Federal, *Programa de Ciencia y Tecnología 1995-2000*.
- Poder Ejecutivo Federal, *Programa de Desarrollo Educativo 1995-2000*.
- Porter, Michel E., *La ventaja competitiva de las naciones*, Ed. Vergara, Buenos Aires, 1991.
- Preer, Robert W., *The Emergence of Technopolis. Knowledge Intensive Technologies and Regional Development*. Ed. Praeger, New York, 1992.
- Pytlick, Edward; Lauda, Donal y Johnson, David, *Tecnología, cambio y sociedad*, Ed. Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A., México, 1988.
- Ramírez González, Eduardo, Esquemas de incubación de base tecnológica, revista *Tecnoindustria* núm. 14, Ed. Conacyt, febrero-marzo, 1994.
- Rangel Guerra, Alonso, "Educación superior en México", en *Jornadas de El Colegio de México*, núm. 86, México, 1983.
- Reséndiz Núñez, Daniel, "Infraestructura e instrumentos de la política mexicana de ciencia y tecnología", en *Ciencia y Desarrollo*, núm. 63, julio-agosto de 1985.
- Ricardo, David, *Principios de economía política y tributación*, Ed. FCE, México, 1973.
- Rodríguez Gómez, Roberto y Casanova Cardiel, Hugo, *Universidad contemporánea: racionalidad política y vinculación social*, CESU-UNAM, México, 1994.
- Rojas, Mauricio, "Notas para el estudio del cambio social a comienzo del quinto ciclo de Kondratiev", en *El Trimestre Económico*, núm. 229, enero-marzo 1991.
- Romer, Paul M., "El cambio tecnológico endógeno", en *El Trimestre Económico*, núm. 231, julio-sep., 1991.
- Rose, Hilary y Steven, *Economía política de la ciencia y la tecnología*, Ed. Nueva Imagen, México, 1974.
- Rosemberg, Nathan, (compilador), "Economía del cambio tecnológico", en *Lecturas del Fondo de Cultura Económica*, núm. 31, México, 1979.
- Rosemberg, Nathan, *Tecnología y economía*, Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1974.
- Rosemberg, Nathan, *Technology and the wealth of nations*, edited by Stanford University Press, 1992.
- Ros, Jaime, El debate sobre Industrialización. El caso de México, *Cuadernos de la CEPAL*, núm. 63, Santiago, 1990.

- Rostow, W.W., *Las etapas del crecimiento económico*, Ed. FCE, México, 1974.
- Rothwell, R. & Zegveld, W., "The process of technological innovation: patterns and influences". *Reindustrialization and technology*, London: Longman, 1985.
- Russell, Ackoff, *Rediseñando el futuro*, Ed. Limusa, México, 1984.
- Ruiz Massieu, Mario, *El cambio en la universidad*, Ed. UNAM, México, 1987.
- Sábato, Jorge A., Mackenzie, Michel, *La producción de tecnología*, Ed. Nueva Imagen, México, 1982.
- Schoijet, Mauricio, *La ciencia mexicana en la crisis*, Ed. Nuestro Tiempo, México, 1991.
- Sagasti, Francisco, "Ciencia, tecnología y desarrollo latinoamericano", *Lecturas del FCE*, núm. 42, México, 1981.
- Sagasti, Francisco y Araozm, Alberto, *La planificación científica y tecnológica en los países en desarrollo*, Ed. FCE, México, 1988.
- Salomon, Jean-Jacques; Sagasti, Francisco y Sachs, Céline (compiladores), *Una búsqueda incierta. Ciencia, tecnología y desarrollo*. Lectura del Fondo de Cultura Económica núm. 82, México, 1992.
- Sánchez Sinencio, Feliciano, "La cadena de interacción gobierno, ciencia tecnología-industria", en revista *Ciencia y Desarrollo*, núm. 67, Ed. Conacyt.
- Santiago Bechelle, Amado, *Investigación, invención, innovación*, Ed. UNAM, México, 1985.
- Schultz, Theodore, *The economic value of education*, Ed. Columbia University Press, USA, 1963.
- Schultz, Theodore, *Restablecimiento del equilibrio económico*, Ed. Gedisa, España, 1992.
- Schumacher, E.F., *Lo pequeño es hermoso*, Ed. Herano Blume, España, 1988.
- Schumpeter, Joseph, *Teoría del desenvolvimiento económico*, Ed. FCE, México, 1987.
- Schwartz, R., "The industrial revolution in the home", en *The Social Shaping of Technology*, (Mackenzie & Wajcman, eds.), Open University Press, 1990.
- Seminario Latinoamericano ALTEC 95, *Gestión tecnológica competitividad y empleo*, Santiago de Chile, septiembre 1995. 3 vol.
- Seminario Latinoamericano de *Reconversión Industrial, Reconversión industrial en América Latina*, Ed. FCE, t.3, México, 1987.
- Sen, Amantya, "Economía del crecimiento", *Lecturas del Fondo de Cultura Económica*, núm. 28, Ed. FCE, México, 1979.
- Silva Herzog, Jesús, *Una historia de la universidad de México*, Ed. Siglo XXI, México, 1979.

- Smith, Adam, *La riqueza de las naciones*, Ediciones Cruz O., México, 1977.
- Solana, Fernando; Cardiel Reyes, Raúl y Bolaños Martínez, Raúl, *Historia de la educación pública en México*, Ed. FCE.
- Solow, Robert, *La teoría del crecimiento*, Ed. FCE, México, 1976.
- Sonnati, Stefano, *Ciencia y científicos en la sociedad burguesa*, Ed. Icaria, Barcelona, 1984.
- SPP, Revista *Planeación Democrática*, núm. 21, diciembre 1984.
- SPP, *Antología de la planeación en México*, 22 t.
- Steger Hans, Albert, *Las universidades en el desarrollo social de América Latina*, Edamex, México, 1982.
- Stuart Mill, John, *Principios de economía política*, Ed. FCE, México, 1985.
- Street, James H. y James, Ditmus D., *Progreso tecnológico en América Latina*, Edamex, México, 1982.
- Sylos, Labini Paolo, *Nuevas tecnologías y desempleo*, Ed. FCE, México, 1993.
- Teitel, Simon y Westphal, Larrey, *Cambio técnico y desarrollo industrial*, Ed. FCE, México, 1990.
- Thuiler, Pierre, *De Arquímedes a Einstein*, Ed. Conaculta-Alianza Editorial, México y Madrid, 1990.
- Thurow, Lester, *La guerra del siglo XXI*, Ed. Vergara, Buenos Aires, 1992.
- Tirado Jiménez, Ramón, "La innovación tecnológica en la industria informática y las telecomunicaciones en México", en *Comercio Exterior*, núm. 8, agosto, 1994.
- Toffler, Alvin, *La tercera ola*, Edivisión, México, 1981.
- Trabulse, Elias, *El círculo roto*, Lecturas Mexicanas, núm. 54, Ed. FCE, México, 1981.
- Trabulse, Elias, *La ciencia perdida*, Ed. FCE, México, 1985.
- Trabulse, Elias, *Historia de la ciencia en México*, Ed. Conacyt-FCE, 4 t.
- Unger, Kurt y Saldaña, Luz Consuelo, *México: transferencia de tecnologías y estructura industrial*, CIDE, México, 1984.
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), *La investigación científica en la UNAM*, Ed. UNAM, México, 1987.
- Varios autores, *Ensayos sobre la modernidad nacional: México y sus estrategias internacionales*, Ed. Diana, México, 1989.
- Varios autores, *México: 75 años de revolución: desarrollo económico I y II*, Ed. FCE-Instituto de Estudios Históricos de la Revolución Mexicana, México, 1988.
- Varios autores, *Revalorización social de la ciencia simposio internacional de ciencia y sociedad*, Ed. UNAM, México, 1984.
- Varios autores, *Memorias del simposio internacional sobre política*

- científico-tecnológica en América Latina*, Ed. DEPFE-UNAM, Universidad de Guanajuato, México, 1982.
- Villarreal Gonda, Roberto, "La vinculación del posgrado con los sectores productivos", en *Revista de la Educación Superior*, núm. 76, oct-dic., 1990, Ed. Anuies.
- Villarreal Gonda, Roberto, "La relación industria universidad, algunas consideraciones sobre el caso de México", en *Revista de la Educación Superior*, núm. 93, enero-marzo 1995.
- Villavicencio, Daniel, "Las pequeñas y medianas empresas innovadoras", en *Comercio Exterior*, núm. 9, septiembre, 1994.
- Villavicencio Daniel y Rigas Aarvanitis, "Transferencia de tecnología y aprendizaje tecnológico, reflexiones basadas en trabajos empíricos", en *El Trimestre Económico*, núm. 242, abril-junio, 1994.
- Williamson Oliver E., *Las instituciones económicas del capitalismo*, Ed. FCE, México, 1989.
- Wionczek, Miguel, *Capital y tecnología en México y América Latina*, Ed. Porrúa, México, 1981.
- Wionczek, Miguel, *et al.*, *La transferencia internacional de tecnología*, Ed. FCE, México, 1973.
- Yotopoulos, Pan A. y Nugent, Jeffrey B, *Investigaciones sobre el desarrollo económico*, Ed. FCE, México, 1981.