

63
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE ECONOMIA

**CAMBIO TECNOLÓGICO Y COMPETITIVIDAD EN
MEXICO 1970-1996 EN ESTUDIO ECONOMETRICO**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN ECONOMIA
P R E S E N T A
BETTY ITALIA GOMEZ PEREZ**

DIRECTOR DE TESIS: MTRA. M. PATRICIA ACUÑA MONSALVE



MEXICO, D. F.

1998

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

25/10/98



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 esta 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.

**A la Universidad Nacional Autónoma de México,
con el orgullo de ser miembro de la "Máxima Casa
de Estudios".**

**A la Facultad de Economía, de donde emanan
hombres y mujeres que sirven a los intereses más
altos de la nación.**

**A mis maestros que bajo su conocimiento nos han
enseñado a evaluar de manera científica los
fenómenos de la realidad mexicana.**

**A los Profesores sinodales de esta investigación, y
muy en especial a la Profesora M. Patricia Acuña
M. por el interés, la paciencia y la energía empleada
en favor de este trabajo.**

A mis padres por su ejemplo y amor, con respeto y admiración.

A Hilda, Lydia, Hugo, a mi familia y a César R. por su apoyo incondicional, su solidaridad y gran ejemplo.

Al Ingeniero Monroy del Conacyt por su valiosa ayuda al proporcionarme las estadísticas de esa institución y a todas las personas que directa e indirectamente ayudaron a la elaboración de este trabajo.

INDICE

Introducción	1
1. Marco Teórico.	
1.1. El Cambio Tecnológico en el libre comercio	1
1.1.1. Teoría Clásica del Comercio Internacional	5
1.1.2. Teoría Neoclásica	6
1.1.3. Ideas de Keynesianas sobre el Comercio	8
1.1.4. Nuevas ideas acerca del Intercambio Comercial	9
1.2. Enfoques explicativos del Cambio Tecnológico	20
1.2.1. Schumpeter y su idea de innovación	20
1.2.2. Maximización de ganancias	27
1.2.3. Teoría Evolucionista	29
1.3. Nuevas ideas explicativas sobre el cambio tecnológico	42
1.3.1. Importancia de la innovación	42
1.3.2. Innovación y estructuras de mercado	47
1.3.3. El papel del cambio tecnológico en el desarrollo económico	51
2. Marco Referencial	
2.1. Antecedentes	57
2.1.1. Apertura comercial	61
2.2. Evolución de México en el contexto internacional	68
2.2.1. Estrategias de Política Económica en México	73
2.2.2. Vinculación de la Política Nacional de libre comercio con la ciencia y la tecnología	78
2.3. Instrumentos de política económica	82
2.3.1. El papel de la Investigación y el Desarrollo en México	84

3. Estudio Econométrico.	
3.1. Panorama General	93
3.1.1. Selección de variables del cambio tecnológico	94
3.1.2. Especificación del modelo	96
3.1.3. Clasificación de las variables	97
3.1.4. Comportamiento de las variables	100
3.2. Forma estructural y forma reducida	103
3.2.1. Identificación del modelo	106
3.3. Estimación del modelo	108
3.3.1. Resultados de la regresión	108
3.3.2. Análisis de la regresión	111
3.3.3. Conclusiones del modelo	118
IV. Conclusiones Generales y Propuestas	121
Anexo Estadístico	129
Bibliografía	149

INTRODUCCIÓN.

Comercio, competitividad y crecimiento han sido temas de preocupación y de reflexión de teóricos de varias épocas. Basando este análisis en la explicación de los determinantes del comercio, los economistas se han preguntado cuáles son las causas de la existencia del comercio entre países así como la influencia y repercusiones que ha tenido sobre los niveles de competitividad y sobre el crecimiento de las economías.

Para dar respuesta a estas cuestiones, algunos teóricos del comercio internacional y de la organización industrial han analizado una gran cantidad de información, principalmente estadística de una serie de países desarrollados, determinando así, que las relaciones comerciales entre países han evolucionado dentro de contextos productivos muy diferentes, puesto que en las teorías tradicionales del comercio se establece un intercambio comercial entre naciones, mientras que la evidencia empírica ha revelado que en la actualidad el comercio internacional es ante todo un comercio entre *empresas* con ventajas competitivas más que entre países con ventajas comparativas. A esto se debe que la explicación del comercio ha variado y ahora ya no se establece un comercio únicamente entre países sino, entre empresas generadoras de ventajas competitivas y en la medida en que se mantengan esas ventajas, se estará en un lugar competitivo.

En el presente trabajo se hace una reseña acerca de la economía internacional y se describen los enfoques teóricos que han explicado al comercio entre países. La explicación de las ventajas y el éxito que obtiene un país en el contexto internacional adquiere una nueva modalidad, puesto que no únicamente se hace referencia a los beneficios de la especialización a la que alude la economía clásica del comercio internacional sino que se da un nuevo giro por medio de la incorporación del tema del cambio tecnológico, puesto que se presta mayor atención al comercio derivado de la generación de ventajas competitivas que rige en la actualidad. Asimismo se señala que la variación de esas ventajas comerciales surge como resultado del establecimiento de paradigmas tecnológicos y de la adaptación de los sistemas productivos a los cambios tecnológicos. Es decir, se deben crear, y sobre todo se deben conservar las ventajas, adaptándose a los requerimientos que demanda la competencia, ya que éstos pueden ser temporales, pues lo que en el pasado ha sido fuente de ventaja puede en el presente resultar irrelevante, y al contrario. Sin embargo, la creación de nuevas ventajas exige la superación de las

ventajas anteriores, es decir, surge de un proceso *evolutivo*. Entonces, las economías para mantenerse en el mercado tienen que estar evolucionando y adaptándose constantemente a los requerimientos que señala la competencia. Estos cambios están hondamente vinculados con y son en gran medida resultado del *cambio tecnológico*. En la actualidad la explicación de la competitividad gira en torno a la importancia que se le da a los cambios en la tecnología que sufren las empresas o sectores, de acuerdo a estructuras económicas externas y a cambios en los patrones del comercio. El cambio tecnológico se puede deber a un avance en la tecnología o a un incremento en el *conocimiento tecnológico* que se presenta cuando las relaciones técnicas de producción varían, pero no únicamente está relacionado con la producción de una empresa, sino que aparece también íntimamente relacionado con el conocimiento, la ciencia, la investigación y el desarrollo.

El cambio tecnológico es una nueva ventaja que está estrechamente relacionada con la investigación científica y tecnológica, con la invención, con la innovación y con la difusión de la tecnología. Asimismo, al estar involucrado en varios aspectos el cambio tecnológico, no sólo en el referente a la producción, se puede establecer que este fenómeno se relaciona con la *ciencia*, con el mundo *económico* e incluso el mundo de la *política*; muestra de ello es la gran variedad de estudios realizados a partir de la última década desde distintas vertientes explicativas. Estas vertientes son analizadas al igual que cualquier fenómeno económico, desde el punto de vista de las diversas teorías económicas existentes. De estos estudios se deriva el interés por el tema del cambio tecnológico en las empresas modernas generadoras de innovaciones e internacionalmente competitivas a partir de pruebas teóricas y de evidencia empírica y se pueden deducir los cambios económicos que ocurren en cualquier país y en especial en el caso de México, que ha visto débilmente influenciado su sistema productivo por la variable tecnológica.

Mediante la emergencia de la economía del cambio tecnológico¹, se investiga y se replantea en el presente trabajo su influencia en el desarrollo económico, resaltando su papel como dinamizador de las fuerzas productivas. Este estudio tiene como objetivos: 1) identificar el estado actual de la ciencia económica, insertando conceptos y categorías que no se habían considerado; 2) vincular a nuevos elementos que expliquen el desenvolvimiento económico, mediante un replanteamiento del esquema económico para una acertada elección y estrategia de política económica, 3) contribuir, en la medida de lo posible, a la explicación y al desarrollo de la economía del cambio tecnológico, así como también analizar el papel de las innovaciones dentro de ésta, 4) dar un panorama de la situación tecnológica que ha prevalecido en México y de la posible

¹ Esto como resultado de la proliferación de conceptos innovadores y mediante la redefinición de los antiguos, dadas las condiciones de producción y de comercio desde los años setenta y ochenta.

vinculación entre el sector generador del conocimiento y el sector productivo y 5) Resaltar las características principales del comportamiento tecnológico en México, mediante la evaluación de un modelo de variables macroeconómicas tales como: el Gasto en Ciencia y Tecnología, la Formación Bruta de Capital Fijo Público, el total de patentes, etcétera. El estudio que se presenta, no pretende pertenecer a la categoría de investigaciones de tipo *mob*², tampoco intenta señalar que la postura que se adopta es la verdad concreta, sino simplemente, resaltar y buscar alternativas que sirvan para una mejor formulación de políticas económicas que actúen en beneficio del desarrollo de México. La mejor formulación, es aquella, que dentro de sus planteamientos se acerca más a la realidad, pues como señala Marshall, la economía no es un cuerpo de verdad concreta, sino una maquinaria para descubrir la verdad concreta.

El estudio del cambio tecnológico es un problema complejo debido principalmente a dos causas. En primer lugar, los modelos económicos tradicionales consideran a la tecnología como un fenómeno exógeno al equilibrio general, establecido en la escuela neoclásica, en segundo lugar, los teóricos que la han considerado una variable endógena, tienen problemas para establecer un consenso que pueda explicar su determinación, su dirección, su medición y la magnitud que encierra dentro de los procesos productivos. Además, su estudio presenta múltiples facetas en cada una de las etapas de su desarrollo como son: la investigación científica, la adaptación técnica de los nuevos conocimientos, la generación de innovaciones, la difusión de la tecnología, y la selección de técnicas, entre otras formas, que son en la mayoría de los casos, difícilmente cuantificables, sobre todo en los países menos desarrollados con bajo crecimiento económico y menor bienestar para la población, puesto que presentan una baja interrelación entre la capacidad innovadora, crecimiento económico y equidad. Tal es el caso de la industria mexicana. Las variantes que ha tenido en la actualidad el estudio sobre el cambio tecnológico, manifiestan su importancia dentro de los temas de crecimiento y de comercio internacional ya que la tecnología dentro del contexto de la teoría del comercio internacional convencional queda reducida dentro del *equilibrio general* y explica las ventajas del comercio por las diferencias en las dotaciones de factores y no por la capacidad tecnológica de los países.

Ahora bien, la formulación y conceptualización de la ciencia económica, no había considerado el papel que juega el cambio tecnológico en el desarrollo económico, los avances alcanzados por Schumpeter (1883-1950) desde la década de los años treinta, permanecieron prácticamente inadvertidos, fue sólo, después de la crisis de los años sesenta-setenta, del auge de la microelectrónica, y del proceso de internacionalización de los mercados, que se comenzó a prestar gran atención al estudio del cambio tecnológico y a vincularlo con el desarrollo

² Trabajos que surgen por estudios que están de moda y que provienen principalmente del extranjero.

económico, ya que el marco teórico en el que se apoyaba la ciencia económica, impedía que se lograran avances en estos temas, puesto que sólo se le consideraba como una variable exógena que no afectaba a la economía; además de considerarlo homogéneo y disponible para toda la gente, el estudio de su comportamiento, génesis, y naturaleza interna quedó estancado.

Este trabajo de investigación consta de tres capítulos. En el primer capítulo, Marco Teórico, se relaciona al cambio tecnológico con el comercio internacional además de mencionar sus principios fundamentales, según las teorías clásica y neoclásica del comercio; se presentan enfoques que explican al cambio tecnológico y su importancia, y por último se describen las nuevas ideas explicativas del cambio tecnológico, según las cuales la creación de ventajas competitivas se origina de la generación de innovaciones que a su vez son el resultado de estrategias de fortalecimiento al conocimiento y a la ciencia, explicando como es que la generación de innovaciones, la inversión en ciencia y tecnología, la investigación y el desarrollo, juegan un papel fundamental en el proceso de creación de esas ventajas.

En el segundo Capítulo, Marco Referencial, se analiza el cambio estructural gestado en la economía mundial hacia fines de los años sesenta y setenta, explicando las características que originaron este cambio y las repercusiones que tuvieron para los países tanto desarrollados como sub-desarrollados, en este contexto se estudia el caso de México, resaltando el papel del Gobierno como promotor de la ciencia y de la tecnología en el desarrollo económico del país.

En el Capítulo 3, Estudio Econométrico, se describe el trabajo econométrico, que consiste en estimar un modelo de dos ecuaciones simultáneas que relacionan a la formación de maquinaria y equipo, y el gasto en ciencia y tecnología con las importaciones de bienes de capital y las exportaciones de manufacturas.

Finalmente, en el apartado Conclusiones se plantean una serie de conclusiones y propuestas derivadas de los resultados del estudio econométrico desarrollado en el capítulo 3 y en el capítulo 2 correspondiente al marco de referencia. Además, se elaboró un apéndice estadístico de las variables más representativas dentro del tema, con el fin de tenerlas en forma más concentrada para su posterior estudio y para explicar de dónde derivan las variables que sustentan el modelo.

1. MARCO TEÓRICO.

1.1. EL CAMBIO TECNOLÓGICO EN EL LIBRE COMERCIO¹.

En el presente apartado interesa analizar la evolución de la tecnología y del comercio en la economía internacional según diversas teorías, así como explicar la importancia que tiene el cambio tecnológico como generador de innovaciones, invenciones y de ventajas en la competitividad exterior de cualquier país.

En el ámbito internacional, el *cambio tecnológico* es considerado como un avance en la tecnología o bien, un incremento en el conocimiento tecnológico o en el conjunto disponible de tecnologías y se manifiesta cuando las relaciones técnicas de producción varían y cuando se logra un proceso de desarrollo y perfección de la tecnología existente, pero es más que un cambio o evolución de la técnica y/o de la tecnología de cualquier empresa ya que se relaciona tanto con la producción de una empresa como con su conocimiento y sus procesos de investigación y con la creación de ventajas en las formas de competir en los mercados nacionales e internacionales.

Es por ello que en el contexto de la libre competencia, se considera al cambio tecnológico, un tipo de ventaja que tiene cualquier economía frente a sus competidores y que al ser utilizada eficientemente aumenta los beneficios del sistema que lo implanta. Si esa economía continúa invirtiendo en la generación de actividades científicas y tecnológicas y en la implementación de más cambios tecnológicos, se favorece así misma, formándose con ello un círculo virtuoso de innovación. Este cambio que se manifiesta en las relaciones de producción no sólo repercute al interior de la economía, sino que sus límites rebasan las fronteras nacionales, dada la globalización existente en casi todo el mundo; pasando a formar parte de una escala internacional por medio de la creación de una *ventaja comparativa*. Sin embargo, esta ventaja puede perdurar sólo en la medida en que el resto de los empresarios la asimilen, imiten o mejoren. Este fenómeno es un proceso estrechamente relacionado con las inversiones en: investigación científica y tecnológica, invención, innovación y

¹ Para el siguiente apartado consúltese a: Bajo, O. (1991); Chacholiades, M., (1992); Krugman, P., (1991); Krugman, P., (1991); Ricardo, D., (Edición en español 1987); Keynes, J., (Edición en español 1991); Dosi, et al (1993); Vernon, R. (1971) y French, D. (1994)

difusión de tecnología necesaria para elevar el nivel de competitividad de cualquier empresa y crear una ventaja frente a sus competidores.

Al respecto, Dosi² hace un análisis del comercio entre países a partir de las diferencias en las capacidades tecnológicas y en la innovación, explicando los efectos que tienen esas diferencias dentro de los modelos internacionales de comercio y crecimiento. En su texto, hace una distinción entre las capacidades tecnológicas y la innovación. Las primeras, son las habilidades y el conocimiento para desarrollar, producir y vender productos. Mientras que la innovación es la realización de esa capacidad para generar y comerciar nuevos y/o mejores productos y procesos de producción. Entonces, para generar innovaciones, es necesario llevar a cabo actividades innovadoras, con la diferencia de que en este caso, la *tecnología* que es un *insumo*, también puede ser considerado un producto final en cualquier proceso de producción. Por lo tanto, el cambio tecnológico se presenta como un tipo de ventaja muy importante para el desarrollo económico; sobre todo para los países generadores de innovaciones tecnológicas y competitivos dentro del comercio internacional.

Mientras que dentro de las teorías que explican las ventajas del comercio entre países se tiene que la economía clásica del Comercio Internacional basa su análisis en la explicación de las ganancias derivadas del comercio, así como en el logro de mayor competitividad por medio de la *especialización* productiva en los bienes en que una nación es más eficiente, ya sea con alta o baja eficiencia productiva. Pero el giro principal que se le da a esta teoría en temas relacionados con la tecnología es que dentro de las actividades económicas señala la existencia de rendimientos decrecientes en lugar de los crecientes que se suponen en las teorías del comercio actuales. Estos rendimientos crecientes, actualmente se manifiestan en la generación de economías de escala, así como también se presentan rendimientos crecientes en las actividades de generación de cambios tecnológicos y de innovaciones.

Por ello es que la explicación de la existencia del comercio internacional ha variado, manifestando sus causas en tres aspectos primordiales: a) la existencia de diferencias en los precios relativos, derivados del intercambio comercial; b) la existencia de ganancias crecientes de las economías de escala, la calidad de los procesos y de los productos así como su eficiencia productiva, en el caso de

² Dosi, G., Pavitt, K y Soete, L. *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, México, Secofi, Conacyt, 1993.

que los precios relativos sean iguales, y c) la carrera innovadora, puesto que puede haber países más innovadores que otros, generando así una dinámica en las ganancias crecientes asociadas con la tecnología de producción y de innovación. Es en estos aspectos donde se concentra primordialmente el fenómeno del cambio tecnológico en la teoría del comercio.

Se observa que el objetivo primordial de la teoría del Comercio Internacional consiste en analizar los distintos aspectos relacionados con el intercambio de bienes y servicios entre agentes económicos de diferentes países y los resultados que con éste se logran. Entonces, y de acuerdo con Bajo³, el tema del comercio internacional abarca dos tipos de problemas:

- uno, relacionado con los determinantes de la estructura, la dirección y el volumen del comercio, y el tipo de bienes que se intercambian (qué cantidades y con quién) y,
- otro, vinculado con el bienestar y con la política de los países que realizan el comercio exterior.

El comercio internacional basa su análisis en los estudios de la economía tradicional, puesto que describe circunstancias e intereses muy similares a los que generan las transacciones dentro de un país. En la actualidad, el comercio internacional no queda limitado sólo a los bienes tangibles, sino también a los intangibles, como son: los flujos de capital y mano de obra, entre otros.

Asimismo es importante hacer notar otra variante que ha sufrido la explicación del comercio internacional, y es el hecho de que en la actualidad ya no se presta tanta importancia al origen de las ventajas comparativas, para que un país sea más competitivo. Este fenómeno se presenta después de la segunda mitad de nuestro siglo, en torno a los cambios de los flujos del comercio y la inversión internacionales y respecto a los patrones de desarrollo seguidos por los llamados países de industrialización reciente y ha tendido a poner en evidencia la incapacidad de los modelos ortodoxos de la economía internacional, para explicar satisfactoriamente los patrones de comercio, inversión y cambio tecnológico, que caracterizan a la economía internacional de nuestros días.

Dentro del Comercio Internacional el nivel de competitividad⁴ de un país, puede deberse en gran medida al grado de especialización que se mantenga en su estructura económica. Ese grado de

³ Bajo, Oscar, *Teorías del comercio internacional*. España, Antoni Bosch, 1991.

⁴ Entendida como la capacidad que se tenga para competir con otros países exitosamente por el mercado y mantener ganancias derivadas de ese intercambio, así como lograr una adaptación de las estrategias posibles para conseguir una producción eficiente.

especialización puede variar entre los países que intervienen en el comercio y contribuir a aumentar el grado de desarrollo económico de un país y a su mejor participación en el comercio internacional.

El grado de especialización aumenta la complejidad de las empresas; es decir, se logra el mejoramiento y el desarrollo de su producción; así, como también otorga una mejoría en el tipo de comercio exterior, dando con ello un nuevo punto de apoyo para el desarrollo de las naciones. El mayor grado de especialización, muchas veces influido por el cambio tecnológico, puede acarrear a los países inmersos en el comercio internacional una mejor asignación de recursos productivos; además que permite producir una mayor cantidad de bienes y servicios.

El papel que tiene un complejo grado de especialización dentro de un país, es primordial para que se lleven a cabo cambios tanto tecnológicos, como políticos y económicos. En el ámbito de la política, los cambios se pueden originar desde el aparato de Estado, el cual puede intervenir para: fomentar la base productiva y estimular la generación de innovaciones; lograr un mayor éxito económico y con ello, un mayor desarrollo y una mejoría de la competitividad internacional. En el ámbito económico, los cambios se pueden realizar con el mejoramiento de la base productiva, en maquinaria y tecnología, y con la modificación de las formas de organización en cuanto al grado de especialización y al conocimiento de los trabajadores. Es ahí donde, los cambios tecnológicos, consisten en implementar nuevas formas de producción con el objeto de reducir el tiempo de producción, o bien, de producir bienes y servicios innovadores. Para explicar esto, es necesario basarse en una teoría que no sea tan restrictiva (como es el caso de la tradicional), y que considere dentro de las diferencias internacionales además de los gustos y preferencias, las diferencias en las capacidades innovadoras, así como sus usos y también las diferencias en las estrategias corporativas y las condiciones institucionales. En este caso, la teoría evolucionista es la más acertada al caracterizar estas diferencias como la existencia de brechas tecnológicas entre países.

Para hacer la distinción entre las diversas corrientes que han explicado temas sobre el comercio internacional los apartados siguientes exponen las principales características de las teorías desde la clásica, hasta las nuevas ideas, y en ellos se toman en consideración aportaciones importantes sobre temas de política comercial, como es el caso de la política comercial estratégica basada en visiones neoestructuralistas. Es por ello que en el apartado 1.1.3. se incluyen las ideas keynesianas sobre este tema.

1.1.1. TEORÍA CLÁSICA DEL COMERCIO INTERNACIONAL

Como ya se mencionó, la teoría clásica del comercio internacional basa su análisis en la existencia de diversas ventajas entre los países. Así, el comercio mutuamente beneficioso se debe generar según el tipo de ventaja que cada nación pueda desarrollar, esto en el sentido de que un país puede ser más eficiente que otro en la producción de determinados bienes y menos eficiente en la elaboración de otros (principio de la *ventaja absoluta*). Es así como se logra una complementación del comercio, de acuerdo a lo que cada país pueda otorgar eficientemente o pueda recibir. Esta teoría, señala que un país exportará aquella mercancía en la que tenga ventaja absoluta de costos, es decir, que le cueste más barato producir con respecto al costo derivado de producir la misma mercancía en otro país, situación que trae como resultado un incremento de la producción de bienes y un aumento del bienestar de ambos países y del mundo en su conjunto. El representante de la teoría clásica, es Adam Smith, quien presentó la primera aproximación de la teoría clásica y recalcó la importancia del libre comercio para incrementar la riqueza de todas las naciones que participan en el comercio, por lo que todos los países podrían beneficiarse del libre comercio, gracias a una política de "laissez faire".

A principios del S. XIX, David Ricardo introdujo un modelo de ventaja comparativa explicado por las diferencias en la productividad del trabajo, llamado también "modelo Ricardiano"⁵ que está basado en la doctrina del valor costo-trabajo, conocida como la teoría del valor-trabajo. Es decir, las mercancías se intercambian en el mercado, de acuerdo a la cantidad de trabajo que se haya invertido en su producción. Esta relación es la que determina el *valor de intercambio* de las mercancías.

Visión Ricardiana⁶.

Ricardo en su teoría del comercio internacional, demuestra que la especialización es lo más conveniente para favorecer a cualquier país en libre comercio por medio de argumentos teóricos tomados de la realidad del siglo en que vivía.

⁵ Krugman, *Economía Internacional*. España, Mc Graw-Hill, 1994.

⁶ Véase Ricardo, D., *Principios de economía política y tributación*. F.C.E., Edición en español, 1987, cap VII sobre el comercio exterior.

Como resultado del intercambio, los países se pueden beneficiar si cada uno logra especializarse en la producción del bien para el cual es más eficiente, obteniendo con ello las ganancias del comercio, puesto que con una mayor producción de ambos bienes, los dos países pueden tener mejores niveles de vida.

Para explicar esto, se basa en los siguientes supuestos:

1. No hay costos de transporte.
2. Hay libertad y libre concurrencia en el mercado.
3. Hay costos de producción constantes, o costos unitarios constantes.
4. La movilidad de los factores es sólo al interior de un país, no a nivel internacional.

Ventajas comparativas.

El principio básico de la teoría de las ventajas comparativas de David Ricardo señala que: *"un país exportará la mercancía que produce con un menor costo relativo en términos de otra mercancía"*. Es decir, las diferencias en las productividades de los dos países es lo que determinará el patrón del comercio internacional. De acuerdo con esto, se dice que un país avanzado tiene una ventaja comparativa en aquel bien en el cual, el grado de eficiencia es mayor o es menor su ineficiencia y tiene una desventaja comparativa en aquel bien en el cual su grado de eficiencia es menor.

1.1.2. TEORÍA NEOCLÁSICA DEL COMERCIO INTERNACIONAL

La visión clásica no aborda en sentido estricto las causas del *origen* de la ventaja comparativa puesto que sólo la explica a través de la diferencia de costos de producción relativos entre países. La teoría clásica se interesa primordialmente por los temas relacionados con las ganancias del comercio, su estructura y los términos de intercambio. Mientras que los economistas neoclásicos del comercio internacional⁷ señalan ya al elemento tecnológico como un punto trascendental en su explicación de la generación y el mantenimiento de ventajas en el comercio, como se señalará más adelante.

⁷ Dentro de los representantes de la escuela neoclásica se encuentran Heckscher, Ohlin y Paul Samuelson.

Por otra parte, el enfoque neoclásico señala que la ventaja comparativa se origina en la diferencia de dotaciones de factores que existe entre un país y otro. La abundancia relativa de factores indica que la dotación de recursos de un país es relativamente más apropiada para la producción del bien que usa cantidades relativamente grandes del factor abundante. En cuanto a esto, el siguiente apartado presenta el modelo que explica los fundamentos básicos neoclásicos.

Modelo Heckscher - Ohlin.

Los elementos más representativos en que basa su explicación teórica del comercio internacional, son: a) las mercancías que requieren cantidades grandes de un factor, costarán menos cuando ese factor sea más barato y costarán más cuando sea más caro, b) los países difieren en relación a sus dotaciones de factores y por tanto difieren en relación a los precios del factor. Los factores abundantes serán relativamente baratos, y los escasos relativamente caros, c) el precio de *autarquía*⁸ será relativamente bajo en un país con ofertas abundantes y baratas del factor utilizado intensivamente en la producción de esa mercancía, d) el comercio está basado en la diferencia de los precios de autarquía. Cada país exportará aquellas mercancías que son en cierta forma baratas, e importará mercancías que son relativamente caras en autarquía. En base a esto, se genera un nuevo conjunto de precios de mercancías internacionales. Es decir, al abrir el comercio, e incrementar la producción de las exportaciones se origina una nueva presión de demanda sobre el factor intensivo en esa mercancía, obligando a que suba el precio del factor. Los precios de los factores entre los dos países tienden a converger, así, este modelo argumenta que el libre comercio tenderá a igualar los precios de los factores en el ámbito internacional. La condición básica para que lo anterior se dé es muy restrictiva cuando la especialización es incompleta.

Esta teoría se basa en la concepción de competencia perfecta que se presenta en los mercados de bienes y factores productivos, es decir al precio que se ofrece se demandan todos los bienes presentados y los mercados se vacían.

A partir de todas estas ideas, se puede derivar el teorema Heckscher-Ohlin de *proporciones de los factores*, que fue ideado por Eli Heckscher y Bertil Ohlin, quienes señalaron que las dotaciones relativas de los factores de producción difieren grandemente de un país a otro. Es decir, un país exportará el bien que utiliza intensivamente su factor abundante e importará el bien que utiliza

⁸ La Autarquía se presenta cuando una economía cerrada trata de ser completamente autónoma

intensivamente su factor escaso. Así, la abundancia relativa de un factor implica que la dotación de recursos de un país es más apropiada para la producción del bien que usa cantidades relativamente grandes del factor abundante. De ahí que, un país que venda un bien, cuya producción consume más intensamente el factor más abundante, tenderá a vender esa producción más barata que otro país que requiera el consumo de factores poco abundantes. Finalmente vale la pena señalar que esta teoría basada en las proporciones de los factores ha constituido el núcleo para el estudio de la nueva teoría del comercio internacional.

1.1.3. IDEAS KEYNESIANAS SOBRE EL COMERCIO

Es extraño que en algún trabajo se citen ideas de Keynes sobre el comercio entre naciones, puesto que la mayoría de ellos hacen referencia principalmente a situaciones de política económica y/o de política financiera. En la Teoría General (1936), capítulo 23, Keynes hace mención de cuán erradas pueden estar las teorías del comercio internacional que hasta entonces se habían escrito sobre el libre intercambio de las naciones, como pueden ser la teoría clásica de Ricardo y las ideas que Heckscher elabora en su libro La Época Mercantilista. Keynes retoma algunas ideas de tipo mercantilista en su explicación sobre el desarrollo de un país frente al exterior. Esta idea se basa en la concepción de que la Balanza Comercial siempre debe registrar un superávit para lograr un desarrollo económico más elevado. Desde el punto de vista mercantilista, Keynes logra hacer una crítica fuerte a la teoría neoclásica, que supone que entre menos protección haya a la entrada de importaciones en un país mayor será el beneficio.

En su obra, Keynes menciona que durante doscientos años se tuvo por seguro que una balanza comercial favorable era generadora de ventajas para un país, pero que de ocurrir lo contrario era peligroso, sin embargo, durante los últimos cien años se han presentado divergencias de opinión sobre el particular. Estas diferencias se presentan con las ideas de liberar a las economías de cualquier barrera arancelaria y dar paso al libre comercio beneficiando a todos los países que participan en él, al contrario de la concepción mercantilista.

En lo que se refiere a la idea de que la teoría mercantilista es la más adecuada para la explicación del comercio internacional, Keynes señala que las ventajas derivadas del comercio proteccionista son de carácter solamente nacional, puesto que al aplicarlas se beneficia a un país restringiendo la libre entrada de otro. Es decir, los beneficios derivados del comercio mercantilista no son para el beneficio del mundo

en su conjunto. Una nación que resulta beneficiada por el comercio debido al aumento de sus riquezas, no puede mantener este beneficio por un largo periodo, puesto que en la mayoría de los casos no se provocan los estímulos suficientes para generar *nuevas inversiones*. De tal suerte que se sostenga que el *progreso económico* de un país depende esencialmente de la generación de estímulos a la *inversión*. Aquí cabe hacer la distinción entre la promoción y la producción de los bienes que son más atractivos para el comercio internacional, como son los bienes exportables, cuya producción puede ser aumentada a medida que su demanda se eleve.

Para Keynes la manera de estimular a la economía es a través de la *inversión*, la cual puede ser doméstica o externa y en una sociedad sin problemas de inversión pública, los fines económicos de que se debe preocupar el gobierno, se resumen en la tasa de interés interior y en la Balanza de Comercio Exterior. Asimismo pone énfasis en el logro de mayor riqueza nacional mediante políticas proteccionistas, puesto que al considerar a una sociedad donde haya unidad de salarios y propensión a consumir fijos, además de preferencia por la liquidez y un sistema monetario que vincule la cantidad de dinero con la existencia de metales preciosos, será esencial que el gobierno preste mucha atención al saldo de la Balanza Comercial debido a que una balanza favorable será alentadora siempre y cuando no sea demasiado grande; y una desfavorable puede producir pronto un punto de inestabilidad persistente. El hecho de que una política proteccionista genere ventajas para un país no supone que para el resto de los países sea de igual forma, por el contrario podrían generarse desventajas.

Estas ideas se presentan contrariamente a las de la teoría tradicional, clásica y neoclásica, puesto que para ellas el hecho de que un país desee enviar un volumen cada vez mayor de bienes al exterior es una actitud irracional, y por el contrario una acción racional se origina al dejar que los mercados actúen libremente sin intervención. También es irracional el hecho de que se envíen al exterior más bienes producidos internamente que los que se introducen al país, puesto que así disminuye la riqueza real de una nación en las ideas clásicas sobre el comercio.

1.1.4. NUEVAS IDEAS ACERCA DEL INTERCAMBIO COMERCIAL

Según el enfoque clásico de libre comercio que ya se describió, las ventajas comparativas resultantes de un mercado sin intervenciones estatales deben ser las que determinen las exportaciones e importaciones que efectúa cada nación. Este modelo es muy simplista, por lo que dentro de este

marco teórico se han incorporado ajustes que introducen cambios en las conclusiones convencionales como es el tratamiento que se da al tema sobre las innovaciones. En este caso la nueva teoría del comercio analiza las características de la teoría clásica y agrega una modificación importante en cuanto al hecho de que existe competencia imperfecta y ganancias crecientes dando con ello nuevos planteamientos con respecto a las ganancias del comercio, distribución del ingreso, etc. En torno a esto, el argumento fundamental de la nueva teoría del comercio sugiere que el libre intercambio puede dejar de ser la única política mundial del bienestar y la ganancia, dando lugar al establecimiento de una política estratégica de comercio. Estas nuevas teorías han vuelto a poner en primer plano muchos temas que parecen ser relevantes para los análisis sobre el cambio tecnológico y el comercio internacional.

Este punto de vista ha dado un tratamiento diferente a la tecnología dentro del comercio; y aunque aún no la relaciona directamente con el proceso del cambio tecnológico e innovación, en la explicación que se hace por medio de curvas de aprendizaje o mediante la generación de nuevos insumos intermedios bajo competencia monopólica; es un paso importante para explicaciones más completas que se desarrollan en adelante, como se mencionará en la teoría evolucionista que presta más atención a este aspecto.

Estas nuevas ideas sobre el comercio, señalan que el progreso de los países industrializados descansa en su capacidad para desarrollar nuevas líneas de producción y nuevas especializaciones. Por consiguiente, para el logro de un desarrollo productivo vigoroso, las ventajas comparativas se deben estructurar no sólo como un fenómeno espontáneo sino como el resultado de estrategias y políticas deliberadas dirigidas a crear condiciones globales y específicas, apropiadas para la generación de ventajas comparativas. De igual manera tratan de dar especial importancia al aspecto teórico, antes de llevar a cabo acciones comerciales, más que al aspecto práctico en el comercio internacional. Recientemente, muchas empresas notan que pueden lograr un mayor desarrollo económico, en comparación con otras empresas, debido a la calidad del análisis teórico que se lleve a cabo antes de establecer alguna negociación. Así, las economías capaces de respaldar sus propuestas de política económica con base en análisis coherentes, bien establecidos y meditados pueden tener ventajas en comparación con otras empresas. Es notorio el cambio que se presenta en estas nuevas explicaciones sobre el comercio, que describen un mundo más dinámico en donde los flujos del comercio no son los señalados por la corriente clásica; también cambia la idea de generar

ganancias, que en este caso son crecientes bajo la existencia "persistente" de competencia imperfecta.

Un punto de análisis sobresaliente en esta explicación es la función que se le otorga al gobierno, que puede ser un ente generador de políticas económicas encaminadas a mejorar la competitividad empresarial. Entonces, lo más conveniente para lograr el buen funcionamiento de algún sector en la economía es establecer una interrelación favorable entre la función de producción que se aplique en una empresa y una eficiente política industrial. El análisis económico que se hace es importante, porque influye en la formación de la política económica y mediante él se pueden descubrir consideraciones que de otro modo no se habrían tomado en cuenta.

De acuerdo con esto, se considera que el análisis basado en la teoría económica es necesario para evaluar con sensatez la política comercial. Pero de aquí no se puede derivar que esas propuestas de política económica sean las más confiables, puesto que en algunos casos se presenta a la teoría del libre comercio como la base fundamental para realizar transacciones comerciales. Esta idea del análisis clásico, que defiende el libre comercio, cada vez parece menos realista, puesto que trata de formalizar los patrones de equilibrio comercial con *cambio tecnológico endógeno* y *competencia monopólica* en los insumos "innovadores" intermedios y trata de vincular a la teoría del comercio tradicional con las teorías de crecimiento de ganancias crecientes y con tasas de equilibrio del cambio tecnológico determinadas de manera endógena.

Las razones por las que no se pueden constituir estas ideas como el centro del análisis económico actual se deben a que el mundo ha cambiado desde la época de los economistas clásicos. Las ideas clásicas del comercio sin barreras estaban más de acuerdo con el funcionamiento de la economía de 1880 hasta la de 1950, que con el de la economía mundial de 1984 en adelante⁹. Otra causa de estos cambios con respecto al tratamiento clásico de la política comercial es el hecho de que en la actualidad se entiende ampliamente el funcionamiento de los mercados y hasta se pueden manipular mediante algún tipo de políticas estratégicas mientras que, contrariamente, se daba más importancia a la libre concurrencia en la escuela clásica.

Las modificaciones que en la actualidad se presentan en las ideas acerca de la política comercial se pueden comprender por las siguientes causas:

⁹ Krugman, P., *op.cit.* p. 12.

- el comercio no tiene el mismo significado en la economía mundial porque es diferente la importancia que cada país le brinda y;
- el cambio de las ideas dentro del campo de la economía de acuerdo con cómo se ven en el ámbito de la estructura industrial y la competencia.

Dentro de estos cambios, cabe destacar la importancia creciente que ha tenido Estados Unidos en la economía mundial. Esto puede explicarse primero de manera cuantitativa, ya que el valor de las importaciones y de las exportaciones en el valor agregado de las manufacturas estadounidenses ha aumentado de manera considerable; y en segundo lugar de forma cualitativa, ya que se muestra la importancia de las consideraciones internacionales para la economía de Estados Unidos; puesto que en un principio la industria doméstica se dedicaba sólo a satisfacer a los consumidores nacionales y en menor medida a los externos y casi siempre la competencia extranjera la afrontaba con poca importancia. Fue después de los años ochenta que se prestó más importancia a las consideraciones internacionales e incluso, se han convertido en un factor decisivo para emprender cualquier inversión, ya que la mayoría de las empresas norteamericanas dependen en gran medida de las exportaciones para incrementar sus ganancias¹⁰.

La política comercial de Estados Unidos está influida por acontecimientos de cambios internacionales en la política de comercio y del comercio en sí mismo. Estos cambios se reflejan en los asuntos del poder de mercado y de tasas de crecimiento excesivas por una parte, y de *innovación y cambio tecnológico* por la otra, las cuales a su vez no se pueden tratar sin una consideración de *política comercial*. Lo más importante de este planteamiento es que la política comercial puede promover activamente los intereses de las empresas nacionales frente a los competidores internacionales en las industrias concentradas; además los gobiernos extranjeros pueden utilizar las políticas comerciales para promover sus empresas en estas industrias.

En torno a esto, se presentan cambios a partir de la Segunda Guerra Mundial debido a que una porción grande y cada vez mayor del comercio mundial llegó a consistir en intercambios no atribuibles a las ventajas latentes de los países que exportaban bienes específicos, sino por el contrario, ese intercambio era el resultado de conveniencias arbitrarias o temporales de cada país, que en muchos casos eran producto de la generación de economías de escala o de la creación de tecnologías de punta como resultado de las *carreras tecnológicas*.

¹⁰ *Ibid.*, p. 14.

El hecho de que se presenten intercambios comerciales sin la necesidad de que los países que intervienen tengan alguna ventaja comparativa puede deberse a las siguientes causas: a) las conveniencias de la producción a gran escala, que conducen a una división del trabajo; b) las ventajas acumulativas de la experiencia, y c) las ventajas temporales transmitidas por la innovación. Otras variantes que han impulsado los cambios del comercio internacional se presentan en los cambios en la *especialización internacional*, que está fuertemente influida por el *cambio tecnológico*. En la mayoría de las empresas, las ventajas comparativas no están determinadas por las características nacionales subyacentes, ni por las ventajas estáticas de la producción a gran escala, sino por el conocimiento generado ó acumulado por las empresas por medio de la inversión en investigación y desarrollo (en adelante I&D) y la experiencia.

El hecho de que varíe la naturaleza del análisis sobre la política comercial, se debe a la aplicación de nuevas ideas provenientes de *otros campos de la economía*. Muestra de ello se presenta después de los años 60, puesto que hubo grandes innovaciones en el campo de la organización industrial. Se establecieron nuevos enfoques para el análisis estructural, en una situación global donde sólo un pequeño número de empresas competía al mismo tiempo por ganar el mercado, como son: los oligopolios y los monopolios. Esta estructura de mercado es *imperfectamente competitiva*, pues hay sólo algunos productores que son capaces de influir sobre los precios o las acciones futuras de sus competidores; por ello es que el supuesto de *competencia perfecta* que la teoría clásica señala, no es aplicable a la política comercial, de acuerdo con este nuevo enfoque del comercio.

En lo que respecta al *cambio tecnológico* y a la *innovación*, se trata de promover a las actividades que generan valiosos efectos secundarios (externalidades) para el resto de la economía, por medio de la política comercial, como es el caso de la inversión en I&D tecnológicos. Debido a esto, se establece que la política comercial puede ser un factor importante para la determinación del ritmo del cambio tecnológico. Por ejemplo, la protección extranjera hacia sectores de alta tecnología, mediante *subsidios o barreras arancelarias*, podría provocar una influencia secundaria considerable para el resto de la economía.

Replanteamiento teórico.

El replanteamiento de la base analítica de la política comercial es una respuesta al cambio real y al progreso intelectual logrado en el campo de la economía. En esta área adquieren más importancia las

firmas o empresas de distinto nivel, naturaleza y tamaño que actúan en la economía internacional, dejando atrás la idea de que el Estado-nación es el único que actúa dentro del comercio internacional. Esta base de las nuevas ideas, surge del hecho de que existan *imperfecciones del mercado*¹¹, ya que las ventajas no son determinadas solamente por la provisión de bienes y servicios que se tengan *internamente*, sino que, se determinan en términos de economías de escala; curvas de aprendizaje; experiencia y dinámica innovadora, hechos que resultan incompatibles con los planteados por la escuela clásica del comercio.

Al igual que la teoría clásica, los nuevos enfoques señalan que el intento de proteger o promover a algún sector específico se llevará a cabo mediante la protección o el desestímulo hacia otro sector; pero la variante se presenta al recalcar la importancia de los cambios que se dan en la asignación de recursos hacia los *sectores estratégicos*, en donde la mano de obra y el capital reciben mayores rendimientos que en otros sectores, y el mayor apoyo que logra generar beneficios especiales hacia el resto de la economía. Pero, en virtud de que existen este tipo de ventajas, la competencia no tenderá a eliminar por completo los beneficios especiales, sino que tenderá a pronunciarlos más, y debido a la mayor importancia de la competencia tecnológica se dedicarán mayores recursos a los sectores generadores de *externalidades*¹², resultando de esto el hecho de que no se pague a los productores el *valor social total de su producción*. Esto disculpa que hayan gobiernos nacionales cada vez más activistas en la generación de políticas económicas¹³.

¹¹ Es importante hacer notar un avance dentro de la economía debido a la teoría de la economía del bienestar, cuando señala que la existencia de las fallas del mercado justifica que el Estado intervenga en la economía, así como también evalúa y diseña políticas públicas, ya sea para corregir, fomentar o aminorar las fallas de mercado. Los temas en que se basa primordialmente son: la provisión de bienes públicos, la corrección de externalidades, las economías de escala y los problemas de información.

¹² Desde el punto de vista de las fallas del mercado, las externalidades surgen cuando el consumo o la producción en las actividades empresariales, tienen un efecto indirecto, ya sea que este contemplado o no, en otras actividades de consumo y producción que no se reflejan directamente en los precios de mercado, lo que quiere decir que sus efectos son "externos" a la empresa o al mercado. Con ello, se abre una brecha entre los costos privados y los costos sociales, lo que implica que los agentes económicos no puedan llegar a un arreglo a precios de mercado competitivos.

¹³ Krugman, hace un interesante estudio, donde presenta varias alternativas para identificar cuáles son los sectores estratégicos dentro de una economía. *op.cit.*, pp. 23-25.

Las economías que basan su desarrollo en el establecimiento de una política comercial, sugieren dos formas en que ésta puede ser benéfica en relación con el libre comercio: 1) la capacidad de las políticas gubernamentales para lograr que un país obtenga una porción mayor de *beneficio* y, 2) la capacidad de estas políticas para dotar al país de más *economías externas*. Al respecto, Krugman, señala que una proporción superior de *beneficio* se logra con el cobro de algún *insumo mayor* que cualquier uso alternativo y en el segundo caso, señala a las *economías externas* como el resultado benéfico, derivado de una actividad económica que repercute en otros individuos o empresas sin que ellos sean quienes originalmente las realizan. Estas *externalidades* se derivan de las *imperfecciones del mercado* y se diferencian de las *rentas*, pero aún así constituyen una razón para favorecer a sectores particulares, siendo un factor clave en el estudio del comercio, puesto que se le presta mayor importancia a la innovación tecnológica que conlleva a la generación de conocimientos ya que estos a su vez generan filtraciones valiosas hacia otros sectores; como es el caso de las universidades generadoras de conocimientos en ciencia y tecnología (C&T) que pueden presentar un efecto benéfico a algunas empresas a través de la expansión del conocimiento para otros fines y no únicamente para los que fue generado. Entonces, a este hecho se le conoce como *filtraciones*¹⁴.

Las filtraciones es un concepto esencial para explicar las razones que existen para llevar a cabo una política comercial expansiva o desalentadora de las actividades productoras de externalidades y de dinámica tecnológica. Las externalidades, por su parte, son resultado de: relaciones involuntarias o voluntarias o de una "vecindad obligada", como es el caso de la cercanía con Universidades o áreas de investigación científica y tecnológica, cuyos costos no se reflejan cabalmente en los precios de mercado, y de la mala especificación de los derechos de propiedad en términos del uso y usufructo de un bien o conocimiento.

Para determinar cómo ha cambiado la composición del comercio se tienen que establecer factores dinámicos, como es el caso del cambio tecnológico que se relaciona directamente con los procesos de aprendizaje y conocimiento, así como también con las carreras innovadoras entre las empresas. En este aspecto, Posner¹⁵, hace uso de la secuencia de la innovación y la imitación, para explicar la dinámica exportadora de empresas competitivas. El proceso se lleva a cabo cuando se desarrolla un

¹⁴ Las filtraciones de inversión en I&D o de conocimientos de una empresa a otras es algo que resulta difícil de cuantificar, puesto que no se obtiene un precio dentro del mercado por lo que no hay ningún instrumento para monitorearla.

¹⁵ Posner, M.V., *International trade and technical change* "Oxford Economic Papers" vol. 13, pp. 323-341.

nuevo producto y se vuelve rentable en los mercados domésticos, entonces la empresa innovadora que tiene un monopolio temporal tiene fácil acceso a los mercados extranjeros. Así, al principio, aumentan las exportaciones, pero al cabo de un tiempo se origina la imitación por parte de otras empresas debido a las ganancias que pueda generarles. Estas empresas pueden llegar a tener una ventaja comparativa y es aquí, donde comienza un nuevo ciclo de innovación-imitación en otro producto, puesto que el país originalmente innovador pierde la ventaja absoluta que tenía antes de la imitación.

Este cambio en el comercio se origina con la inclusión del factor tecnológico en la producción de acuerdo con la conocida teoría del *ciclo del producto de Vernon*¹⁶. Esta teoría, a *grosso modo*, establece la importancia que tienen la innovación, las economías de escala, la incertidumbre y la información incompleta, sobre los patrones del comercio internacional. Pone énfasis en la estandarización de los productos mediante el surgimiento de tres etapas en la producción: a) la generación de un producto nuevo, b) el producto maduro y c) el producto estandarizado. Pero durante estas tres etapas, los requerimientos de insumos cambian durante el ciclo de vida de un producto nuevo.

Dentro de los avances teóricos que se han desarrollado con el fin de explicar los niveles y la estructura del intercambio comercial, se presentan varias innovaciones teóricas como un gran paso para el entendimiento de la economía contemporánea; aun cuando son insuficientes, han logrado incorporar nuevas variables que condicionan o complementan el modelo clásico y neoclásico del comercio. Resaltando únicamente, como eje explicativo de este último, el hecho de que la abundancia relativa de factores incide en los costos comparativos de producción.

Como principales innovaciones teóricas¹⁷ en el campo del comercio internacional, cabe destacar cinco primordialmente, que son:

1. *Definición de factores productivos (mano de obra calificada y recursos naturales).*
2. *Brechas tecnológicas y ciclo de vida de los productos.*
3. *Diferenciación de productos.*

¹⁶ Vernon, R., *La inversión internacional y el comercio internacional en el ciclo de productos*, en: Ronsenberg, N., *Economía del cambio tecnológico*, México, lecturas del F.C.E., 1971, pp. 408-427.

¹⁷ Para una amplia explicación, ver: French Davis, R., "*Ventajas comparativas dinámicas: un planteamiento neoestructuralista*", primera parte, en: Cuadernos de la Cepal, No. 63, 1994, pp. 20-25.

4. *Precios sociales y precios de mercado.*
5. *Economías de escala, de especialización y en el tiempo.*

En cuanto a la primera innovación, es notorio que la *mano de obra es heterogénea* como consecuencia por una parte, de las capacidades adquiridas a través de: la educación en general, la formación especializada y el conocimiento en el trabajo mismo; y por otro lado, de los servicios de salubridad y de la calidad de la nutrición con lo que se constituye el capital humano que acompaña al *capital físico* y al *trabajo puro*. Los requerimientos de algún tipo de mano de obra dependen del tipo de bien que se desea producir. En algunos casos los países más desarrollados disponen de este recurso con mayor abundancia y por ello constituye una fuente de ventajas comparativas en la producción de bienes intensivos en mano de obra calificada. Por otra parte, la dotación de *recursos naturales* es importante para considerar las exportaciones de los países en vías de desarrollo, puesto que un país con abundancia de éstos podrá exportarlos en mayor medida que los bienes intensivos en capital.

La teoría neoclásica del comercio internacional, señalaba la existencia de uniformidad mundial del conocimiento tecnológico y la teoría clásica por su parte sugería, que el factor tecnológico era exógeno al proceso productivo. Pero esto no se cumple porque en realidad, las innovaciones están concentradas en algunos países, no son de libre acceso para todos los que la necesiten y son más intensivas para algunas actividades que para otras. Es así, como se generan brechas tecnológicas entre países, hecho que conduce a las ventajas comparativas para los países que tienen un mayor adelanto técnico en aquellos productos intensivos en innovaciones. Aquí se puede recordar a la teoría del ciclo del producto de Vernon que señala que las ventajas comparativas se instalan en el país que hace la innovación durante el lapso en que el usufructo de ésta constituye un poder monopólico para el innovador.

La *diferenciación de productos* afecta las corrientes del comercio, debido en primer lugar a que cualquier sector con capacidad de innovación es capaz de generar bienes diferenciados de acuerdo a su propia capacidad para captar las peculiaridades geográficas, climáticas y de hábitos de los usuarios nacionales. En segundo lugar, el intercambio de estos productos se puede concentrar en países con consumidores similares, en cuanto a hábitos y niveles de ingreso; y en tercer lugar, cada país tiende a exportar e importar bienes diferenciados pero que forman parte de un mismo rubro que poseen formas y marcas diferentes que los hacen sustitutos imperfectos dando lugar con ello a la

competencia monopólica o al oligopolio diferenciado. Así, la competencia se concentra más en *variaciones del producto* que en reducciones de costos y precios de venta. La idea de ventajas comparativas adquiere una nueva dimensión en la que la capacidad de exportación de un país depende de aspectos basados en sus capacidades de diseño y de comercialización, además de las patentes y marcas de que disponga.

Como señala Dosi¹⁸, el análisis de los productos diferenciados ha sido de interés en las teorías de competencia monopolística, de comercio dentro y entre la industria, y se puede deber a:

- la demanda de ciertas características del producto ó,
- las diferentes combinaciones de algunos atributos fundamentales incorporados en cada producto.

Desde el punto de vista de la innovación teórica de los *precios sociales y de mercado* es notorio que, el sistema de precios no puede reflejar adecuadamente la escasez de los recursos productivos y de los productos. Los precios que reflejan la escasez de ciertos bienes a través del tiempo son aquellos que van implícitos en una situación donde la capacidad de producción de la economía se ha aprovechado al máximo y distribuido en forma equitativa entre los diferentes miembros de la sociedad y que suelen llamarse *costos de oportunidad o precios sombra*. Contraparte de estos precios son los costos o precios de mercado, que rigen en un momento dado las transacciones que se realizan en el mercado. Estos dos tipos de precios, sólo coinciden cuando la economía se encuentra en equilibrio y la distribución del ingreso se considera aceptable desde el punto de vista social y político.

Las *economías de escala* sirven como determinantes importantes de los cambios en el comercio internacional ya que comprenden aspectos tales como tendencias monopólicas, subutilización de capacidades instaladas, y fijación de precios de mercado con base en los costos medios en lugar de en los costos marginales. En los modelos de ventaja comparativa se suponían rendimientos a escala constantes, pero con las economías de escala, la producción puede ser más eficiente cuanto mayor es la escala a la que se lleva a cabo. Para que un país pueda conseguir ventajas de sus economías de escala sólo debe concentrarse en la producción de un número limitado de bienes. Así, para determinar los efectos que tienen estos estados sobre la estructura del mercado se debe explicar qué tipo de incremento en la producción se lleva a cabo:

¹⁸ Dosi, G. et. al., *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, México, Secofi, Conacyt, 1993, p.34.

- ↻ economías de escala externas.- En este caso el costo unitario depende del tamaño de la industria y no necesariamente del tamaño de cada una de las empresas, ó
- ↻ economías de escala internas.- Aquí por el contrario, el costo unitario depende del tamaño de una empresa individual, pero no de la industria.

En este sentido, las *economías de especialización* se ubican en un ámbito similar al de las economías de escala, sus características son: reducción de los costos de producción derivada de la concentración de los esfuerzos productivos, de aprendizaje, de innovación y de comercialización. Las *economías en el tiempo* corresponden al caso de industrias nacientes y tienen un carácter dinámico.

Krugman hace referencia a las diferencias que existen entre las economías tradicionales del comercio y la realidad económica, y señala que los modelos clásicos ignoran aspectos de la realidad, en los que otros teóricos ponen énfasis, como es el caso de los teóricos de las nuevas ideas. Entonces, para hacer una descripción más realista de los problemas es necesario hacer un análisis con la combinación de los modelos establecidos y los actuales. Entonces, estos modelos pueden considerarse casos especiales de un modelo más general de una economía mundial. Para hacer esta descripción, Krugman se centra en el análisis de las diferencias en ideas del comercio internacional que no dependen de los aspectos de la oferta de la economía y con ello logra el desarrollo de un *modelo estándar*.

Por último, las nuevas ideas del comercio, tratan de identificar al cambio tecnológico y con ello al progreso técnico, como una variable endógena a los modelos del equilibrio general, por medio de la exposición tanto de las características de la actividad innovadora como fenómeno económico, como de su relación con otras variables económicas. En este caso, se presenta a la innovación como un fenómeno importante pero distribuido en forma muy desigual a lo largo del sistema productivo. Esta desigualdad no es fruto del azar sino de la propia importancia que le dan los empresarios. En los estudios sobre el tema de la innovación se pone de manifiesto la relación que hay entre la dinámica innovadora y las características de las empresas y de los mercados. Dentro de los estudios que se llevaron a cabo, se intenta abordar a la innovación con los instrumentos teóricos de la economía neoclásica de la producción y de la economía industrial.

1.2. ENFOQUES EXPLICATIVOS DEL CAMBIO TECNOLÓGICO.¹

El teórico más importante en la explicación del cambio tecnológico ha sido Schumpeter (1883-1950), es por ello que los temas relacionados con la tecnología están fuertemente influidos por sus ideas, tales como: el análisis de las relaciones existentes de producción, la intensidad inventiva o innovadora y la estructura del mercado y/o la dimensión de las empresas. Es a partir de estas ideas que busca la relación causal positiva que se supone debe incidir en la dimensión y/o en la concentración de la intensidad inventiva o innovadora.

1.2.1. JOSEPH SCHUMPETER Y SU IDEA DE INNOVACIÓN.

Es muy amplio lo que se puede decir respecto a las ideas de Schumpeter, sobre todo, acerca del tema de la ruptura de la estática del capitalismo, pero en este trabajo sólo se presenta lo más sobresaliente de su pensamiento relacionado con el tema del cambio tecnológico y su vinculación con la innovación y con las ganancias de los empresarios.

Dentro de los planteamientos neoclásicos, Schumpeter considera en sus análisis la existencia del cambio industrial y de la innovación tecnológica. A comienzos del S. XX Schumpeter prestó atención al tema del cambio tecnológico y destacó las limitaciones de la teoría del equilibrio estático (consideración neoclásica), es por ello que se le considera el exponente más importante del tema del cambio tecnológico, puesto que puso el acento en la creatividad y en el desequilibrio y no trató de incluirlo en el esquema habitual de maximización de ganancias. Los argumentos de Schumpeter dan pauta a trabajos posteriores que tratan temas relacionados con la dinámica del comportamiento capitalista, como es el caso de los teóricos evolucionistas, que basan buena parte de sus ideas en los análisis que hizo Schumpeter para explicar el cambio que ha sufrido la economía.

¹ Para el siguiente apartado consúltese a: Elster, J., (1992); Schumpeter, J. (1946); Schumpeter, J., (1957); Schumpeter, J., (1979); Vence, J., (1995); Nelson, R. R., y Winter, S., (1974); David, P., (1975); Dosi, Giovanni; Keith Pavitt y Soete, Luc, (1993) y Arrow, K., (1979).

Las aportaciones de Schumpeter se derivan del intento de vincular al mundo estático "marginalista" (de Walras, Pareto y Marshall) con el del crecimiento económico considerado dinámico. Es decir, no se interesó por demostrar la existencia de un punto de equilibrio *único* en el que se logre el máximo beneficio, sino que trató de ver las consecuencias que ese logro puede tener en la generación de bienes o de servicios por medio de la generación de *innovaciones* en la economía, las que al final de cuentas sacarán a la producción de su flujo circular (estático) y la enviarán hacia un ciclo dinámico, caracterizado por la introducción de nuevas combinaciones de factores que durarán, según se adapte esa producción al mercado. De tal suerte que, cuando algún empresario desee cambiar su modo de producir, o bien crear nuevos bienes o servicios, la economía deja de funcionar sobre un mismo eje de producción, por lo que la introducción de las nuevas formas o nuevos métodos rompe el esquema en la economía, creando una nueva variación del ciclo de producción.

Para entender mejor las ideas de Schumpeter acerca del sistema productivo, es necesario explicar en que consiste el concepto *innovación*. En general, puede determinarse, que la innovación, a menos que consista en la producción de un *bien nuevo* y en su imposición al público, significa la *producción a menor costo unitario*, así como el rompimiento de la antigua "curva de oferta" y la iniciación de una nueva, no importando si se logra con el uso de una nueva invención o no, puesto que anteriormente el conocimiento científico almacenado no había producido todo lo que podía en el campo del avance industrial y lo más importante es poner en práctica lo que hasta entonces nunca se había aplicado².

Entonces, la adopción de esa innovación tiende a eliminar progresivamente la ganancia diferencial (o ventajosa) del empresario, por lo que necesitará volver a crear innovaciones para obtener nuevamente esa ganancia diferencial y originar, otra vez el ciclo de producción, pero con un modalidad distinta. De aquí se deriva, que las innovaciones en los métodos productivos y comerciales (que pueden ser la especialización, la producción en escala o el mejoramiento de tecnologías), alteren los datos del sistema estático.

La tipología que considera Schumpeter para distinguir al tipo de innovación que se lleva a cabo se establece de la siguiente manera³:

⇒ Un nuevo bien: o también la nueva calidad de un bien determinado; es decir, un bien con el que no se hayan familiarizado los consumidores.

² Schumpeter, J., *La inestabilidad del capitalismo op.cit.*, pp. 28-30.

³ Schumpeter, J., *Teoría del Desarrollo económico*, México-Buenos Aires, F.C.E., 1957, p.77.

- ⇒ Un nuevo método de producción: que no precisamente es logrado por un descubrimiento nuevo y que puede consistir simplemente en una forma nueva de manejar comercialmente una mercancía.
- ⇒ Apertura de un nuevo mercado: en el que no hubiera entrado determinado bien a pesar de su existencia previa.
- ⇒ Una nueva fuente de aprovisionamiento: puede ser de materias primas o de bienes semifabricados.
- ⇒ Una nueva organización de cualquier industria: puede ser la de monopolio o bien la anulación de una posición de monopolio existente.

Así, Schumpeter señala que con la existencia de innovaciones se rompen los ciclos existentes en el sistema "capitalista" debido al surgimiento y a la introducción de nuevas formas de producción que acarrear los desequilibrios en los sistemas productivos; ante esta situación, señala que las revoluciones industriales⁴ existentes modifican periódicamente la estructura de la industria puesto que se llegan a introducir nuevos métodos de producción. Asimismo, señala que esta introducción de mejoras en la eficiencia productiva genera dentro del proceso de cambio industrial una "prosperidad" predominante de largo plazo y con ello da el impulso económico que toda empresa requiere para ser más innovadora. Una vez que se han complementado la prosperidad y la expansión industrial, además de haber obtenido los resultados deseados, se nota según Schumpeter "una eliminación de los elementos viejos de la estructura industrial y una depresión dominante".⁵ De ello resultan sucesivos periodos cíclicos.

Schumpeter consideró que la innovación además de ser el motor del desarrollo económico, es la principal causa de las fluctuaciones cíclicas que experimenta la economía; dando como resultado que el crecimiento y el ciclo estén muy relacionados. Entonces, si se quisiera evitar la existencia de ciclos económicos, se tendría que anular la generación de innovaciones que coadyuven al crecimiento económico, y que además son fenómenos generadores de desequilibrio.

⁴ Schumpeter se refiere a la Revolución Industrial, pero su análisis puede ser abordado de acuerdo a la generación de innovaciones, puesto que también altera al sistema de producción u organización de cualquier empresa.

⁵ Ibid., p.103.

La relación que existe entre estabilidad y progreso puede explicarse por los cambios que sufren las empresas; es decir, siempre que una empresa genere un nuevo producto, la demanda se desviará al mejoramiento de la calidad y con ello todas las empresas buscarán equilibrar sus ventas por medio del mejoramiento en la producción o de la innovación. En este caso Schumpeter señala que la realidad está llena de cambios discontinuos que pueden ser explicados por influencias provenientes del exterior, que llegan a perturbar levemente los equilibrios alcanzados.

Una vez que se ha llegado al *mejoramiento de la calidad*, la economía sufre una expansión industrial, que es el hecho que explica el cambio, la evolución o el progreso económico, por medio del cumplimiento de las expectativas de ganancia de los empresarios, y con un aumento de la especialización en las instalaciones ambientales de la empresa. Debido a esto, dentro del capitalismo se presentan casos en la competencia, en donde las empresas ven atraídos sus intereses hacia la demanda que llega a ellas desde afuera, pero esta demanda es el resultado secundario de un cambio anterior en cualquier otra empresa que no sigue de cerca la expansión, sino que la genera. Es decir, esta empresa presenta una serie de cambios internos por medio de los cuales puede mejorar la creación de nuevos productos. Estos cambios, como señala el autor, se pueden presentar por medio de combinaciones nuevas de factores productivos incorporados en nuevas plantas y empresas productoras de bienes novedosos o también por un moderno método o mercado, o simplemente por la compra de medios de producción en un mercado recién generado. Esta serie de cambios, siempre que generen mejores ganancias para un empresario, representan una ventaja frente a los competidores que durará hasta que siga siendo el único en poseerla. Es aquí donde señala que el progreso económico es resultado del empleo de recursos productivos en usos no probados anteriormente y el retiro y eliminación de los existentes.

Por otra parte, en el estudio de Schumpeter se puede introducir el fenómeno de las *externalidades*, que el autor no explicó como tal, pero si las desarrolló, al señalar que la inversión en innovaciones no es únicamente lo importante, sino que hay que considerar también a los inventos como un caso de economías externas, y esta clase de economías externas se producen por el aprovechamiento de una empresa o algunas de ellas, dentro de una economía interna. Algunas de las empresas desplazadas tratarán de copiar los métodos del empresario exitoso, convirtiéndose la innovación en un mecanismo de arrastre para otras empresas. La innovación beneficiosa es una tarea *sui generis*, resultado no de la hazaña del intelecto, sino de la voluntad; como menciona Schumpeter, *es el resultado del fenómeno social del liderazgo*.

Pero los inconvenientes de las actividades innovadoras se presentan en cuanto a las *resistencias* y a la *incertidumbre*, puesto que no se sabe a ciencia cierta los resultados que traerá consigo la implantación de una innovación. Es por ello que el cambio tecnológico es un fenómeno *ex-post* y no un fenómeno *ex-ante*, puesto que sólo hasta ver los resultados y la situación de la industria al llevarlos a cabo, se puede determinar si han sido benéficos, o si se tendrá que volver a generar. Entonces, las ganancias de los empresarios innovadores constituyen la fuente primaria de las fortunas industriales, cuyo resultado se deriva de casos diversos de innovación. Debido a todo esto, la innovación es discontinua y genera grandes cambios, con lo que se requieren grandes inversiones antes de la obtención de algún ingreso, por mínimo que sea.

Schumpeter, al igual que Ricardo señaló que los empresarios, mientras no se adapten a la nueva situación de competencia, serán eliminados del mercado competitivo, generador de productos cada vez más innovadores, puesto que las innovaciones pueden deshacer los cimientos del estado estático de la producción económica y generar la aceleración del "ciclo de negocios". Esta aceleración se fortalece por las limitaciones para innovar que en general tienen las empresas, hasta que llegan a un punto de *equilibrio estático*, pero que *no es estable*. Bajo este aspecto surge la incompatibilidad de las innovaciones con la competencia perfecta, que la teoría convencional trataba como punto principal. En palabras del autor: cuando se introducen nuevos métodos de producción y nuevas mercancías es difícil concebir que exista desde un principio competencia perfecta y perfectamente rápida, lo que significa que el progreso económico es incompatible con ella ⁶.

En su estudio del proceso de destrucción creadora, Schumpeter establece que el capitalismo se presenta como un proceso evolutivo y es por naturaleza una forma de transformación económica ya que no solamente no es jamás estacionario, sino que no puede serlo nunca. Asimismo considera que el impulso fundamental que pone y mantiene en movimiento a la máquina capitalista procede de los nuevos bienes de consumo, de los nuevos métodos de producción y de transporte, de los nuevos mercados y de las nuevas formas de organización industrial que crea la empresa capitalista⁷. Este proceso de destrucción creadora es el dato esencial del capitalismo.

⁶ Schumpeter, J., *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, op.cit., p.147.

⁷ *Ibid.*, p. 120.

Es así, como la economía empieza a salir de la etapa de la competencia de los precios y entra a la competencia de las calidades y el esfuerzo por vender. Es decir, la variable precio es desplazada de su posición dominante y ahora lo que va a prevalecer es la nueva competencia que genera la aparición de artículos novedosos debido a nuevas técnicas o fuentes de abastecimiento, o a una diferente forma de organización, que conlleva a una superioridad decisiva, en el costo o en la calidad y no sólo de los márgenes de beneficios y de la producción sino, de sus cimientos y de su existencia. En base a esto, la forma de competencia es más efectiva que la que habían establecido las teorías clásica y neoclásica.⁸

Es muy claro el análisis schumpeteriano sobre la existencia de ciclos en la economía, que se generan con el surgimiento de innovaciones cuya principal consecuencia es el crecimiento económico con el posterior ciclo de depresión. Así, como las innovaciones son fenómenos de desequilibrio; en la *Inestabilidad del Capitalismo* se analiza la cuestión de la posible estabilidad del sistema capitalista. Los casos de inestabilidad además de presentarse dentro del sistema capitalista, pueden derivarse de influencias particulares provenientes del exterior. La inestabilidad puede contribuir a la estabilidad en otras partes, pero no es sinónimo de ésta ni la implica.

Retomando los aspectos primordiales de las aportaciones schumpeterianas al tema del cambio tecnológico, se señala que la idea de innovación y los efectos que tiene en el proceso capitalista, se ve acompañada de la existencia de un elemento incorporado en la función del empresario que simplemente por su funcionamiento tenderá a destruir todo equilibrio que se haya establecido por sí mismo o esté en proceso, y que además, llevará a la generación de ondas cíclicas, características del progreso en el capitalismo competitivo.

Debido a este mecanismo de generación de ciclos, que funciona en periodos de depresión, surge un equilibrio nuevo que puede neutralizar los resultados de las innovaciones generadas en periodos de prosperidad precedentes y con esto, pueden surgir inestabilidades del proceso de innovación que tienden a corregirse e impiden que continúen acumulándose. De ello, deriva la afirmación de que puede haber inestabilidad en el sistema capitalista, pero no puede haberla en el orden económico.

Entonces, la innovación dentro del capitalismo competitivo se presenta en la fundación de empresas nuevas que pueden ser la palanca principal para el florecimiento de familias industriales (monopolio),

⁸ *Ibid.*, p. 122

dentro de las cuales cualquier avance que se genere significará el mejoramiento en todo el sector, derivado de los procesos de rebaja de precios y de desplazamiento de medios de producción, trabajadores y flujos de capital, entre otros, hacia las empresas nuevas. Este fenómeno tendrá dos resultados, por un lado creará un alto grado de perturbación como incidente y por el otro ayudará a generar el cambio de las economías internas en economías externas⁹. Lo que revela el capitalismo monopolizado con la innovación no es únicamente la generación de empresas nuevas, sino el desarrollo de las grandes empresas existentes, que sobre su base de desarrollo establecida siguen mejorándola hasta lograr generar innovaciones, en gran medida, independientemente de los individuos.

Cabe resaltar entonces, que el crecimiento económico de las empresas es resultado primordial del desarrollo del saber tecnológico que a su vez es determinado por el nivel de demanda externa y el ritmo de la inversión, en este caso la dirección de tal crecimiento se determina por la primera y el ritmo de crecimiento por la tasa de inversión. En este caso se nota que los descubrimientos científicos junto con la dinámica de la demanda, son las dos variables que determinan sobremanera el ritmo en que se lleva a cabo el cambio tecnológico, debiéndose principalmente a dos hechos:

1° el aumento de la producción con el uso intensivo de la capacidad instalada y,

2° el aumento de la producción con la ampliación de las plantas existentes, pero cuando esto no es suficiente, se puede lograr el aumento de la producción por medio del aumento de las inversiones para el mejoramiento de las actividades inventivas ya sea que se realicen fuera o dentro de las empresas, mediante inversiones en investigación y desarrollo (I&D) y en la generación de ciencia y tecnología (C&T) y el consecuente aumento del ritmo de la invención y del número de patentes registradas.

Este aumento en el ritmo de las invenciones y de las patentes tienen un efecto de arrastre, puesto que generan el aumento o en algunos casos la creación de laboratorios de I&D, así como de departamentos de ingeniería y planeación.

De esto se puede deducir, que las empresas grandes que contienen a su vez grandes centros de investigación tienen una ventaja en la generación de la innovación con respecto a las pequeñas. En cuanto a esto Rosenberg realiza una crítica sistemática de las principales limitaciones conceptuales y

⁹ Schumpeter, J., *La inestabilidad del capitalismo*, op.cit., pp. 35-36.

analíticas del modelo de Schumpeter, por lo que se puede establecer la conclusión siguiente: los inventos y los costos no son igualmente posibles en todas las ramas industriales puesto que dependen del desarrollo desigual en su aspecto científico, además de que la oferta de inventos no es perfectamente elástica sino, es cada vez mayor.

1.2.2. MAXIMIZACIÓN DE GANANCIAS

A finales de los años cincuenta y durante los años sesenta, los economistas neoclásicos dieron más importancia a las consideraciones tecnológicas dentro de la función de producción, por lo que se constituyó en la herramienta básica para el estudio de los cambios en la tecnología. Este tema dentro de la economía neoclásica tradicional, se ha tratado como aspecto importante, que es una especie de fenómeno económico secundario dentro de un análisis en que muchas variables se consideran importantes.

Dentro de la economía neoclásica tradicional, el proceso de producción tiene como resultado un solo producto homogéneo, sin considerar el caso de "producción conjunta". Con esto se considera que la producción es un proceso con muchas entradas o *inputs*, o "factores de producción" y un *output* o producto, cuya relación se presenta en la función de producción que especifica una relación cuantitativa entre *inputs* y *outputs*, dadas las cantidades.

La forma general del proceso de producción en la teoría neoclásica, suponiendo dos inputs: trabajo y capital agregado, es: $q = f(K,T)$, "q" corresponde a la producción agregada que está en función de los factores productivos: capital (K) y trabajo (T)

Con el fin de explicar la función, se supone que es continua y continuamente diferenciable en ambas variables. También hay productos marginales decrecientes, es decir, que si un factor se mantiene constante y el otro se aumenta constantemente, cada unidad extra del segundo dará un aumento constantemente decreciente en el producto total. El producto marginal puede o no finalmente llegar a cero o a valores negativos. También se suponen retornos constantes a escala: $f(aK,aT) = af(K,T)$, para todos los "a" no negativos. Con esto se obtiene el siguiente teorema de Euler: $f(K,T) = f_K(K,T) \cdot K + f_T(K,T) \cdot T$, que sugiere que el producto marginal de capital multiplicado por la cantidad total

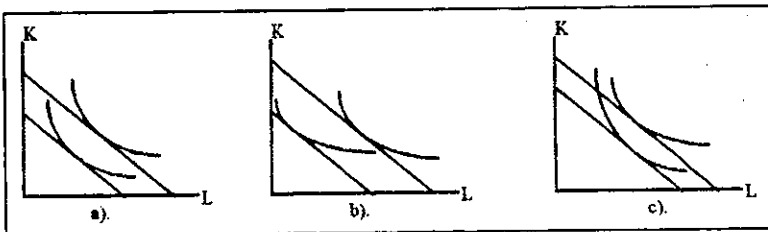
de capital más el producto marginal de trabajo multiplicado por la cantidad total de trabajo, agota exactamente el producto total.

El supuesto de retornos constantes permite una representación de la función de producción conveniente mediante isocuantos unidad. Un isocuanto es el lugar geométrico de las combinaciones de factores que dan el mismo output, de manera que (K_1, T_1) y (K_2, T_2) se encuentran sobre el mismo isocuanto si y sólo si $f(K_1, T_1) = f(K_2, T_2)$. Con retornos constantes a escala, toda la información en la función de producción puede brindarse a través del isocuanto correspondiente a una unidad de output, ya que todos los demás procesos son simples múltiplos de ésta.

Este modelo de maximización de ganancias se basa en tres supuestos:

1. existe una conducta de maximización de las ganancias,
2. representación compacta de las posibilidades y limitaciones técnicas existentes. Todos los puntos en el isocuanto unidad son igualmente accesibles a la empresa, y el punto correspondiente a la práctica no está privilegiado de ningún modo,
3. existe competencia perfecta.

GRÁFICA 1. Gráficas de supuestos de la teoría neoclásica.



FUENTE: J. Elster, *el cambio tecnológico*. Op.cit., p. 92.

En la escuela neoclásica, se puede observar que el progreso tecnológico se muestra como un traslado del isocuanto unidad hacia el origen. El ritmo o el alcance del cambio tecnológico se puede definir como *el cambio relativo en los costos totales por unidad cuando las técnicas en cada período son las que minimizarán los costos unitarios si los precios de los factores son constantes*¹⁰. De igual manera, las tendencias del ahorro de trabajo o de capital del avance técnico se miden mediante el

¹⁰ Elster, Jon, *El cambio tecnológico*, serie: CLA-DE-MA, España, Ed. Gedisa, 1992, p. 90.

cambio relativo en el capital por unidad de trabajo cuando los precios de los factores son constantes. Entonces, mediante la gráfica 1 se establece: a) un cambio tecnológico neutral; b) ahorro de trabajo y c) ahorro de capital. Esta definición de tendencia innovadora no es más que una de las disponibles. Según Salter esta definición es la más apropiada para el estudio del cambio tecnológico en el nivel industrial, mientras que las demás se crean con el propósito de un análisis adicional. La economía neoclásica se aboca a la explicación de todos los fenómenos en términos de elección racional dentro de límites. Así, esto significa que el ritmo y la tendencia de cambio tecnológico deberían resultar de la elección supuestamente deliberada del empresario.

En este caso, sobre el tema de tendencia de factores, de acuerdo con las curvas de isocuan to, un alto precio de trabajo, conduce a innovaciones en el ahorro de trabajo, por ello es que se establece que la innovación es vista como la sustitución de factores, ya que se maneja mediante precios relativos. Si la dinámica innovadora es llevada a cabo con el fin de ahorrar trabajo, habrá una caída en la demanda agregada de trabajo, llevando a una caída en los salarios, dado que una baja en la demanda del trabajo conduce a reducir la productividad marginal del trabajo, y con ello la disminución de los salarios. Esta parecería ser una respuesta racional de los empresarios al alza de los salarios, pero como su actuación no es a nivel colectivo, la explicación tendería al fracaso. Es así, como las economías externas no pueden motivar la conducta bajo una competencia perfecta. Pero, si por alguna razón (ej. la anterior), existiese una tendencia real a las innovaciones para ahorrar trabajo, estos beneficios surgirán como un subproducto.

1.2.3. TEORÍA EVOLUCIONISTA *

El fenómeno del cambio tecnológico dentro de la teoría evolucionista puede desarrollarse en base a dos enfoques¹¹, el primero señala que el cambio tecnológico puede ser concebido como una actividad racional dirigida hacia una meta, como por ejemplo la elección de la *mejor innovación* entre un conjunto de cambios posibles. Este tipo de enfoque del actor racional es analizado por las teorías neoclásica y marxista del cambio tecnológico en el nivel de la empresa. El segundo, lo explica como un proceso de ensayo y error, es decir, como la *suma acumulativa* de ciertas modificaciones del

* Los primeros teóricos económicos denominados evolucionistas, retomaron ideas de Darwin acerca de la teoría de la evolución, basándose en el hecho de que la innovación surge del aprendizaje o de la invención.

¹¹ Elster, J., *El cambio tecnológico*, serie CLA·DE·MA, España, Ed. Gedisa, 1992, p. 13.

proceso de producción, pequeñas y en gran medida accidentales. Además, el tipo de cambio tecnológico que se realiza en la economía se supone que está estrechamente ligado con los avances anteriores, es decir, las acciones pasadas determinarán en buena medida los resultados de las acciones que se hagan a futuro y el mejor desempeño o el más lento avance en su creación; es aquí donde entran las teorías llamadas "evolucionistas" del cambio tecnológico. Estas teorías, son una valiosa explicación sobre este tema ya que vinculan los beneficios de implementar nuevas técnicas, con la teoría del bienestar.

Por su parte, K. Arrow¹² en su ensayo: "El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención", explica que en el fenómeno de la invención existen tres razones clásicas que demuestran la incapacidad de la competencia perfecta para lograr el óptimo de Pareto¹³ en la asignación eficiente de recursos hacia la invención, que son: la existencia de indivisibilidades, la inapropiabilidad y la incertidumbre. Esto, se debe a que en la economía tradicional, para que se logre la asignación de recursos eficiente, generadora del óptimo de Pareto se deben establecer dos hipótesis básicas: 1) que las funciones de utilidad de los consumidores y de transformación sean establecidas en el sistema; es decir el resultado se puede saber de antemano, no hay incertidumbre, además de que los bienes comerciables se establecen dentro del mercado únicamente, por lo que no existe la apropiabilidad, y 2) que las funciones de transformación no señalen indivisibilidades.

Es importante hacer notar que la variación que sufre el tratamiento de este tema, se desarrolla en la notable distinción entre lo que sería la base de estudio del cambio tecnológico y la teoría tradicional; es decir, la producción de conocimientos con la producción de bienes. A este nivel de análisis se le puede determinar; *economía de la innovación*, o de modo más específico economía de la investigación o de las actividades de investigación y desarrollo. Arrow establece que la invención, base fundamental para la existencia del cambio tecnológico, consiste básicamente en la producción de conocimientos. Mientras que la determinación de la asignación óptima de recursos hacia la producción, va a depender de las características tecnológicas del proceso de invención, así como del carácter del mercado de conocimientos que ya se haya establecido. Los teóricos evolucionistas rechazan la idea de que se trate a la tecnología únicamente como información inmediatamente

¹² En: *El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención*, en: *Economía del cambio tecnológico*, Selección de Nathan Rosenberg, pp.151-167.

¹³ Se dice que existe un **Óptimo de Pareto** cuando cualquier reorganización en una industria o inversión, que aumente el valor de una variable, necesariamente disminuye el valor de otra.

aplicable y no apropiable¹⁴. Este es un punto central en el tratamiento que se le ha dado al cambio tecnológico, puesto que muchos autores han manejado esto desde el punto de vista de la generación de paradigmas tecnológicos por parte de las empresas y también como trayectorias tecnológicas.

Principales teóricos.

Para establecer un panorama general del surgimiento del enfoque evolucionista es necesario identificar los autores más representativos. El papel de la tecnología, como un medio para producir innovaciones puede ser explicado por la teoría evolucionista convencional, en la que Beck¹⁵ es uno de los representantes más sobresalientes con su estudio sobre la conducta instrumental vista desde un contexto de innovación. Para explicar la conducta instrumental de los seres, y más generalmente la innovación en la conducta, se basa en el hecho de que la innovación surge del aprendizaje o de la invención.

Otra explicación al respecto la da Fagen¹⁶, quien señala que el problema de la imitación se puede evitar si existen innovadores que inventen tan rápidamente que los imitadores queden siempre atrás, ayudándose con la invención en secreto, la información errónea proporcionada a los competidores o con el ocultamiento de descubrimientos beneficiosos, entre otros mecanismos.

Otro teórico evolucionista Eilert Sundt¹⁷ trata una serie de modelos descriptivos a partir de alguna clase de analogía con la selección natural. Para explicar las acciones humanas, señala la evolución de las costumbres y considera que si las personas llevan a cabo acciones nuevas, no intentarán alejarse de lo establecido, o bien, del diseño de las construcciones existentes, y si surgiera alguna pequeña variación esta sería accidental.

Autores como Nelson y Winter¹⁸ también trataron temas sobre el cambio tecnológico, y se basaron principalmente en la teoría de Joseph Shumpeter. Sus argumentos con gran contenido analítico, se diferencian con los de J. Shumpeter en que ellos retomaron las ideas de la *teoría de la elección* (de Herbert Simon), cuyos resultados han influido enormemente sobre estudios posteriores relacionados

¹⁴ Vence, J., *Economía de la innovación y el cambio tecnológico*. España, Siglo XXI, 1995, p. 221.

¹⁵ Beck, Benjamin. *Animal Tool Behavior*. Nueva York, Garland, 1980.

¹⁶ Fagen, Robert. *Animal Play Behavior*. Oxford University Press, 1981.

¹⁷ Sundt, E. *On Marriage in Norway*. Cambridge University Press, 1980; y "Nodlandsbaden" en Verker y Utvalg, vol. VII. Oslo, Gyldendal, Press, 1962.

¹⁸ Nelson, R., y Winter, S., *An Evolutionary Theory of Economic change*. Cambridge University Press, 1974.

con la tecnología. J. Elster por su parte, señala que la repetida insistencia de estos teóricos sobre la naturaleza schumpeteriana de su teoría no es justificada en su desarrollo, porque las aportaciones que derivan de estos modelos aún no pueden establecerse claramente; y puesto que su cercanía con Schumpeter se establece cuando señalan el rechazo a los conceptos neoclásicos de racionalidad maximizadora y equilibrio, puede considerarse este caso como "de desarrollo creativo del trabajo de Schumpeter".¹⁹

Estas ideas se aproximan a las teorías de la evolución biológica en la medida en que en ambas la variación es estocástica y la selección es no determinista. Sin embargo, puede establecerse que en *Nelson y Winter no hay un concepto de equilibrio y, aunque las variaciones de equilibrio son pequeñas, no son aleatorias.*

Las ideas centrales de estos autores, se basan en dos conceptos alternativos que son: *la búsqueda satisfaciente y la selección* y explican la proporción del cambio tecnológico como una variable de estructura del mercado de tipo endógena, la cual es relacionada tanto con el factor de propensión del cambio tecnológico como con la importancia relativa de la innovación y con la imitación en el cambio tecnológico, y para esto se basan en herramientas totalmente diferentes a las de la teoría neoclásica.

Lo anterior, tiene su explicación en:

- a) El rechazo del concepto de función de producción para explicar el estado del cambio tecnológico, debido a que muchas empresas no disponen de un abanico de técnicas diferentes a las que están utilizando en un momento dado, sino que deben *buscarlas*.
- b) El hecho de que no existe una elección ex-ante en la que puedan determinarse los resultados una vez que se ha llevado a cabo la *búsqueda* y lo que correspondería hacer es la *selección* de empresas por el mercado, el cual opera ex-post.

En cuanto a lo anterior, la *conducta satisfaciente* puede ser justificada debido a que el conjunto de posibilidades es limitado y a que, quien toma la decisión de llevarlas a cabo, algunas veces, no sabe cuáles van a ser las óptimas, es decir; seleccionar la técnica adecuada para un determinado tipo de producción es un problema que interviene de acuerdo con las "condiciones técnicas" en una empresa, por lo que las empresas que requieran el cambio de técnica de producción tendrán que

¹⁹ Elster, J., *op.cit.*, p. 126.

buscarla sin garantías de que encuentren una mejor a la que tienen (*incertidumbre en la producción*). Es aquí donde proponen un modelo probabilístico para la *búsqueda* de una mejor técnica, que se obtiene suponiendo que la probabilidad de encontrar una técnica superior a la establecida hasta entonces, (por medio de la innovación o imitación) es una función de la "cantidad invertida" en dicha búsqueda. Como resultado, la búsqueda es un elemento básico en este modelo.

La selección es otro elemento fundamental, ya que las empresas que encuentran mejores técnicas, se beneficiarán y se expandirán más que las demás. El hecho de que una empresa se expanda mejor que otras dependerá de diversos rasgos del mercado tales como: la cantidad de empresas existentes en un determinado momento, el grado de agresividad que presenten frente a sus competidores, la disponibilidad de financiamiento externo de las empresas, entre otros²⁰.

Los modelos construidos con los conceptos anteriores, ya sean de equilibrio o no-equilibrio, presentan tres características:

- 1) Existe un grupo de empresas con la característica común de tener variables de estado (cantidad de capital, técnica, política de I&D); y determinadas conductas (rutinas), concernientes a las actividades de investigación e inversión de las empresas; así como condiciones que relacionan los precios de los factores y los precios de los productos con la demanda de los factores y la oferta de los productos. No todos los modelos establecidos contienen todas estas variables y condiciones, pero sin embargo, han incluido la estrategia de producción, de acuerdo a sus requerimientos.
- 2) Dados los valores de las variables de estado en el instante t , los otros postulados y condiciones permiten definir una distribución de probabilidades sobre el conjunto o conjuntos de variables de estado que se puede obtener en el instante $t+1$. Por esto el modelo puede verse como un proceso Markov con probabilidades constantes de transición.
- 3) El modelo explicado es de tipo probabilístico y no determinista debido a que el resultado de los procesos de búsqueda suele ser estocástico y el núcleo de los modelos es un cambio tecnológico incierto e impredecible.

De acuerdo con lo anterior vale la pena mencionar que Winter, en uno de sus primeros análisis que hizo sobre el tema del cambio tecnológico, presentó un modelo que estaba muy relacionado con la

²⁰ Elster, J., *op.cit.*, p. 127.

denominada cadena absorbente de Markov²¹. Por medio de esta explicación, demostró que con ciertos supuestos restrictivos, ocurriría un estado de equilibrio eventualmente con probabilidad uno y se mantendría indefinidamente de allí en adelante. Las reglas de transición del modelo eran básicamente sencillas y se pueden establecer como sigue: las empresas redituables se expanden sin cambiar de técnica y las empresas no redituables se contraen cuando cambian la técnica, mientras que las empresas sin ganancias no cambian.

Es así como las ideas más sobresalientes del modelo de Nelson y Winter se pueden explicar por medio del tema de la "hipótesis schumpeteriana" de un intercambio entre la conducta competitiva y el progreso. En base a esto, los autores hacen varias distinciones como son: 1º el hecho de definir la competencia *estructuralmente*, mediante la cantidad de empresas en la industria, o *conductivamente*, por el grado de agresividad y 2º la distinción de tres sentidos de progreso debido al nivel elegido de la productividad promedio, la productividad de las mejores técnicas en práctica, o el precio del producto. En el caso del *cambio tecnológico* basado en la ciencia, la diferencia para el progreso está en la cantidad de empresas y no en el grado de agresión, mientras que el basado en la tecnología acumulativa, presenta una conducta agresiva con un efecto negativo sobre el progreso en los tres sentidos, ya que el costo más alto no es compensado por el margen de las ganancias brutas²².

Los autores Nelson y Winter, hacen la distinción entre la acción de los imitadores y de los innovadores, ya que señalan que los innovadores trabajan mejor cuando la competencia es restringida y los imitadores trabajan mejor cuando es agresiva. Así establecen como explicación de este fenómeno el hecho de que un imitador nunca podrá alcanzar un nivel de productividad más alto que el mejor de los innovadores, y en el caso de que pueda igualar la productividad de un innovador tendrá mayores ganancias puesto que no habrá incurrido en costos en investigación y desarrollo (I&D) de innovación para ello. Pero si se detiene el crecimiento del *output* en un nivel razonable, se aliviarán las presiones sobre la empresa innovadora, el presupuesto en I&D no se desgastará y habrá una oportunidad para la recuperación de la empresa innovadora. Pero en el caso de que la gran empresa imitadora continúe creciendo, obligará a la empresa innovadora a seguir reduciéndose. A medida que se achica el presupuesto en I&D del innovador, las oportunidades de que haya un éxito innovador que provoque la recuperación, disminuyen, y el tiempo de ventaja esperado antes de que el

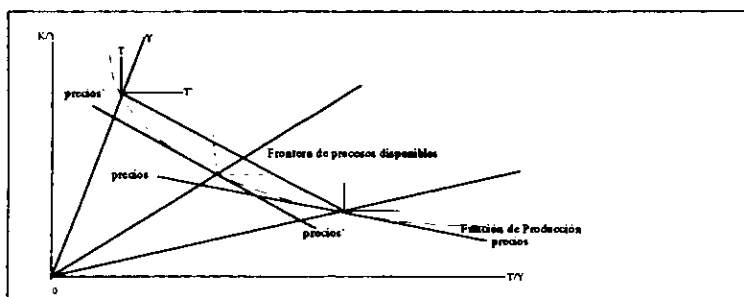
²¹ Elster, J., *op.cit.*, hace un claro tratamiento de lo que es el modelo de cadenas de Markov en el segundo capítulo.

²² Elster, *op.cit.*, p. 131.

gran imitador copie, también disminuye²³. Las ideas de Schumpeter sobre el intercambio realizado entre la eficiencia estática generalmente asociada a la competencia y la eficiencia dinámica de la competencia restringida; así como el énfasis que pone en la idea de que la competencia se determinan como un *proceso* y no como un *estado*, se relacionan con el papel que juega la suerte para establecer la diferencia entre ganadores y perdedores.

Otro teórico que trata temas referentes al cambio tecnológico es Paul David²⁴ considerado el teórico menos evolucionista, puesto que su análisis tiene una menor relación con la teoría de la evolución biológica, al contrario de los teóricos tratados anteriormente; y su trabajo se conoce como una alternativa evolucionista a la teoría neoclásica. Su análisis está fuertemente influido por el artículo titulado "aprender haciendo" de Kenneth Arrow", en el que hace una crítica del análisis de la función de producción, desde un punto de vista diferente al explicado anteriormente. Mientras que para Nelson y Winter, en la función de producción, el hecho de que las empresas no tengan acceso directo a ningún método diferente del que están utilizando, se debe en gran medida a que los resultados de cualquier inversión tienen para ellos sólo cierta probabilidad de ser los más adecuados. De ahí, que señalen que la búsqueda de beneficios incluyan costos, y por ello, que en su crítica acerca del concepto de la función de producción establecen que no puede llevarse a cabo, sin que comprenda una cantidad de prácticas a las que las empresas tengan acceso inmediato y libre y en este caso, P. David supone que las empresas en cualquier momento tienen acceso libre e inmediato a una pequeña cantidad de prácticas y a cualquier combinación lineal de ellas (gráfica 2).

GRÁFICA 2. *Innovación tecnológica vista como sustitución.*



FUENTE: Elster, J., *El cambio tecnológico*. España, Ed. Gedisa, 1992, p. 136.

²³ Nelson y Winter *op.cit.*, pp. 88 n.

²⁴ David, D., *Technical Choice. Innovation and Economic Growth*, Cambridge, Cambridge University Press, 1975.

En esta gráfica, la "frontera de posibilidades disponibles, consiste en todas las combinaciones lineales de las dos prácticas básicas. Es así, como la función de producción fundamental FPF, corresponde a todas las prácticas que pueden realizarse en base al conocimiento científico y tecnológico existente. No están disponibles inmediatamente y sin costo, ya que se necesitan la investigación y el desarrollo para sacarlas de su estado latente.

Diferencias con los enfoques tradicionales.

El enfoque económico evolucionista, se genera en los años setenta y ochenta y es una idea diferente a las de las teorías de la innovación que hasta entonces se habían presentado y en las que sobresalían las explicaciones microeconómicas basadas únicamente en la explicación de la empresa y en la estructura del mercado. La explicación del cambio tecnológico, en la teoría evolucionista, varía hacia la dinámica de la innovación y las relaciones que tiene con el entorno socioeconómico²⁵. En este sentido, puede establecerse que, las principales aportaciones se desarrollaron de acuerdo con los análisis de largo plazo, que se realizan desde una perspectiva histórica (N. Rosenberg) o con las ondas largas de la acumulación y los sistemas tecnológicos (Mensch, Freeman et al., Cartota Pérez) o también de acuerdo con los análisis de los paradigmas y la evolución de éstos por medio de trayectorias tecnológicas (Nelson y Winter, Dosi, Sahal, Pavitt, Metcalfe) entre otros.

Según estos teóricos, la principal aportación de los estudios neoschumpeterianos es la idea de que el desarrollo tecnológico es un proceso *evolutivo, dinámico, acumulativo y sistemático* y para su estudio se deben de integrar las relaciones de interacción dialéctica entre el desarrollo de las tecnologías y la dinámica económica. Al igual que Schumpeter, estos teóricos no basan su explicación en las ideas neoclásicas de tecnología y en la dicotomía convencional entre la producción de innovaciones y su difusión. En este caso, la tecnología no es únicamente un dato que se presenta *definitivamente* realizado una vez que ha sido creada; por el contrario, se va desarrollando gradualmente y al mismo tiempo se difunde en un entorno bastante complejo como es el industrial, económico y social con el que mantiene un *feed-back* permanente.

²⁵ Vence, J., *op.cit.*, p. 216.

A diferencia de la economía clásica tradicional, aquí hay un nuevo factor que vendría a romper con los supuestos establecidos, y es el hecho de que gracias a las economías de escala, en la actualidad existen costos crecientes, como se puede presentar mediante una gráfica de función de producción.

A todos estos beneficios derivados de las economías de escala (que Smith ya había señalado como aquellas actividades que surgen de la especialización y de la división internacional del trabajo) se les relaciona a la tecnología de la innovación y de la producción. Así, las economías de escala se presentan cuando aumenta el número de trabajadores, los insumos permanecen fijos, y las oportunidades de especialización y división del trabajo se agotan rápidamente. Cuando aumentan en igual magnitud el número de trabajadores y el equipo, se llegan a obtener ganancias substanciales por la división del trabajo y la especialización de los trabajadores en una ocupación u otra.

Para lograr una mayor eficiencia en la producción es indispensable tomar en cuenta el factor tecnológico, puesto que se genera como palanca de empuje de las economías de escala, al establecerse como un proceso de producción en el que se necesitan varios tipos de máquinas con distintas capacidades productivas, donde es necesario que, la operación sea en gran escala con el fin de obtener una utilización más adecuada y eficiente del equipo. Asimismo, otra ventaja del elemento tecnológico, consiste en el costo de comprar e instalar máquinas más grandes que usualmente es proporcionalmente menor que el de las máquinas más pequeñas (caso de indivisibilidades). Es decir, el aumento del *tamaño* tiende a reducir el costo unitario de la producción. Entonces, los factores que ayudan a reducir el costo de producción al aumentar la escala de la producción son: 1) la especialización y la división del trabajo así como 2) los factores tecnológicos.

Los temas acerca de la tecnología recobran importancia; sobre todo se observa que es indispensable llevar a cabo una estrategia tecnológica que ayude a mejorar la producción. De tal suerte que muchos de los teóricos evolucionistas, establecen que se debe llevar a cabo el comercio entre empresas a partir de sus diferencias de capacidades tecnológicas y de innovación que cada una de ellas presenta. En tal caso, Dosi²⁶, establece que las capacidades tecnológicas corresponden a las habilidades y al conocimiento necesario adquirido para desarrollar, producir y vender productos. Mientras, que la realización de esas capacidades para generar y comercializar nuevos productos y procesos de producción, se lleva a efecto mediante la innovación. Es decir, las *innovaciones* se producen por *actividades innovadoras* en donde la tecnología se ve desde otra óptica, puesto que no

²⁶ Dosi, Giovanni; Keith Pavitt y Soete, Luc. *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*. México, Secofi, CONACYT, 1993.

es el fin único sino va a ser un medio o un insumo. Estas ideas, para producir nuevos bienes se derivan de conocimientos acumulados, de paradigmas tecnológicos y de imitación, entre otras cosas.

G. Dosi, trata de construir un modelo en el que se puedan explicar, los determinantes y las direcciones que tiene el cambio tecnológico, con el fin de comprender cómo es que algunas tecnologías se establecen como las dominantes y además como pueden evolucionar en un contexto cambiante. De acuerdo a esto, establece un modelo llamado "modelo estructural débil" en el que el comportamiento y la estrategia de las empresas son determinados por las condiciones estructurales (tales como las condiciones dentro de la empresa, las del sector y las del régimen tecnológico) que en un momento dado, define el grado de libertad que tiene la empresa.

Dosi, establece un modelo diferente a los analizados acerca del cambio tecnológico, en donde los *inputs* científicos son básicos en la determinación de algún proceso innovador; además, dentro de ese proceso, las actividades de I&D deben ser cada vez más complejas con el fin de determinar un proceso de largo plazo por parte de las empresas y de los agentes económicos. Asimismo, señala la existencia de una correlación entre el esfuerzo de las actividades de I&D y el *output* innovador en muchos sectores.

En este caso, la innovación se origina en gran parte en el *learning-by-doing* que puede estar incorporado en personas, o bien, en organizaciones. En donde cabe la posibilidad de conocer algunas elecciones tecnológicas *ex-ante*, debido a la creciente formalización institucional de la investigación, puesto que el cambio tecnológico no ocurre al azar, sino que se determina su dirección de acuerdo a las tecnologías en uso y sus avances son resultado del nivel tecnológico previo. La evolución del cambio tecnológico a lo largo del tiempo puede presentarse como sendas (*pautas*) de cambio, de acuerdo a ciertas características económicas y tecnológicas de los procesos y productos.

Sobresale el análisis de este autor, puesto que hace una crítica a las teorías que hasta entonces explicaban los determinantes del cambio tecnológico. En este caso, se ubica en primer lugar a la teoría de la demanda (*demand-pull*), la cual supone una actividad del cambio tecnológico pasiva y mecánica; es decir, no refleja las necesidades presentadas en el mercado. Estas necesidades potenciales son infinitas y no se puede explicar en qué momento se pueden lograr satisfacer. En este caso, una deficiencia de esta teoría radica en el hecho de que el productor no explica como se logra la relación entre la necesidad y el resultado final. Tampoco se define el porqué y el cuándo se llevan a

cabo determinados desarrollos tecnológicos y no otros, así, como tampoco se relacionan los cambios entre la capacidad inventiva en el tiempo con los cambios en el mercado.

Una segunda crítica la hace sobre la teoría de la *technology-push*, puesto que en su formulación lleva consigo una inadecuada incorporación de los factores económicos en la dirección del proceso de innovación, además de que no establece una relación entre ciencia-tecnología-producción.

En su replanteamiento, Dosi, relaciona tres grandes sistemas de producción, al contrario de las teorías explicadas, que son: el *científico*, el *tecnológico* y el *económico*, obviamente, dirige toda su atención al sistema tecnológico y su relación con las variables económicas. Para él, la *tecnología* se genera tanto en los elementos materiales como en los conocimientos y en la experiencia, (como un conjunto de elementos de conocimiento, directamente práctico y teórico, *know-how*, métodos, procedimientos, experiencia de aciertos y errores y también de aparatos físicos y equipos). En su análisis refuta el tratamiento que se da a la *tecnología* como información aplicable inmediatamente y no apropiable, señalando que la *tecnología* es además de información, una forma de conocimiento acumulativo y apropiable, que incluye componentes inmateriales difíciles de captar con precisión y de codificar (conocimientos tácitos y específicos), en donde en muchos casos, el personal que labora en una empresa, aprende mediante la práctica, mejor que si hubiera estudiado, es decir sus aptitudes de trabajo llegan a ser mejores con el tiempo.

Entonces, la parte "desincorporada" de la tecnología, consiste en la habilidad y en la experiencia de sucesos y de soluciones tecnológicas pasadas que se llevan a cabo con el conocimiento y con los logros presentes para con ello incorporar un abanico limitado de alternativas tecnológicas posibles y lograr desarrollos futuros. Es decir, la empresa al querer llevar a cabo nuevas inversiones, no explora sólo un stock de conocimientos libre sino que lleva a cabo un proceso para encontrar los más adecuados para lograr el mejoramiento y la diversificación de la base de conocimientos existentes, es entonces cuando se puede señalar que el éxito en el futuro de una empresa depende en gran medida de lo que haya realizado en el pasado. Así, la tecnología, por este medio incluye también mecanismos de *búsqueda* y de *aprendizaje* de que dispone la empresa para lograr la eficiencia productiva y el desarrollo de nuevos productos y métodos de producción. El proceso mediante el cual se logra la eficiencia productiva, puede establecerse mediante el *progreso tecnológico*, que se genera como un proceso secuencial de resolución de problemas en el marco de un *paradigma tecnológico*, siguiendo una *trayectoria tecnológica*.

Entonces, se denomina paradigma tecnológico al patrón de solución de problemas tecnológicos *seleccionados*, basados en principios altamente selectos, derivados de conocimientos y experiencia previos²⁷, y está relacionado con el concepto de *paradigma científico* de Kuhn, puesto que acota los problemas del caso y sugiere soluciones, además de imponer algunas prescripciones en las direcciones que debe seguir el *cambio tecnológico*. Entonces la *dirección* que tome el *progreso tecnológico* aparece como la solución de algunos problemas y necesidades que se plantean dentro de un paradigma, enfocando los esfuerzos en la exploración de las oportunidades tecnológicas que ofrece el cambio y ejerciendo un poderoso efecto de exclusión con respecto a otras posibles alternativas.

Por otra parte, se denomina trayectoria tecnológica al patrón de solución normal de los problemas dentro de un *paradigma tecnológico* y es un proceso evolutivo²⁸. Así, cada *paradigma tecnológico* posee unos procedimientos y mecanismos de búsqueda propios y una lógica en el tipo de soluciones encontradas que caracterizan el desarrollo de las tecnologías a lo largo del tiempo. Vence²⁹, señala que es necesario hacer la distinción entre el proceso que se lleva a cabo para la selección del *paradigma tecnológico* y los mecanismos que marcan la dirección del progreso tecnológico dentro de un determinado paradigma. Es así, como la emergencia de un nuevo paradigma marca *discontinuidades* en la dinámica del progreso tecnológico frente a la *continuidad* del progreso establecido cuando no se cambia el paradigma. Los paradigmas pueden surgir a partir de nuevas posibilidades ofrecidas por la ciencia, así como por criterios de discriminación y selección emanados de instancias económicas e institucionales. Del desarrollo de trayectorias tecnológicas se deriva la dirección del progreso tecnológico debido a la forma normal de resolución de los problemas propios de cada paradigma; es decir, cada uno de los paradigmas determinan unas trayectorias tecnológicas que son expresión de la matriz de *trade-offs* establecida entre las variables relevantes de ese paradigma. Entonces, las características que presenten la tasa y dirección del cambio tecnológico, van a depender de: 1) las fuentes y naturaleza de las oportunidades tecnológicas, 2) la naturaleza de los requerimientos de los usuarios, así como de los mercados reales y potenciales y 3) de las posibilidades para los innovadores exitosos de apropiarse de una proporción suficiente de los beneficios de sus actividades innovadoras para justificar el esfuerzo de investigación invertido en dichas actividades.

²⁷ *Ibid.* p. 80.

²⁸ Este concepto es similar al de trayectoria natural de Nelson y Winter, *op. cit.*

²⁹ Vence, J., *op. cit.*

Se puede destacar la existencia de varias fuentes posibles de tecnología, como pueden ser las internas, por ejemplo los laboratorios de I&D, así como los departamentos de producción de ingeniería, o las externas, por ejemplo la existencia de oferentes, usuarios, investigación y asesoría financiadas por el gobierno. Entonces las necesidades de los usuarios de la tecnología pueden variar, así como también varían los métodos utilizados por innovadores exitosos para apropiarse de los beneficios de sus actividades en comparación con los de sus competidores. En este caso, las *innovaciones de proceso* pueden mantenerse en secreto; mientras que algunas *innovaciones de producto* pueden protegerse mediante rezagos técnicos naturales y parciales en la imitación, pero las que no se puedan mantener en secreto se tendrán que patentar. La imitación, en estos casos puede ser difícil de llevarse a cabo ya sea de productos o de procesos, por lo complejo del conocimiento tecnológico y de las habilidades disponibles en la empresa innovadora, como se puede notar en el cuadro No. 1 del anexo, donde se establece de una forma empírica los conceptos que se han venido manejando acerca de régimen tecnológico y de innovación, así, como de las formas de organización que dan lugar a unas determinadas trayectorias tecnológicas.

Para lograr la determinación de un tipo específico de trayectoria, el entorno económico juega el papel de selección para ésta, ya que discrimina y selecciona a las trayectorias más dominantes, en base a la importancia creciente que tienen los elementos políticos-institucionales-financieros, y el comportamiento de los consumidores, entre otros; así como mediante la necesidad de matizar las relaciones entre innovación-beneficios, tomando en cuenta la especificidad de cada sector y la importancia de la relación imitación-beneficios.

Por último hay que establecer que en base a esto, Dosi señala que el papel de los factores económicos institucionales y sociales es primordial para la selección de las sendas y direcciones tecnológicas, puesto que tienen gran influencia durante los estadios iniciales de una industria, en el mercado, y que por medio de él se sancionan una o varias opciones. Entonces, el mercado es una fuerza débil para explicar el nacimiento y selección de un nuevo paradigma o de una nueva trayectoria, debido a que opera *ex-post*. Como resultado de esto, el impacto de los cambios en las condiciones sobre la búsqueda de patrones tecnológicos es directamente proporcional a la capacidad de determinación tecnológica de los estímulos económicos.

1.3. NUEVAS IDEAS EXPLICATIVAS SOBRE EL CAMBIO TECNOLÓGICO¹.

Establecida la evolución que han tenido las teorías del libre comercio y su vinculación con el aspecto tecnológico, en el siguiente apartado se hace una descripción de las nuevas vertientes que tratan estos temas y que privilegian tanto la generación de ventajas competitivas por medio de la creación de trayectorias tecnológicas, como la generación de innovaciones dentro del mercado internacional y su importancia para la explicación de la competitividad.

1.3.1. IMPORTANCIA DE LA INNOVACIÓN EN EL CAMBIO TECNOLÓGICO.

Las explicaciones más recientes acerca del *cambio tecnológico* han puesto de relieve las limitaciones que tiene el enfoque convencional y han destacado, a partir de las ideas de Schumpeter, la importancia de las innovaciones.

La tecnología va asociada a una concepción particular del proceso de innovación, en donde se presenta, como un proceso abierto y con carácter *secuencial*, así los pasos dados anteriormente delimitan el campo de posibilidades, incluso cuando se emprende una nueva dirección. Es así, como el fenómeno del cambio tecnológico se ha explicado a partir de la *innovación*, que es una variable dinámica, de la que Schumpeter hace una importante explicación asociada al flujo de innovaciones y sus influencias en la actividad económica. En este caso, una de las confusiones más frecuentes surge del intento de definir por separado tecnología y cambio tecnológico.

La definición schumpeteriana señala que la *innovación tecnológica* es la generación de un nuevo producto o de una nueva forma radicalmente diferente de producir (*technological breakthrough*). La innovación se presenta como la producción de un nuevo conocimiento tecnológico, que se diferencia de la *invención* ya que ésta es la creación de alguna idea científica, teoría o concepto que pueda conducir a la innovación aplicable a un proceso de producción, y se diferencia de la *difusión*, que es la transferencia de una innovación existente a un contexto nuevo; así como también se diferencia de

¹ Para el siguiente apartado consúltese a: Ruttan, V., (1971); Usher, A.P., (1971); Mulás, P., (1989); Blaug, M., (1971); Vence, J., (1995); Nelson y Winter, (1974); Livas, R., (1989), y Dosi, et.al., (1993)

la *sustitución*, que comprende el cambio en el proceso de producción sobre la base del conocimiento tecnológico existente.

Ruttan², establece que los términos más representativos de este tema son: invención, innovación y cambio tecnológico, y que se presentan en una secuencia lógica. En tal caso, la invención es un antecedente de la innovación, y la innovación a su vez es un paso preliminar del cambio tecnológico. Es así, como el concepto de innovación ha desempeñado dentro de la economía un papel más importante que el de invención. Schumpeter, respecto a esto, señaló que la innovación era una función esencial del empresario que junto con el innovador y el proceso de innovación formaban uno de los tres elementos que comprenden al crédito y a la maximización de la ganancia³ para explicar las teorías del desarrollo económico.

En estos casos se ha prestado poca importancia al proceso de generación de la innovación (cambios tecnológico y de organización). La invención, se puede explicar, como menciona Usher⁴, definiéndola en términos del surgimiento de "cosas nuevas" pero que a diferencia de otras explicaciones requieren un "acto de intuición" que vaya más allá del ejercicio normal de la habilidad técnica o profesional.

La innovación como eje conductor del cambio tecnológico se define dentro de los procesos relativos al aprendizaje, asimilación, adaptación, difusión y mejoría técnica, pero además, puede adoptar varias formas⁵. Entonces, se puede notar que las innovaciones tienen características muy singulares, de acuerdo a las necesidades muy particulares de cada forma de producción, y en la mayoría de los casos, el cambio tecnológico puede ser explicado o determinado de acuerdo con esto.

² Ruttan, V., *Usher y Schumpeter en la invención, la innovación y el cambio tecnológico*, en: N. Rosenberg, *Economía del cambio tecnológico*. México, F.C.E., 1971, pp. 66-78.

³ Infra, en el apartado de "Schumpeter y su idea de innovación".

⁴ Usher, A.P., *Cambio tecnológico y formación de capital*, en: Rosenberg, N., *Economía del cambio tecnológico*. México, F.C.E., 1971, pp 39-65.

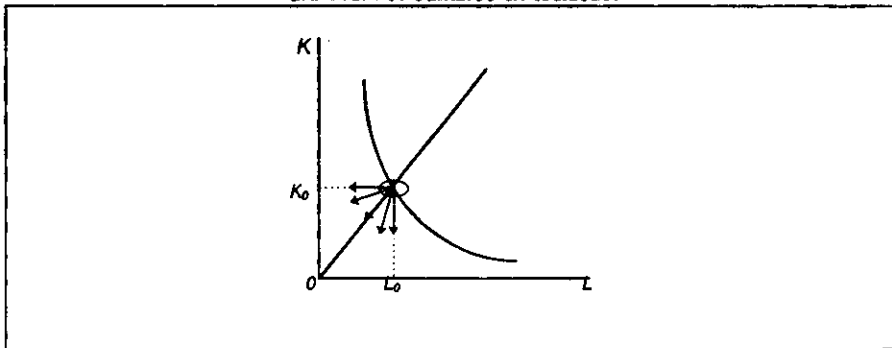
⁵ Al respecto el Centro para la Investigación para el Desarrollo, hace una caracterización, muy particular como sigue: innovación mayor, innovación de cambios menores, innovación de mejora en los procesos de producción, innovación administrativa e innovación en las estrategias de publicidad. en: Mulás, P., *Tecnología e industria en el futuro de México, alternativas para el futuro*. México, Ed. Diana, 1989.

La clasificación que tanto, los teóricos evolucionistas como los que no lo son, han tomado para explicar el fenómeno de las innovaciones se establece de acuerdo con dos clases de innovaciones⁶: de proceso y de producto.

Innovación de procesos.

Se define a la innovación de procesos como todo mejoramiento de la técnica que tiende a disminuir los costos medios por unidad de producto a pesar de que los precios de los insumos permanezcan constantes. En este sentido, la innovación representa una adición al conocimiento técnico existente. Dado que una función de producción toma en cuenta toda la gama de posibilidades técnicas conocidas, que se practican en alguna parte del sistema, las innovaciones deben denotar la adopción de métodos no probados hasta entonces. En este caso, son pocas las innovaciones que no tienen una larga historia de *ensayos anteriores* y una *imitación de técnicas ya ensayadas* con lo que crean siempre una "respuesta creativa". Esta dificultad conlleva a que se defina al progreso técnico como cualquier cambio en los métodos de producción de una empresa, independientemente de que los nuevos métodos hayan sido ensayados antes. Aquí, se hace difícil la distinción entre un movimiento a lo largo de la función de producción y un desplazamiento (ver gráfica 3).

GRÁFICA 3. *Cambios en técnicas.*

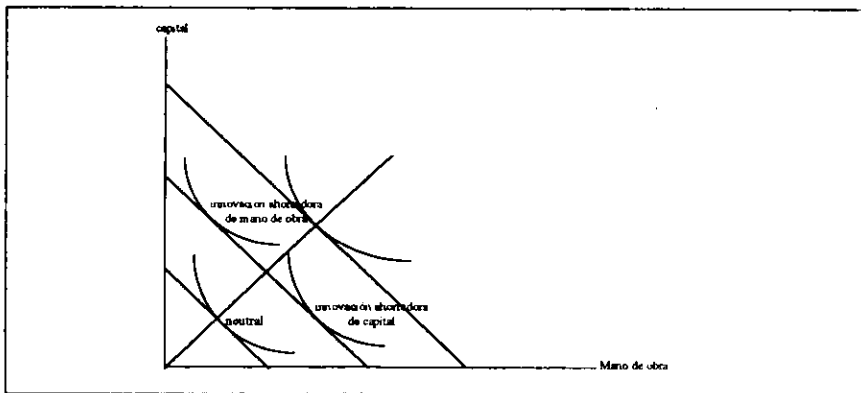


FUENTE: Dosi, G., et. al. *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, México, Secofi, Conacyt, 1993.

⁶ A este respecto, M. Blaug, hace una clasificación muy interesante, ver, Rosenberg, *op.cit.* p. 78.

En tal caso, con la existencia de los factores trabajo y capital, se podría considerar una innovación como ahorradora de mano de obra cuando se presenta un incremento en la razón capital/trabajo, y ahorradora de capital cuando la razón capital/trabajo disminuye. En el primer caso, una vez instalada la innovación, se puede absorber capital en relación con la mano de obra durante el periodo de su construcción y a la inversa, es decir, una innovación que reduzca los costos de capital iniciales puede resultar en última instancia usadora de capital si acelera la tasa de reposición a través de la caducidad. Valdría la pena bajo estas características, clasificar las innovaciones por referencia a su efecto sobre la razón capital/trabajo utilizada en la producción de un volumen de producción dado. Es así como el cambio tecnológico se presenta gráficamente como un movimiento hacia el origen de cada una de las isocuantas (gráfica 4).

GRÁFICA 4. *El cambio tecnológico como movimiento hacia el origen.*



FUENTE: Blaug, M., *Reseña de la teoría de la teoría de las innovaciones de procesos*, p. 80.

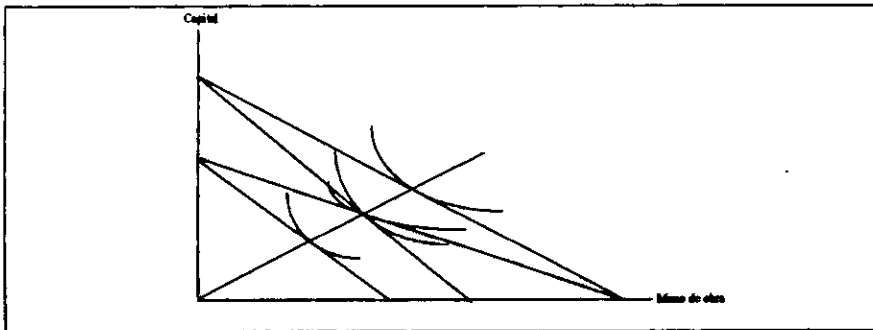
Parecería que la solución de las dificultades de sustitución de factores consiste en clasificar las innovaciones en referencia a su efecto sobre la razón capital-mano de obra utilizada en la producción de un volumen de producción dado. En virtud de que los precios de los factores están dados, se puede establecer claramente el tipo de innovación que se lleva a cabo.

Otra forma de clasificar a las innovaciones es la basada en el esquema de Hicks y Robinson, que definen a la innovación ahorradora de mano de obra, como resultado de la elevación del producto

marginal del capital en relación con el trabajo a una razón dada de capital-trabajo empleada en la producción de un volumen dado, y a la inversa una innovación ahorradora de capital (ver gráfica 5).

Blaug por su parte concluye que la tasa de adelanto técnico influye sobre su dirección, al cambiar las normas de caducidad y es así, como el flujo de los inventos desempeña un papel trascendental en la determinación del patrón de las innovaciones.

GRÁFICA 5. Cambio tecnológico según el esquema de Hicks y Robinson.



FUENTE: *Id. gráfica anterior.*

Innovación de productos.

La innovación de productos se presenta en una economía en donde el cambio técnico sólo toma la forma de mejoras del producto. Este tipo de economías tiene ventajas al mantener o incrementar su liderazgo en las innovaciones de productos, cuanto mayor es la acumulación del progreso tecnológico y el grado de apropiabilidad de las innovaciones, puesto que mientras más fácil sea "observar y aprender", hacer ingeniería inversa, mayor será el grado de *difusión*. En este caso, el grado de acumulación del progreso tecnológico se relaciona con el de las capacidades tecnológicas, ya que el desempeño tecnológico actual de cada agente económico es uno de los factores determinantes de su desempeño futuro.

La difusión de cualquier innovación de productos nunca alcanza el 100%, puesto que en cualquier momento puede ser superada por nuevos productos, de ahí que el ciclo de difusión del producto

puede llegar a ser muy corto. La tasa de progreso tecnológico, en este caso es uno de los determinantes del grado de *asimetría*, que es el inverso del grado de difusión. Y mientras mas alta sea la tasa de progreso tecnológico, mayor será el grado de asimetría.

Cuando se presentan innovaciones de productos, las asimetrías tecnológicas se derivan de factores tales como: la *acumulación tecnológica*; las *economías de escala* en la producción, en la investigación o en la mercadotecnia; las *externalidades* y la disponibilidad o ausencia de habilidades particulares, y servicios. Asimismo, el grado de asimetría tecnológica, está directamente vinculado con barreras de entrada, debido a diferencias en las capacidades tecnológicas y con la movilidad intra o interindustrial. El resultado de las asimetrías tecnológicas, actúan como incentivos para la innovación, como reflejo de las ganancias diferenciales y las participaciones en el mercado que producen generalmente las renovaciones tecnológicas.

1.3.2. INNOVACIÓN Y ESTRUCTURAS DE MERCADO.

En cuanto a la estructura de los mercados y a la innovación, como ya se señaló, Schumpeter, rechazó el modelo de competencia perfecta y destacó la importancia creciente de la competencia en base a innovaciones como vía principal para el logro de una ventaja más decisiva sobre los competidores. Para entender la relación que existe entre proceso innovador y el oligopolio, la tradición schumpeteriana señala que la existencia de oligopolios, favorece a la actividad innovadora. Esto se determina por medio de la explicación de la influencia de la estructura industrial sobre la innovación tecnológica. Asimismo, el rechazo que presenta a la competencia perfecta permite establecer que es necesario la aparición de monopolio para la propia introducción de innovaciones en los productos o en los procesos. De acuerdo con esto, se pueden establecer diversos tipos de relaciones económicas donde:

- el monopolio constituye una condición necesaria para la existencia de la innovación, puesto que introduce nuevos métodos y nuevos procesos pero es riesgosa y costosa. La posición de monopolio conlleva un cierto proteccionismo a las empresas innovadoras, que les permite obtener ganancias extraordinarias por un cierto tiempo⁷.

⁷ Para saber cuales son los beneficios del monopolio, ver: Vence, J., p. 155

- En las grandes empresas, la rivalidad actualmente está determinada por la publicidad, campañas de venta y estrategias de innovación.

De acuerdo con lo anterior, se puede establecer que las grandes empresas cuentan con una ventaja sobre las pequeñas debido a la existencia de economías de escala en I&D destacando que:

- a) Son más productivos los investigadores en esta estructura, puesto que tienen con quien intercambiar sus conocimientos. Además, de que existe un grupo numeroso, que permite la división del trabajo y la especialización y con ello, se pueden aprovechar mejor los equipos especializados.
- b) Una gran empresa tiene mayor capacidad para explotar los resultados de su esfuerzo investigador y una empresa multiproducto tiene más oportunidades para diversificar los proyectos de I&D ⁸.

Otro aspecto al que se le ha prestado poca atención dentro de los análisis de la innovación es el *grado de diversificación productiva* de una empresa. En cuanto a las empresas pequeñas, una aportación neoschumpeteriana la proporcionan Nelson y Winter⁹ que simulan modelos macroeconómicos para explicar la dinámica del desarrollo tecnológico. Estas simulaciones se basan en un modelo de desequilibrio económico en donde la estructura de mercado y la innovación son interdependientes y ambas son variables endógenas. En este caso se presenta una competencia de mercado dinámica, donde existen ganadores y perdedores, que aprovechan las oportunidades tecnológicas para crecer, y ese proceso de crecimiento, tiene lugar de acuerdo con el grado de concentración industrial.

Con lo anterior se puede establecer que:

- a) las industrias más concentradas son proclives a la creación de I&D que las industrias atomizadas;
- b) las industrias de rápido progreso técnico deben ser marcadas por una alta tasa de I&D, y
- c) los imitadores hábiles y agresivos pueden competir exitosamente con los innovadores iniciales en I&D.

⁸ *Ibid.* p. 162.

⁹ Nelson, y Winter, *An Evolutionary Theory of Economic change*. Cambridge University Press, 1982.

En este modelo se ignora la entrada de nuevas empresas a largo plazo y la destrucción creadora que Schumpeter señaló. A este respecto X. Vence¹⁰, señala que la estructura de mercado, el tamaño de la empresa, la innovación y la concentración se pueden relacionar por medio de una explicación alternativa, puesto que el grado de innovación depende en gran medida del grado de concentración de la empresa. Entonces: "la concentración es una función positiva de la innovación pasada y de la madurez tecnológica (*modelo de la estructura endógena del mercado*).

Estructura Industrial.

La forma de adoptar la tecnología depende directamente del tipo de estructura de mercado en que se realiza. Entonces, la relación entre innovación, tamaño y estructura de mercado, va a depender de la estructura sectorial y del estado de la tecnología aplicada en cada sector.

Las características de la estructura industrial son: el tamaño de la empresa en una rama y la concentración-monopolización de las industrias. Pero, además de esta distinción entre estructuras industriales, se puede diferenciar el tipo de desarrollo industrial, por medio de variables que son difícilmente conocidas, como en el caso de las empresas que presentan capacidades tecnológicas acumuladas distintas. De tal modo, se presentan cuatro variables relevantes¹¹, para lograr una caracterización en cuanto a nivel tecnológico se trate:

a). Asimetrías tecnológicas: se presentan cuando las empresas tienen capacidades acumuladas distintas y cuando generan diferentes eficiencias productivas, así como distintos rendimientos de los productos. Se expresan en las características innovadoras y en la *internalización* de tecnologías complementarias y tienden a conservarse relativamente estables a lo largo del tiempo. Se explica la existencia de costos unitarios diferentes debido al desigual aprovechamiento de las economías de escala y al grado de obsolescencia de los equipos. El grado de asimetría, que cada industria presenta se mide por medio de parámetros técnicos o en términos de precios de los productos y de acuerdo a la diferencia tecnológica entre empresas, es decir, de peor práctica o práctica óptima. Por último, la existencia de estas asimetrías, reduce la indeterminación de los actos oligopolísticos, introduciendo jerarquías entre los participantes y limitaciones asimétricas en las respectivas estrategias factibles.

¹⁰ Vence, *op cit.* pp. 216 n

¹¹ Vence, *op cit.* pp. 236-237.

b. Variedades tecnológicas: las empresas difieren en sus tecnologías de producción y combinación de *inputs* a pesar de que sus trayectorias de acumulación tecnológica les permitan tener niveles similares de eficiencia. También surgen diferencias en las características de los productos, que se deben a intentos de diferenciación o segmentación del mercado.

c. Diversidad de comportamientos: a pesar de tener las mismas oportunidades tecnológicas y el mismo contexto, las empresas siguen estrategias diferentes en inversiones, esfuerzo de I+D, proyectos de innovación, abandonos de productos o procesos, opción de imitación, objetivos de rentabilidad, etcétera.

d. Diversidad organizativa: la estructura organizativa de las empresas puede presentar diferencias en diversos órdenes como son: en la diversificación/especialización, en la integración vertical/descentralización productiva, organigrama de gestión, entre otras.

En seguida, se destacará la importancia que tiene el análisis de la relación entre oligopolio e innovación tecnológica, puesto que la búsqueda o la obtención de una posición de oligopolio para lograr beneficios extraordinarios, son factores fundamentales que explican la actividad innovadora, en base a las categorías de paradigma y trayectorias tecnológicas dentro de el marco de un modelo dinámico y evolutivo.

Dosi distingue dos escenarios entre desarrollo tecnológico y estructura oligopolística: primero, la emergencia de un nuevo campo de tecnología (*paradigma tecnológico*)¹², un estado en que habrá un alto nivel de mortalidad de empresas recién creadas; y segundo, el caso de un paradigma tecnológico estabilizado, que se da en situaciones de empresas más estables a la estructura monopolista. O bien, se puede expresar de acuerdo a cinco puntos:

1.- Cuanto más se estabiliza un paradigma tecnológico más endógenos se presentan los mecanismos propios de la innovación. Particularmente, en el caso de la perspectiva de poder generar un monopolio temporal, es un poderoso incentivo para la actividad innovadora aún en mayor medida que la estructura de mercado *ex-ante*.

2.- El proceso innovador afecta a la evolución de la estructura industrial de forma que pueden distinguirse fases; en las primeras, emergen empresas de tipo schumpeteriano, asociadas con la

¹² Vence, *op.cit.* p. 171.

introducción de nuevos productos. Una característica que se presenta durante estas primera fases, es la importancia creciente que presenta la tecnología incorporada en personas. Posteriormente, con el avance del proceso y la estabilización de la senda tecnológica, aumenta la importancia de la incorporación de tecnología en el equipo-capital y en la estructura organizativa, en estas etapas es cada vez mas posible valorizar la experiencia tecnológica acumulada e internalizar los beneficios. Entonces, el desarrollo de las estructuras oligopolistas puede interpretarse como una tendencia hacia la internalización de los aspectos "no mercantiles" del cambio tecnológico.

3.- El "mercado competitivo" es crucial en las primeras etapas, ya sea para la difusión o para contrastar los avances y las soluciones técnicas y comerciales propuestas por diferentes agentes; posteriormente, el cambio tecnológico se va internalizando en las propias estructuras de las compañías consolidadas, convirtiéndose en parte de la competencia oligopolista.

4.- La relación entre cambio tecnológico/industrial y distribución del ingreso varía también de una fase a otra, en la primera, la posición de oligopolio se basa en economías dinámicas y asimétricas temporales entre empresas con respecto a la frontera del cambio tecnológico, en la segunda las asimetrías oligopolistas tienden a ser más estables. En la transición de una a otra fase es difícil fijar cuándo aumentan o disminuyen los beneficios, lo cual dependerá de las economías de escala, de las economías de aprendizaje, de las tasas de cambio técnico, etcétera.

5.- Por último, este análisis del oligopolio pone de manifiesto que existe un mecanismo de asignación distinto del de mercado, que incentiva o castiga los diferentes comportamientos económicos: ese mecanismo es la acumulación de conocimiento científico y técnico, que no es un proceso resultado de la "mano invisible".

1.3.3. EL PAPEL DEL CAMBIO TECNOLÓGICO EN EL DESARROLLO ECONÓMICO.

La tecnología es un elemento importante en cualquier país; además se han hecho gran variedad de trabajos en los que se ha demostrado que el cambio tecnológico es un elemento de crucial importancia en un contexto de libre comercio. En la actualidad, estos trabajos ya no ven ventajas comparativas sólo en la distribución de los factores productivos, como lo señalan las teorías tradicionales del comercio, sino que se refieren al cambio tecnológico como un adelanto con referencia a los demás países, y con ello un tipo de ventaja que con el tiempo traerá grandes beneficios para una nación.

La relación que existe entre la orientación de la economía hacia el exterior y el cambio tecnológico se observa en lo que señala Elizondo¹³, quien la identifica como un elemento que contribuye a explicar la generación de un mayor beneficio.

- ⇒ La economía orientada hacia el exterior, produce para un mayor mercado globalizado y su escala de producción óptima es mayor; mientras que una economía de sustitución de importaciones, produce a una *escala óptima menor*.
- ⇒ Con la apertura comercial, se transforman monopolios u oligopolios a formas más competitivas de comercio, así las empresas tendrán que producir más eficientemente y en mayor cantidad y variedad.
- ⇒ Una fuente de tecnología puede ser la proveniente de los compradores de los productos de exportación como se mencionó anteriormente. En el caso asiático, estos países, al contrario de los menos desarrollados empezaron importando insumos y generando bienes exportables con lo que lograron aumentar su producción y demandar mejoras tecnológicas, logrando con ello una mejor integración vertical.

Así, es de destacar la existencia de una relación directa entre tecnología, estrategia de desarrollo y cambio tecnológico. La capacidad de un país para seleccionar, asimilar y mejorar la tecnología extranjera en forma eficiente, es un elemento clave de la estrategia tecnológica de cualquier país.

Asimismo, los avances tecnológicos que pueda tener un país, en general, han sido considerados como mejoras en la competitividad ya que logran la elevación permanente de los niveles de vida en cualquier país, sobre todo si estos avances se realizan en un contexto de economía abierta. Lo importante para lograr esto, es determinar cómo se pueden llevar a cabo esos avances necesarios y evaluar cuáles son los sectores más convenientes para el establecimiento del cambio tecnológico.

El problema principal para la determinación del avance tecnológico es la ausencia de una adecuada comprensión de la relación que se establece entre ciencia y tecnología y la correspondiente contribución de la actividad científica al cambio tecnológico. Esta relación entre ciencia y tecnología primero se puede explicar por la contribución de cada una al avance tecnológico.

¹³ Livas, Elizondo R., *Transferencia de tecnología y apertura comercial en México, (1982-1988)*, México, ITAM, 1989, p. 16.

Entonces la ciencia y la tecnología, pueden catalogarse según diversas circunstancias, pero para el caso del avance tecnológico se nota que:

La ciencia como institución, pone mayor atención en los mecanismos organizados de acumulación, difusión y evaluación. Se rige por reglas específicas que el científico internaliza. A esto se puede argumentar que: "la ciencia es una variedad de la cultura nacional e internacional compartida por los especialistas, hasta el punto que los modernos economistas discuten si el gasto en ciencia es una inversión o un consumo"¹⁴.

El término *tecnología* significa "*quantum de conocimiento*" pudiendo ser científico, empírico y de destrezas técnicas (tácito y no tácito), que se genera principalmente para aplicarlo al arreglo, operación, mejoría y expansión de instalaciones productivas.¹⁵

Asimismo, Gómez Uranga¹⁶ señala que la tecnología puede ser concebida como una forma de conocimiento que se fundamenta tanto en la ciencia como en otro tipo de saberes más comunes; dando como resultado no sólo la aplicación de un conocimiento dado, sino la transformación en un sistema de pensamiento propio.

La generación de cambios tecnológicos es un proceso que se genera en un periodo determinado de tiempo, por lo que depende de la capacidad de las organizaciones industriales para promover la generación de ingresos o la reducción de gastos. En base a esto, se puede constituir un avance importante en la teoría de la innovación¹⁷ debido a cuatro aspectos importantes que vale la pena mencionar:

1. Se aborda el tema del cambio tecnológico como un proceso de creación de tecnología,
2. Se destaca el papel central de los recursos humanos y sus cualificaciones en ese proceso, ya que se considera la configuración de un entorno y en ese sentido, permite una aproximación a la problemática regional de la innovación,
3. Se destaca el papel del carácter secuencial y flexible del proceso innovador y,

¹⁴ Centro para la Investigación para el Desarrollo, A. C. *op.cit.*

¹⁵ *Ibid.*

¹⁶ Gómez, M. Sánchez y E. de la Puerta, E. (comps), *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio: debates y nuevas teorías*. España, Fuhem/ICARIA, 1992, p. 13.

¹⁷ El modelo de análisis secuencial constituye un avance importante para la explicación de este fenómeno.

4. Se incorporan explícitamente el papel de la moneda y de los recursos financieros.

La tecnología es el producto de las inversiones en investigación y desarrollo (I&D), y del gasto en ciencia y tecnología, y varía de acuerdo al grado en que un país invierta en ella. La gran diferencia que presentan los países en su aplicación, es la de generar innovaciones puesto que cada uno primeramente establece sus capacidades tecnológicas y en base a ello logra un desarrollo económico. Debido a esto, puede establecerse que "la tecnología es el principal insumo" para el establecimiento de innovaciones.

El punto sobre las innovaciones es muy importante, puesto que la generación de conocimientos nuevos de ciencia y tecnología juega un papel primordial desde la década de los años ochenta en adelante, ya que cada vez se necesita generar nuevos productos debido al aumento de la competencia entre países desarrollados y competitivos y es notorio que cada vez más las empresas se preocupan por mejorarla. Esta tecnología puede ser muy específica de la empresa, y además, acumulativa; por lo que los demás países no pueden acceder a ella de igual forma.

Entonces, los gastos en investigación y desarrollo varían mucho de un país a otro; en los países desarrollados, por lo menos el 60% de la producción se destina al desarrollo de productos específicos o procesos de producción; mientras que en los países en desarrollo, estos gastos representan un porcentaje mucho menor, puesto que cuando no pueden producir tecnología innovadora, procuran importar los bienes innovadores debido en la mayoría de los casos al hecho de que no cuentan con la base del conocimiento previo para generarlos.

Una vez generado el conocimiento tecnológico, se presenta otra característica en torno a la tecnología, y es la *apropiabilidad*, ya que el conocimiento puede presentarse en un bien público, o en la mayoría de los casos, en un bien privado del que solo los productores gozarán sus beneficios. La componente tecnológica, que puede ser determinada mediante las variables de aprendizaje e investigación, se caracteriza por su función en el grado de oportunidad, apropiabilidad y acumulatividad¹⁸, que en seguida se expondrán:

¹⁸ Cimoli y G. Dosi. *Tecnología y desarrollo. Algunas consideraciones sobre los recientes avances en la economía de la innovación*. En, M. Gómez, M. Sánchez y E. de la Puerta, E. (comps). *op.cit.*, p. 26.

- ⇒ *Oportunidad*; son las motivaciones que la innovación ofrece por medio de los paradigmas tecnológicos con el fin de lograr mayores avances tecnológicos.
- ⇒ *Apropiabilidad*; es la capacidad de "interiorizar" beneficios logrados por el progreso tecnológico, en base a determinadas modalidades tecnológicas, de acuerdo a una relación negativa que tiene con la facilidad de imitación o de reproducción.
- ⇒ *Acumulatividad*; es la capacidad de innovación que tienen las empresas bajo condiciones de naturaleza acumulativa del progreso tecnológico adquirido. Es decir, como se señaló anteriormente, las bases de conocimiento establecidas previamente, determina el grado de acumulatividad que logra una empresa.
- ⇒ *Incertidumbre*; se presenta antes de saber los resultados.

La acumulatividad y la apropiabilidad están influidas por dos formas de conocimiento: conocimiento tácito y conocimiento formal. De aquí, se puede desprender el análisis en que se basa la determinación del conocimiento y se puede presentar de varios tipos como son:

- * Conocimiento tácito, no está escrito y no es transferible, está en propiedad de los recursos humanos que lo han creado; en la mayoría de los casos, las personas se adueñan de ese conocimiento mediante la práctica y mediante la utilización de nuevas tecnologías.
- * Conocimiento tangible, está incorporado en los bienes y puede ser utilizado sólo una vez (y destruirse), tampoco está escrito, y se crea para un fin determinado.
- * Conocimiento intangible; es el usado n veces sin que exista la posibilidad de que desaparezca, además su utilización se puede llevar a cabo por quien lo necesite, puesto que no tiene un propietario determinado y es de fácil difusión.

También, otras formas en que se puede presentar la creación de conocimientos son: el conocimiento genérico y el conocimiento específico; el primero está encaminado a proporcionar utilidades en diversas actividades; y el segundo puede ser establecido como conocimiento tecnológico, que es acumulable.

Para comprender cómo se puede determinar el cambio tecnológico, es necesario basarse en hechos principales que se establecen en los procesos tecnológicos, cuyas bases se presentan en las actividades de investigación documental selectiva desarrollada según trayectorias precisas y que se interrelacionan por medio de elementos de discontinuidad asociados con la aparición de nuevos

paradigmas tecnológicos. Con los nuevos paradigmas se logra la modificación de la estructura tecnológica material, es decir, en las líneas de investigación, en los conocimientos y en el equipamiento necesario.

De acuerdo con esto, una vez señalado lo que es un *paradigma tecnológico*¹⁹, se puede determinar que la *frontera tecnológica* es el más alto nivel de logros en el campo tecnológico y puede ser medida en mejoras en los *trade-offs*. Entonces, el nivel de desarrollo económico que presente una economía será el reflejo del tipo de paradigma tecnológico que hayan llegado a establecer y de acuerdo al desarrollo de conocimientos que lleven a cabo.

¹⁹ *Supra*, p. 43.

2. MARCO REFERENCIAL.

2.1. ANTECEDENTES¹.

En este capítulo se describe la situación económica de México desde la época de la industrialización vía sustitución de importaciones hasta la actualidad y se pone énfasis en el proceso de apertura comercial y se señala entre sus necesidades, la de cambiar el tipo de política comercial por medio de la cual se da mayor importancia a la economía abierta y a los aspectos tecnológicos, como ejes impulsores del desarrollo económico, que desde finales de la década de 1940, se venía presentando un tipo de impulso a la industrialización mediante el establecimiento de aranceles, controles cuantitativos a la importación y al tipo de cambio, que dieron a la industria la protección necesaria para eliminar la competencia externa e impulsar su crecimiento. Así, los empresarios dispusieron de un mercado cautivo, con atractivas y seguras expectativas de ganancias, acelerada recuperación de las inversiones y apoyos financieros y gubernamentales de todo tipo.

Con este esquema de incentivos, se esperó que la industria doméstica fuera sustituyendo a las importaciones de bienes finales, para los que existía un amplio mercado, para con ello, ir avanzando gradualmente hacia la sustitución de bienes intermedios y de capital. Sin embargo, la necesidad de promover la producción doméstica de bienes intermedios y bienes de capital fue muy costosa con resultados poco exitosos, pues las empresas necesitaban tecnología y maquinaria sofisticada, que en su mayoría tenían que conseguir en los mercados externos para poder elevar la productividad y llevar a cabo su producción, intensiva en capital. Las industrias que se encontraron en esta situación, fueron las que se dedicaron a la elaboración de bienes intermedios (productos petroquímicos, papel y acero), así como las de bienes de producción (maquinaria y máquinas-herramientas).

¹ Para el siguiente apartado consúltense a: Argüelles, A. y Gómez, comps. (1994); Jaime, E., y otros, (1992), Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, (1994); Ortiz, A., (1988); Mulás del P., (1995) y Unger, K., (1995).

Las empresas requerían de divisas (que en su mayoría no provenían del exterior), además de un conjunto de estímulos fiscales y cambiarios que hicieran rentable su inversión, por lo que el Estado tuvo que intervenir para el fomento de la producción interna.

Pero en la mayoría de los casos, la falta de estímulos fiscales y cambiarios para la realización de estos bienes, generaron plantas que, por un lado necesitaban alta intensidad de capital, y por otro realizaban su producción con baja utilización de su capacidad instalada, trayendo como consecuencia bajos niveles de competitividad.

Es así, como el modelo de desarrollo establecido en México, durante el periodo de sustitución de importaciones, evolucionó en el seno de un sistema muy complejo de barreras tarifarias y no tarifarias, de reglamentaciones muy pesadas o excesivamente ligeras, de retrasos institucionales y tecnológicos que frenaron el *progreso tecnológico* y la *modernización*. El problema primordial dentro del aparato productivo se debió a la protección de las industrias nacientes de tal manera, que no lograron madurar ni generar industrias competitivas internacionalmente, a pesar de que fueron industrias muy importantes y prósperas cuando la economía mexicana estaba cerrada al exterior. Esta falta de competitividad se presenta con las características de: *baja productividad*, *ineficiente organización de la producción*, *uso inadecuado de la tecnología* y *desaprovechamiento de la capacidad instalada*.

En cuanto a la generación del cambio tecnológico; dentro del despegue industrial, la tecnología era de tipo reproductivo, ya que se copiaba o se reproducía lo más fiel posible la tecnología proveniente del exterior. El modelo de sustitución de importaciones que a partir de los años 50, estuvo sumamente ligado al uso de tecnología de origen extranjero y a las nuevas inversiones de empresas transnacionales no generó la sustitución de importaciones de bienes de consumo duradero en forma independiente y logró sólo con la instalación de subsidiarias extranjeras de las principales empresas de origen estadounidense y europeo² la instalación de maquinaria interna. Entonces, la importación de tecnología no incorporada en el aparato productivo interno (tecnología, maquinaria y equipo de origen externo), que era objeto de la transferencia tecnológica, tuvo como consecuencia la profundización de la dependencia tecnológica del país, cuyo origen fue el hecho de que no se vinculara el aparato productivo con el sistema científico nacional, reflejándose en los altos costos de

² Unger, K, *El desarrollo industrial y tecnológico mexicano. Estado actual de la integración industrial y tecnológica*, en P. Mulás del Pozo, *op. cit.*, p. 44.

los bienes producidos internamente, por lo que se tuvo que resolver la demanda interna desde el exterior.

A pesar de esto, durante las décadas de 1950 y de 1960, el crecimiento industrial fue dinámico, reflejando este dinamismo en sus tasas de crecimiento promedio anual, que fueron de 6% y 8% respectivamente, por lo que se le caracterizó como la época del *milagro mexicano* y posteriormente de *desarrollo estabilizador* surgida del modelo de industrialización vía sustitución de importaciones. Esta estabilización económica puede ser considerada como paradójica, puesto que la producción aumentó sólo a nivel de bienes de consumo, y de algunos bienes intermedios, sin lograr la generación de bienes de capital, aumentando todavía más la dependencia externa y fomentando el atraso del aparato productivo ya que las importaciones crecían proporcionalmente más que el crecimiento industrial, mientras que las exportaciones primarias se mantenían en niveles moderados que finalmente se agotaron o estancaron; por lo que a finales de 1960, era notorio que el límite principal a este proceso de desarrollo, lo imponía el sector externo.

Hasta mediados de 1970 el período de industrialización y crecimiento presentó la característica de una economía cerrada con empresas poco eficientes, que no estaban al día desde el punto de vista tecnológico con respecto a los estándares mundiales. Así mismo, la economía presentó, otras características, como fueron: la ruptura con el modelo de *desarrollo estabilizador*, el creciente déficit público, el aumento de la deuda externa y el problema de variación de la relación del peso respecto al dólar. Esta variación establecida desde 22 años atrás, pasó en noviembre de 1976, de 12.5 a 24.3 pesos por dólar y en diciembre del mismo año se estabilizó en 20.2 pesos por dólar.

El gobierno con el fin de disminuir estos problemas (período del C. Presidente José López Portillo), generó una fuerte difusión acerca de los beneficios que podían obtenerse con el mejoramiento de la producción de petróleo y de sus derivados, por lo que se encaminaron recursos hacia este sector, descuidando otros, y contrayendo grandes montos de deuda, con el fin de financiar a la industria petrolífera. Ante esta situación, el gobierno optó por practicar el *empréstito externo* y el *déficit público*. Pero los beneficios duraron poco, y a comienzos de 1980, terminó esta época de auge debido al derrumbamiento de los precios del petróleo en el mercado mundial y con ello, la disminución del flujo de divisas provenientes del exterior. De tal suerte que el Estado no pudo hacer frente a sus gastos por medio del ahorro interno, además de que el país estaba sin posibilidades de hacer frente a los vencimientos de los préstamos a corto plazo, y en 1982 estalla *la crisis de la deuda* con la consecuente devaluación del peso y la expropiación de los bancos comerciales, todo

esto aunado a un creciente déficit de la balanza comercial y en la cuenta de las operaciones en capital.

En términos generales, la situación económica del país a principios de la década de los ochenta se presentó muy problemática, debido a la existencia de un fuerte déficit presupuestario, un nivel de inflación alto, así como déficits crecientes en la cuenta comercial y un sector exportador dependiente de los bienes petroleros; en donde los Bancos comerciales, que otorgaban el empréstito exterior, no deseaban dar más apoyos ni otorgar nuevos créditos. El desencadenamiento de la crisis de la deuda generó el límite de los créditos externos, además de que no se podía confiar en un país que, durante varios años tuvo la intervención del Estado en la producción (desde la década de los cuarenta); con un sector industrial ineficiente que no había logrado un desarrollo autónomo y que no prometía la generación de recursos suficientes para hacer frente a los préstamos. Entonces, la crisis de 1982 mostró la precariedad del balance externo y dejó expuestas con mayor crudeza las carencias de capacidades en mucha áreas, incluyendo la falta de competitividad generalizada, así como los huecos en la integración industrial y la ausencia de capacidades tecnológicas propias.

Es así, como la situación que prevaleció en el país durante estos años puso de manifiesto la necesidad de modificar estructuralmente la estrategia de desarrollo que había estado llevando a cabo y una de las alternativas que sugirió esa modificación fue el establecimiento de una economía abierta a las fuerzas del mercado internacional y a la libre competencia con el fin de allegarse los factores indispensables para poner en marcha al aparato productivo y establecer la libre competencia de los bienes nacionales con los extranjeros³. Con todo esto, se asumió que los factores: tecnológico, estratégico organizacional, generadores de inversiones productivas, así como los gastos en ciencia y tecnología junto con una mejor reglamentación en materia innovativa (elementos generadores del cambio tecnológico), eran muy importantes para mejorar el sistema productivo, manifestándose como uno de los importantes fines dentro de la apertura comercial.

Esta necesidad de mejorar el aparato productivo, por nuevas vías se presentó cuando las industrias ya establecidas no podían ser competitivas en el exterior con tecnología obsoleta y con el uso ineficiente de estrategias ante la apertura, y mas aún cuando fue notable el hecho de que las industrias que continuaban funcionando con sus mismos sistemas de producción y estrategias, quedaban rezagas por las industrias que llegaban a cambiar y a adaptar sus estrategias al nuevo

³ OCDE, Políticas nacionales de la ciencia y la tecnología, México, 1994, p. 26.

ambiente competitivo para poder ser exitosas. Poniendo de manifiesto, que las industrias que mantienen los antiguos sistemas de operación, desarrollados para una economía cerrada, son las que no funcionan con éxito ante la apertura.

2.1.1. APERTURA COMERCIAL.

La idea primordial en el periodo posterior a la crisis de 1982, fue el establecimiento de una política de apertura comercial de México hacia el resto del mundo. En estos años, la política de apertura externa, era considerada como la idea más importante para el Fondo Monetario Internacional y llegó a convertirse en tesis oficial de lo que se llamó, la *política de cambio estructural* en México. Así, por medio de esta política, se buscó como meta principal, modernizar al país y evitar que la productividad siguiera siendo baja; por medio de diversos factores que son:

- la mayor absorción de *alta tecnología*,
- la producción de artículos competitivos en el exterior y,
- la reducción del *"sesgo antiexportador"*.

La política de apertura comercial, planteaba que, una vez que se lograra modernizar la planta industrial, por medio de la captación de recursos del exterior y del intercambio comercial, se procedería al logro de la reconversión industrial, la cual, privilegiaría a las empresas más grandes y más eficientes, y con mayor adaptación a los cambios del exterior, mientras que a las medianas y pequeñas no se les ofrecía las mismas oportunidades de modernización.

La transformación comercial se caracterizó por tres elementos básicamente: en primer lugar, se eliminó todo tipo de protección arancelaria que se aplicaba desde 1940 a la industria, así como la utilización de los permisos previos a la importación que limitaban el acceso de bienes. En segundo lugar, se buscó que las mercancías nacionales pudieran competir en igualdad de condiciones con las mercancías del exterior. Esto dio lugar a que muchas empresas nacionales tuvieran que comparecer ante la competencia externa, puesto que no habían logrado instalar una planta eficiente. La tercera característica que presentó el cambio de la política comercial de México, fue el establecimiento de la libertad cambiaria, y la generación de una política de contracción y simplificación de trabas para la inversión extranjera directa y sin reglamentación. También se eliminaron subsidios a las

exportaciones mexicanas desde los de tipo fiscal hasta los de otorgamiento de financiamientos preferenciales. Es así como, en apoyo a la política de apertura comercial se crea en el ámbito jurídico, en 1984, la LEY DE COMERCIO Y ARANCELES.

Cabe señalar, que en el país, se llevó a cabo este tipo de política, mientras que en otros países, actualmente muy competitivos (Europa y países asiáticos); se establecían patrones proteccionistas abandonando así, las tesis proteccionistas que sustentaron la política comercial y la política de industrialización en más de cuatro décadas en México.

Marco Normativo de la Apertura Comercial en Apoyo a la Reestructuración Industrial.

Las ideas primordiales de la política exterior de México se establecieron en la carta de intención con el Fondo Monetario Internacional en noviembre de 1982, en donde México se comprometió a abrir sus fronteras al acceso de mercancías provenientes del exterior y a disminuir al máximo sus tarifas arancelarias.

Los planes de operación para lograr la apertura comercial se dieron por medio de:

- la sustitución de los sistemas de permisos previos por aranceles, cuyo monto fue en 1988 entre 0 y 20% *ad valorem*,
- el establecimiento de sistemas de reglamentación (véase al respecto el Cuadro No. 1).
- Los cambios trascendentales en el tratamiento fiscal a las importaciones y exportaciones

Los Programas Nacionales de Fomento Industrial y de Comercio Exterior (PRONAFICE), que se establecieron en 1984 eliminaron los subsidios a las exportaciones e incrementaron las importaciones. Más adelante, en 1985, se presentó el Programa de Fomento Integral de las Exportaciones Mexicanas (PROFEX), por medio del cual se organizó la oferta exportadora y se diversificaron los mercados, además se brindaron apoyos institucionales y financieros para fomentar la producción y se ampliaron la información y asesoría al exportador con el apoyo de instituciones como el IMCE, el BANCOMEXT, el FOMEX y la SECOFI, al igual que el logro de la simplificación administrativa entre otros aspectos.

CUADRO 1. *Marco Legal para la Ciencia y la Tecnología en México en el Periodo de Apertura Comercial*

Ley	Características	Objetivos
Ley que crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). 1970	Agencia pública responsable para ayudar al Gobierno Federal en el desarrollo, ejecución, análisis y evaluación de la política científico-tecnológica.	<ul style="list-style-type: none"> Promover la excelencia y calidad académicas a través del desarrollo de recursos humanos calificados. Desarrollar y fortalecer la investigación básica, tecnológica y aplicada en institutos públicos, instituciones académicas, centros de investigación y en el sector privado. Coordinar la cooperación técnica entre organizaciones y gobiernos extranjeros. Difundir la información científica y tecnológica.
Ley para Coordinar y Promover el Desarrollo Científico y Tecnológico. 1984.	Establece los procedimientos administrativos y legales para promover el desarrollo de un sistema nacional de ciencia y tecnología. Crea la Comisión Nacional para la Planeación del Desarrollo Científico y Tecnológico.	<ul style="list-style-type: none"> Coordinar, fomentar, difundir y aplicar el conocimiento científico y tecnológico. Promover la participación de los sectores público y privado.
Plan Nacional de Desarrollo Industrial (PND). 1989-1994.	Establece los criterios generales para la política nacional en ciencia y tecnología a través del PRONCYMT.	<ul style="list-style-type: none"> Otorgar importancia a la promoción de las actividades científico-tecnológicas, considerando que éstas contribuirán al fortalecimiento del progreso económico y social del país.
Programa Nacional de Ciencia y Modernización Tecnológica (PRONCYMT). 1990-1994.	Establece los objetivos generales y específicos para las políticas de desarrollo científico y modernización tecnológica.	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar y apoyar el desarrollo de recursos humanos. Elevar las capacidades tecnológicas nacionales. Fomentar la participación del sector privado en la investigación y desarrollo. Vincular las actividades científicas de México a las tendencias internacionales.
Programa Operativo Anual en Ciencia y Tecnología.	Principal instrumento para llevar a cabo el PRONCYMT.	<ul style="list-style-type: none"> Actualizar la agenda anual de la Administración Pública Federal. Detallar los compromisos y actividades entre las instancias gubernamentales. Establecer las tareas específicas, agencias responsables, tiempos de acción, así como la evaluación y control de todas las actividades de este programa.

FUENTE: OCDE, *Reviews of National Science and Technology Policy Mexico*, México, Cap.1, 1994.

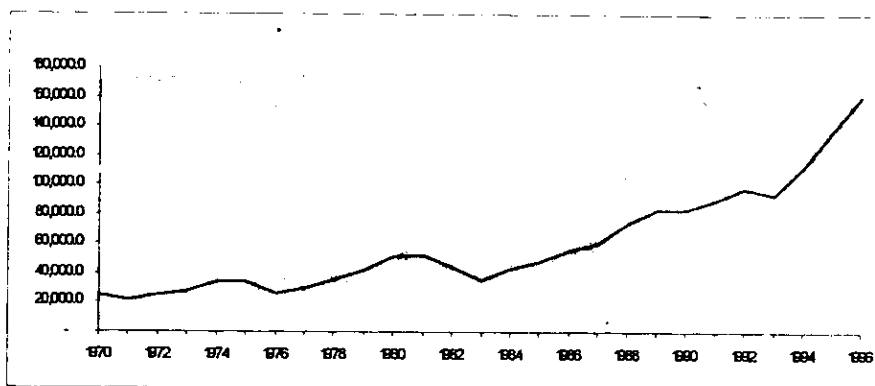
En lo que se refiere a las exportaciones se eliminaron los Certificados de Devolución de Impuestos (CEDIS), y se sustituyeron por la devolución del impuesto al valor agregado (IVA). Por el lado de las importaciones, se otorgaron CEDIS sólo a aquellos insumos incorporados a la producción para la exportación, además de que se flexibilizó el sistema de importación temporal. Asimismo, se le dio oportunidad al exportador de comprar sus insumos más baratos en el exterior que en el mercado interno.

Con el fin de institucionalizar la apertura comercial se elaboró el memorándum de Entendimiento Comercial México-Estados Unidos, en el que se establecieron una serie de normas a las que tenían que ajustarse los sistemas de exportación mexicanos a fin de no lesionar la economía de los E.U. En este caso, el gobierno de México acordó la eliminación de subsidios a las exportaciones y la limitación de financiamientos preferenciales a las exportaciones o bien, la limitación de las tasas de interés para obtener por parte de Estados Unidos la *prueba del daño*.

Debido a la necesidad de crear fondos para el establecimiento de inversiones productivas en ciencia y tecnología, en 1990, la antigua Secretaría de Programación y Presupuesto (SSP) elaboró un Manual para la Identificación del Gasto en Ciencia y Tecnología, creándose con ello, una herramienta presupuestaria especialmente programada para la ciencia y la tecnología basada en el Manual de Frascati de la OCDE. Esta nueva herramienta se creó con el fin de que los financiamientos autorizados procedieran de criterios de evaluación perfectamente transparentes y tuvieran un efecto real en el desarrollo de la ciencia y de la tecnología en México. Entonces, la nueva legislación ha buscado la eliminación de barreras a la incorporación y a la promoción de la modernización tecnológica, sustituyendo el marco que restringía la libertad de las compañías mexicanas para adquirir tecnología. Muestra de esto, fue la aprobación, por parte del Congreso, en junio de 1991, de la LEY DE FOMENTO Y PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL, con el propósito de garantizar de manera más eficaz la protección de los derechos de propiedad industrial y la prevención de las infracciones, además de favorecer la investigación y el desarrollo, así como la transferencia de tecnología cuya característica relevante es la de estar vinculada en forma subsidiaria al terreno de la ciencia y de la tecnología. (Véase, Gráfica 6)

En la difusión o la transferencia de tecnología e innovaciones de las empresas mayores, que ya las utilizan, hacia ramas productivas de menor magnitud económica, se presenta el problema de la adaptación de tecnología y muestra con ello lo ineficiente que es el sector productivo tanto para la generación de nueva tecnología como para recibir la transferencia de tecnología hacia el sector. Los aranceles a la importación de bienes de capital se redujeron a la mitad de la tarifa, ésta pasó de 22.7% a 11.8% (promedio ponderado) de junio a diciembre de 1987. La mayoría de los bienes de capital se mantuvo con aranceles ligeramente superiores al promedio global, aunque el equipo de transporte y los productos de hierro y acero se redujeron hasta niveles de 6-7%. Las tarifas para motores, carrocerías y otros componentes mayores cayeron substancialmente de 27.7% a 12.5%. Las únicas excepciones notables son en productos electrónicos y en electrodomésticos, para los que las tarifas se mantuvieron en porcentajes al rededor del 20%.

GRÁFICA 6. *Comportamiento de las importaciones de bienes de capital 1970-1996.*
millones de pesos de 1993.



FUENTE: Banco de México, *Indicadores Económicos* (varios años).

En la Ley de fomento y protección de la propiedad industrial, las características más importantes se refieren al otorgamiento de patentes y de tecnologías que no habían sido contempladas (por ej. a la biotecnología). Por medio de dicha Ley se define el secreto industrial y su protección y también se favorece a la innovación de los modelos de interés público utilizados por las pequeñas empresas. Además, la vigencia de las patentes se amplía a 20 años a partir de la fecha de presentación de la solicitud; asimismo la autorización para el uso de una licencia que ya ha sido acreditada, queda restringida tan sólo a los casos de grave escasez. Con el reglamento de las operaciones de *franquicia*, se introdujo también un régimen de *protección de marcas* que simplificó la contratación de convenios de franquicias.

**CUADRO 2. Estadísticas Generales de Propiedad Industrial
total del periodo 1970-1996**

	Patentes	Certificados de invención	Marcas	Nombres comerciales	Avisos comerciales	Modelos de utilidad
<i>Solicitudes por:</i>	143,098	5,897	487,505	7,547	7,783	1,930
<i>México</i>	15,162	845	220,545	479	1,302	1,581
<i>Otros</i>	127,936	4,470	162,375	1	1545	349
<i>Concedidas e:</i>	84,433	7,738	385,466	5,816	6,885	517
<i>México</i>	6,870	302	201,241	4,226	6,036	378
<i>Otros</i>	78,563	7,436	184,225	42	888	139

Fuente: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, *Indicadores de patentes, varios años*.

Los derechos de propiedad, así como la legislación en materia de patentes y marcas, también han cambiado, con el fin de garantizar mejores condiciones de protección a los inventores-innovadores, es así como la concesión de marcas es uno de los tipos de propiedad industrial más representativo en las solicitudes al IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial), y también los mayormente concedidos, le siguen las patentes, que en su mayoría son de origen extranjero, a pesar de ser solicitadas dentro del país. Estos cambios se fundamentan en la idea de que por medio de un sistema de protección más expedito y fácil de solicitar, que otorga protección por periodos más extensos, ha de conducir a las empresas mexicanas por rutas innovadoras, no siendo así, si se consideran a las patentes como indicadores de la innovación, puesto que no es muy alta ni muy regular en su crecimiento, como se menciona en el capítulo tercero, y donde se sugiere que estas cifras tienen poca relación con los indicadores macro, como son en su caso, el gasto federal en ciencia y tecnología y la inversión pública destinan a la formación de capital.

En este caso, son cuatro los rasgos más sobresalientes de las modificaciones a los derechos de propiedad y a las patentes:

1. el aumento de años de las vigencias de patentes de 14 a 20 años a partir de su otorgamiento;
2. la extensión de la protección de marcas comerciales registradas hasta 10 años (anteriormente cinco), y con posibilidad de renovación;
3. la concesión de patentes a procedimientos y productos por áreas previamente excluidas, entre las que destacan invenciones relacionadas con la biotecnología; y
4. la fijación de penas económicas y de prisión para los que violen los secretos industriales y comerciales.

Posteriormente a la Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Industrial, se creó el INSTITUTO MEXICANO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL, para la supervisión y el registro correspondiente de las innovaciones⁴, además de que se reemplazaron los certificados de invención por certificados de patente, así como también se confirmaron los derechos del inventor sobre su invento. En 1992, se adoptó una reforma a la LEY FEDERAL DE COMPETENCIA ECONÓMICA destinada a favorecer la competencia y la liberalización de los mercados por medio de la supresión de distorsiones. Otra forma de apoyo gubernamental se realizó con el fin de prevenir las *prácticas monopólicas* y la construcción de *monopolios*, de emprender encuestas a este propósito y de luchar contra esas prácticas por medio de la creación de la COMISIÓN FEDERAL DE COMPETENCIA como organismo autónomo encargado de velar por la aplicación de la ley.

Aunque el grueso de la desregulación ya se ha llevado a cabo, el gobierno revisa en la actualidad los reglamentos en vigor y las reglas de competencia con el propósito de identificar áreas de regulación excesiva o "errónea", de reducir los *costos de transacción*, de promover la eficacia y de fomentar la inversión.

⁴ OCDE, *op.cit.*, p.147.

2.2. EVOLUCIÓN DE MÉXICO EN EL CONTEXTO INTERNACIONAL¹.

Desde los años de 1970, la economía mundial presentó diversas modificaciones en sus estructuras productivas. El tipo de productos y la manera de producirlos cambió radicalmente, el advenimiento de los sistemas de producción flexible brindó nuevas oportunidades a las empresas no conocidas hasta entonces que lograron adaptarse a los requerimientos de la demanda. Los cambios en las estructuras de producción fueron resultado de dos fenómenos principalmente, por una parte, la llamada internacionalización de la producción, resultado de la globalización, y por otra, la necesidad de hacer frente a los requerimientos de productividad de la industria, que en esa década pasaba por un proceso de estancamiento.

Los cambios en la economía mundial se sustentan en niveles que anteriormente no se consideraban dando lugar al establecimiento de rupturas industriales. Las nuevas estructuras están enmarcadas en el ámbito de la globalización de los mercados, de las revoluciones tecnológicas, científicas y en los conocimientos y han obligado a los países y a las empresas a modificar sus estructuras de producción hacia lo que ahora se denominan sistemas flexibles, mediante los cuales se puede adaptar el modo de producir a las formas del mercado internacional; ya que dentro de la competitividad internacional no se produce sólo una gama de productos, con características similares, sino, por el contrario, lo que interesa es la diferenciación entre ellos. Es por ello que, si se mantienen los sistemas de producción sumamente rígidos y especializados (por ejemplo método fordista), los países no tendrán oportunidad de aumentar la productividad, la variedad y la calidad de sus productos; el factor que ha hecho posible el cambio ha sido el *desarrollo tecnológico* impulsado por grandes empresas, como son la microelectrónica y las telecomunicaciones y ahora la competencia se sustenta en la capacidad de comercializar favorablemente en los mercados extranjeros.

En este periodo de ruptura industrial se presentan dos fenómenos de transición, el que se da entre dos eras industriales y el que se presenta entre dos paradigmas: por un lado, la ruptura industrial y

¹ Para este apartado véase a: Unger, K. (1995); Unger, K., (1985); Argüelles, A. y Gómez, (1994) Aspe, P., (1993); y OCDE, (1994).

por otro, la *mutación* del modo de crecimiento². En el primer caso, se manifiestan los límites de las condiciones más representativas del viejo modelo, surgidas a finales de la segunda guerra mundial, basadas en el impulso dado por Estados Unidos y en las industrias del petróleo, electromecánica, química y automovilística, así como en el fordismo y en el taylorismo como condiciones de trabajo. En el segundo caso, la nueva forma de producción se presentó desde la década de los años setenta como alternativa de expansión de los límites que las antiguas formas imponían sobre todo en la microelectrónica, ya que es la base de novedosos modos de producir, así como de nuevas formas de organización del trabajo, de nuevas formas de comercialización de productos y como de una nueva división internacional del trabajo.

Este modelo técnico-económico, se manifiesta mediante una ruptura industrial, donde el *cambio tecnológico* es un elemento indispensable que consigue transformaciones significativas sobre todo en las actividades innovadoras y en sus niveles de producción, debido a que aumentan:

- la calidad de los productos,
- la precisión del control del proceso de producción,
- la productividad del trabajo y,
- la diversificación de la producción³.

Este nuevo modelo establece un cambio en la productividad y en la rentabilidad que se basan en la dependencia del crecimiento de mercados masivos con producción de bienes idénticos y con uniformidad en los patrones de consumo, puesto que es la producción ofrecida la que ahora se tiene que establecer de acuerdo a esos patrones de consumo, y por ello es que dentro de la condición para incrementar la economía es esencial que la oferta se adapte a la demanda, con lo que debe existir gran diversificación de bienes y servicios, con el fin de que los consumidores elijan entre una gran variedad lo que más les convenga o les guste.

En el caso de México, la adopción de este nuevo modelo debería mejorar los niveles tecnológicos, la productividad, la calidad y la competitividad por medio de:

² Argüelles, A. y Gómez Mandujano, (comps), *La competitividad de la industria mexicana frente a la concurrencia internacional*, México, F.C.E.-NAFINSA, 1994. p. 41.

³ Argüelles, A. y Gómez Mandujano, (comps). *op.cit.*, p. 42.

- la modernización tecnológica, basada en la incorporación de maquinaria y equipo más avanzado y por medio del uso de nuevos materiales,
- cambios en la organización del trabajo y
- la modernización en los sistemas de gestión y organización de las empresas.

Este proceso considerado como de reestructuración industrial, se ha concentrado en las grandes empresas, impactando sobre todo a las transnacionales y en menor medida a las empresas pequeñas y paraestatales y en pequeña parte a las empresas privadas de capital nacional, dando como resultado una dualización de la esfera productiva, que ha generado por una parte la existencia de un grupo pequeño de empresas muy importante por el valor de su producción y con la característica de ser empresas modernas y exportadoras y por otra, se presenta un gran grupo de empresas cuya producción es dirigida al mercado interno y que su característica es la de no haber podido entrar al proceso de reestructuración.

En la primera mitad de la década de los años noventa, el ajuste de las políticas macroeconómica y estructural en nuestro país, han ocurrido simultáneamente con la transformación de la economía mundial. En parte, como resultado de la dinámica del cambio tecnológico y del patrón mundial de industrialización, y debido a que el comercio se ha desplazado de un conjunto de mercados nacionales fragmentados, débilmente ligados entre sí por los flujos comerciales, hacia un mercado global mucho más amplio en el que las empresas no tienen que estar cerca de su mercado "natural" para operar con éxito, sino que pueden separar geográficamente y de manera rentable las fases de programación, producción, financiamiento y distribución de sus actividades. Como resultado de estos cambios en el entorno económico internacional, la economía ha tenido que ampliarse, en cuanto a las industrias nacionales y a las políticas de desarrollo nacional.

Para llevar a cabo una política nacional exitosa que fortalezca la relación entre el potencial de crecimiento de las empresas nacionales y las oportunidades de elevar el bienestar económico, ya no es necesario que esta política se base en la protección de los mercados y de los productores locales, sino que es indispensable la existencia de un ambiente económico capaz de ofrecer a empresas nacionales y extranjeras la combinación adecuada de regulación, infraestructura, mano de obra calificada y estabilidad macroeconómica, para que produzcan con eficiencia y sean competitivas en el mercado global.

2. MARCO REFERENCIAL. Evolución de México en el contexto internacional

La estrategia mexicana de desarrollo, desde la apertura comercial se ha manifestado con un cambio drástico en la dirección y en los efectos de las políticas industrial, comercial y financiera de largo plazo. La importación de tecnología, maquinaria y equipo ha sido el objeto principal de la transferencia de tecnología; pero ha tenido como principal efecto, la profundización de la dependencia tecnológica debido a que el tipo de industrialización que se ha generado ha sido de tipo reproductivo. Es notorio que, en cuanto a la modernización económica, México no está dentro de los países más competitivos como miembro de la OCDE; como se observa en el Cuadro No. 3; ya que ocupa el último lugar en la asignación del Gasto en Ciencia y Tecnología (GNCyT) como porcentaje del PIB (0.36%). Este gasto es muy bajo si se toma en consideración que en los otros países se encuentra entre el 1.01% y 2.90% con excepción de Turquía donde la proporción del GNCyT es 0.47% del PIB, sólo un poco mayor a la de México.

CUADRO 3. Algunos indicadores seleccionados de la intensidad en ciencia y tecnología (cyt) en países miembros de la OCDE en 1991.

Pais	GNCyT en millones de dólares	GNCyT como % del PIB.	GNCyT financiado por la industria	GNCyT financiado por el Estado	Personal total en CyT por cada mil personas de la PEA
Estados Unidos	154,348.0	2.75	50.7	46.8	12.2
Japón	67,349.3	2.87	77.4	16.8	14.1
Unión Europea	106,393.3	1.69	48.1	43.0	10.5
Canadá	7,782.8	1.50	41.3	44.0	8.2
Suiza	3,827.8	2.86	24.5	22.6	14.2
Suecia	4,179.8	2.90	59.2	37.6	12.0
Australia	3,670.7	1.34	40.3	54.9	8.0
Austria	2,043.2	1.51	50.3	46.5	6.7
Finlandia	1,617.2	2.02	56.3	40.9	11.6
Noruega	1,314.5	1.84	44.5	49.5	9.5
Turquía	884.2	0.47	27.6	71.3	0.8
Islandia	45.5	1.01	24.0	65.5	8.5
México	1,345.6	0.36	22.0	78.0	0.9

FUENTE: OCDE, *Políticas nacionales de la ciencia y de la tecnología*, OCDE, México, 1994.

NOTA.- En muchos casos, la suma del gasto del gobierno con el gasto de la industria no es igual al 100%. Esto es debido a que en la diferencia se comprende a las contribuciones externas a excepción del caso de México, donde estas contribuciones son administradas por el CONACYT.

El hecho de que se copie el uso de tecnología del exterior, se debe a que el aparato científico no se ha vinculado con el aparato productivo, como ha ocurrido desde décadas pasadas en otros países innovadores, que destinan gran parte de sus gastos a la promoción de la formación y el crecimiento del Gasto Nacional en Ciencia y Tecnología (GNCyT).

Hay que recalcar que el gasto en ciencia y tecnología incluye tanto al sector público como al privado y está medido en paridades del poder de compra de acuerdo a la clasificación de la OCDE, de donde se puede establecer la baja escala de inversiones productivas, ya que de los 1,345.6 m.d.d. que invierte México, 1,049.6 m.d.d. corresponden al sector público (78%), y el resto 296,0 m.d.d. a actividades del sector privado (22%). Lo que muestra que la mayor parte de las inversiones en este año han sido asumidas por el gobierno, sobre todo mediante institutos de educación de nivel superior y de centros de investigación y de información. Mientras que la mayor parte de los países miembros de la OCDE, el gasto en ciencia y tecnología está compartido entre industria y gobierno en una proporción casi de 60-40 en promedio.

También es notorio que el personal ocupado en ciencia y tecnología en México tiene el nivel más bajo, ya que por cada mil personas de fuerza de trabajo sólo representa el .9%, con una cifra apenas equivalente a la de Turquía (0.8%), mientras que en los países más desarrollados este rubro representa del 12 al 14%. Además, en montos absolutos, el gasto en investigación y desarrollo representa entre 0.8% y 1.9% de lo que dedicaron países innovadores como Estados Unidos y Japón, actuales líderes en investigación y desarrollo.

Del análisis del cuadro 2, se deriva el hecho de que el gasto en CyT de los países con mayores niveles de competitividad, está compartido entre industria y gobierno en una proporción mayor al 50%, es decir, Estados Unidos 50.7%, Japón 77.4%, Suecia 59.2% y Finlandia 56.3%, lo que sugiere que las industrias son las que están más interesadas en la generación del conocimiento científico y tecnológico. Sin embargo, también estos países tienen participación del Estado sobre todo en infraestructura para áreas de concentración de la ciencia y la tecnología, como es el caso de la SEMATECH en Estados Unidos, los programas EUREKA y ESPRIT en la Unión Europea, y los programas auspiciados por el MITI en Japón.

2.2.1. ESTRATEGIAS DE POLÍTICA ECONÓMICA EN MÉXICO

La magnitud del atraso científico y tecnológico del país se percibió desde finales de los años 60, por lo que se tuvo que afrontar la realidad del subdesarrollo científico y tecnológico y la aguda dependencia del exterior, ya que además del atraso había problemas en la balanza de pagos, creciente desempleo y agotamiento del sistema de sustitución de importaciones.

Los principales problemas que frenaron el desarrollo de la ciencia y la tecnología (cyt) y que impidieron su vinculación con la vida social, económica, política y cultural de México, son:

a) la escasa asignación de recursos financieros al apoyo de la investigación científica,
b) las deficiencias en el sistema de preparación de personal científico y tecnológico y,
c) el desequilibrio en la actividad de investigación, que ha frenado las posibilidades de obtener mejores resultados de la asignación de los recursos⁴, derivados de políticas estratégicas mal encaminadas, por lo que se pueden establecer dos fases de la política industrial en México:

1. la de la implantación de las políticas de ciencia y tecnología más firmes pero sin continuidad ni efectos positivos y
2. la del regreso a patrones poco responsables de importación de tecnología que contradecían a los propósitos de esas políticas, puesto que se preocupó muy poco por su generación interna.

En la primera fase, el GFCyT es bajo, a pesar de que la administración federal pública ha decidido sus políticas y estrategias para el corto y mediano plazos, por medio del Plan Nacional de Desarrollo (PND) en apoyo al progreso socioeconómico del país y ha decidido los principios de la política nacional en materia de ciencia y tecnología por medio del PRONCYMT.

Las acciones de liberación de la política científica y tecnológica han mostrado ser congruentes con las necesidades de ahorro del gobierno. Esta racionalización ha estado en función de las prioridades

⁴ Unger, K., *Competencia monopolística y tecnología en la industria mexicana*. El Colegio de México, 1985, p. 50.

del ajuste financiero y presupuestal por lo que el gasto del gobierno federal ha sufrido notorias variaciones en el periodo de 1970 a 1996 (Véase cuadro No. 4) ya que tuvo un crecimiento poco constante. En 1971 su tasa de crecimiento anual fue de 114%⁵, disminuyendo hasta un -7.7% en 1975 y terminando la década con una tasa de 12.7%. Mientras que en el periodo de 1980 y 1991, disminuyó 2.8% puesto que pasó de un crecimiento de 35.8% en 1980 uno de 25.8% en 1991. Teniendo un crecimiento nulo en 1992. Posteriormente, en 1995 y 1996 se registra una restricción significativa del gasto de -18.6% en 1995 y de -0.7% en 1996, lo que da cuenta de la poca asignación por parte del Gobierno al desarrollo científico y tecnológico en México.

**CUADRO 4. Gasto federal en ciencia y tecnología
1970-1996**
miles de pesos de 1993 y tasas de crecimiento anuales

Año	GFCyT	GFCyT %
1970	659,615.3	---
1971	1,414,545.4	114.4
1972	1,695,726.4	19.8
1973	1,920,454.5	13.2
1974	2,004,375.0	4.3
1975	1,848,108.1	-7.7
1976	1,876,576.5	1.5
1977	1,941,463.4	3.4
1978	2,479,821.9	27.7
1979	2,797,022.3	12.7
1980	3,800,594.0	35.8
1981	4,384,062.5	15.3
1982	3,997,370.9	-8.8
1983	2,935,059.5	-26.5
1984	3,524,934.9	20.0
1985	3,469,415.1	-1.5
1986	3,320,616.7	-4.2
1987	2,702,660.5	-18.6
1988	2,629,314.1	-2.7
1989	2,761,557.3	5.0
1990	3,142,299.3	13.7
1991	3,953,665.4	25.8
1992	3,953,724.9	0.0
1993	4,587,643.0	16.0
1994	5,325,644.6	16.0
1995	4,334,313.3	-18.6
1996 ^a	4,302,775.1	-0.7

FUENTE: De 1970-1979, Conacyt en cifras, 1987, de: 1980-1996. Indicadores de actividades científicas y tecnológicas, 1996.

⁵ Este disparo puede deberse a dos razones, la primera, a que en ese momento se prestó más atención al GFCyT y la segunda, a que se fomentó más este tipo de gasto o a que las cifras que corresponden a 1970 no fueron registradas debidamente.

No obstante, el bajo crecimiento de este gasto, su participación dentro del PIB manufacturero (que es hacia donde se destina mayormente), representó el .61% en 1970 y para 1980 fue de 1.9%, manteniendo esta participación durante la década y llegando a representar el hasta el 2.3% en 1994, no siendo el caso de su participación en el PIB total, puesto que su estructura porcentual es menor al 1% durante todo el periodo.

CUADRO 5. Participación porcentual del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología en el PIB total y manufacturero.

Año	GFCyT/PIB total %	GFCyT/PIB manufacturero %
1970	0.13	0.62
1973	0.32	1.48
1976	0.26	1.26
1979	0.32	1.51
1982	0.39	1.97
1985	0.33	1.67
1988	0.25	1.25
1991	0.33	1.59
1994	0.41	2.32
1996	0.33	1.84

Fuente: Conacyt en cifras e indicadores de actividades científicas y tecnológicas.
INEGI, sistema de cuentas nacionales.

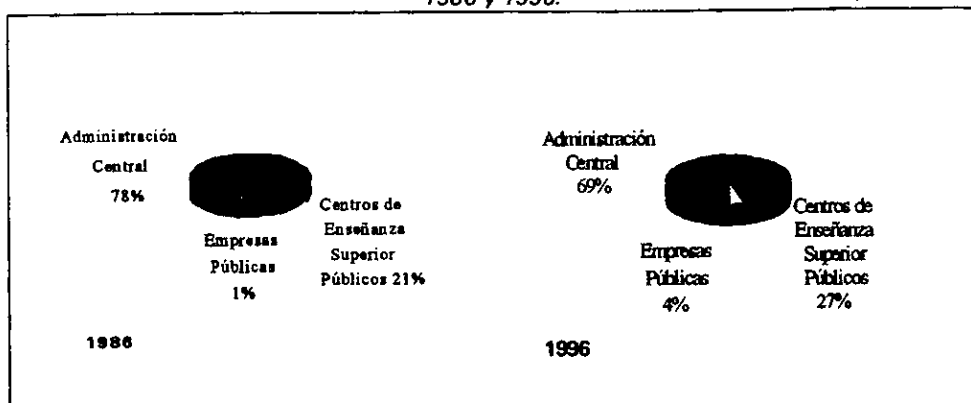
Por otra parte, los sectores más importantes a que se ha destinado el gasto en ciencia y tecnología son: la administración central, los centros de enseñanza superior públicos y las empresas públicas, como se muestra en la gráfica 7.

Es a la administración central el área a la que se le han asignado más recursos; mientras que a las empresas pequeñas se ha destinado una proporción mínima, sobre todo en 1986 y 1990, en que fue de 1% y 3%, pero en 1995 aumentó casi a un 10% del total con la cifra de 2,401 mil pesos de 1980 (Ver el cuadro 10 del anexo).

Es notable que los centros de enseñanza superior públicos y la administración central son las áreas de mayor importancia dentro de la planeación del GFCyT, ya que juntos representan el 90% de la asignación para el desarrollo científico y tecnológico. Asimismo, las entidades más importantes del sector gubernamental, cuya participación ha incidido de manera importante en el GFCyT han sido:

la Secretaría de Educación Pública y la Secretaría de Energía y Minas e Industria Paraestatal. (véase cuadro 6).

GRÁFICA 7. Gasto Federal en Ciencia y Tecnología por sector de asignación 1986 y 1996.



FUENTE: CONACyT, *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*, México, 1996.

CUADRO 6. Participación del gasto en ciencia y tecnología por sectores gubernamentales en 1995.

Sector Administrativo e Institución	Participación relativa
Secretaría de Educación Pública	62.3%
Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal	22.2%
Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos	6.4%
Otras	9.1%
Total	100

FUENTE: CONACyT, *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*, México, 1995.

La asignación del GFCyT presenta mayor prioridad a los objetivos socioeconómicos siguientes: en primer lugar al avance general del conocimiento, que representa la mayor parte del gasto en el periodo de 1986 a 1996, seguido por el desarrollo de la agricultura, silvicultura y pesca y en tercer lugar a la producción y uso racional de la energía. El objetivo encaminado hacia la salud únicamente durante el año de 1986 ha estado dentro de los tres primeros proyectos de asignación del gasto,

2. MARCO REFERENCIAL. Evolución de México en el contexto internacional

así como también la exploración y explotación de la tierra y la atmósfera en 1995 ha sido el tercer objetivo del total del gasto en ciencia y tecnología (véase cuadro No. 7).

Otra característica de la estrategia de la política de Gasto en ciencia y tecnología, que se llevó a cabo junto con el apoyo a la transferencia de tecnología, la extensión de los derechos de propiedad y patentes, y el destino del gasto en ciencia y tecnología, fue la instauración de un cambio en el marco de regulación de la inversión extranjera directa con el fin de que fuera más fácil transferir recursos al país. Prueba de ello, fue la publicación en mayo de 1989, del Reglamento de Ley para Promover la Inversión Nacional y Regular la Inversión Extranjera, que permitió la participación hasta de 100% de capital social en 58 sectores y en otros 36 sectores, hasta de 49%. En estos últimos se incluye a la petroquímica. Con este nuevo reglamento, se propicia la simplificación de los procedimientos y trámites administrativos en la constitución e inscripción de empresas con inversión extranjera, mediante mecanismos diversos como son el Régimen de Inversión Automática y el de Inversión Neutra en el Mercado de Valores.

**CUADRO 7. Gasto Federal en Ciencia y Tecnología por objetivo socioeconómico
1986-1996**
millones de pesos de 1993

Objetivo	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Avance general del conocimiento	1,266	1,230	1,217	988	1,578	2,310	2,093	2,407	2,983	2,626	2,557
Exploración y explotación de la Tierra y atmósfera	91	103	113	97	108	128	235	250	300	282	242
Desarrollo de la agricultura, silvicultura y pesca	552	438	380	645	383	441	353	389	425	252	293
Promoción del desarrollo industrial	110	309	353	158	175	101	169	205	254	219	224
Producción y uso racional de la energía	648	376	351	535	632	599	635	882	667	597	648
Transportes y telecomunicaciones	38	25	25	186	27	40	52	56	47	41	52
Salud	640	171	167	97	132	177	157	170	180	143	132
Desarrollo social y servicios	0	27	28	66	71	131	248	216	252	165	125
Cuidado y control del medio ambiente	4	18	15	11	36	28	14	13	38	18	29
Total	3,347	2,697	2,629	2,761	3,142	3,953	3,956	4,588	5,326	4,343	4,302

FUENTE: Conacyt, *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*, 1996, México.

2.2.2. VINCULACIÓN DE LA POLÍTICA NACIONAL DE LIBRE COMERCIO CON LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

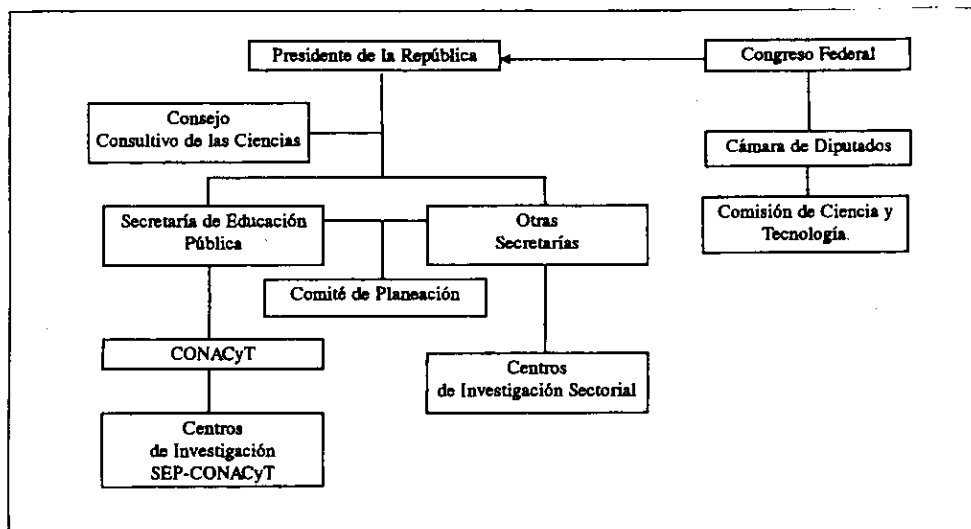
Las características del comportamiento del Gasto Federal en ciencia y tecnología han incidido en la transformación de la política de comercio exterior en México. En general el gobierno ha buscado encaminar las políticas de comercio al beneficio del aparato productivo, comenzando con la eliminación de todos los obstáculos al libre movimiento de bienes y servicios, así como con el establecimiento de un marco jurídico que logre facilitar los flujos de inversión extranjera, y un contexto financiero flexible que respalde la estabilidad monetaria y el financiamiento oportuno al comercio⁶; con ello se ha generado un cambio drástico en la dirección y en los efectos de las políticas industrial, comercial, y financiera de largo plazo.

El sistema nacional de ciencia y tecnología, en México tiene sus bases jurídicas en la Constitución, dado que ésta faculta al poder legislativo para promulgar leyes sobre la promoción del desarrollo científico y tecnológico (en su artículo 73). Las leyes más importantes que el Congreso ha adoptado en materia científica y tecnológica son: la LEY QUE CREA EL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (CONACYT) promulgada en 1970 y la LEY PARA COORDINAR Y PROMOVER EL DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO promulgada en 1984. En la Cámara de Diputados existe un Comité de Ciencia y Tecnología que se especializa en la elaboración y análisis de las iniciativas legislativas tendientes a promover la investigación científica y el desarrollo tecnológico; por otra parte, participa en las decisiones de atribución de créditos presupuestarios en favor de las actividades científicas y tecnológicas. No existe un comité correspondiente en el Senado, pero su Comité de Educación se ocupa de las cuestiones científicas y tecnológicas.

El Consejo Consultivo de las Ciencias (CCC), integrado por investigadores a los que se ha otorgado el Premio Nacional de Ciencias, es el encargado de dar consejo sobre materia científica al Presidente, basando su determinación en la Secretaría de Educación Pública entre otras (véase gráfica No.7).

⁶ Aspe, P., *El camino mexicano de la transformación económica*, México, F.C.E., Textos de Economía, 1993, p.111.

GRÁFICA 8. Estructura de las instituciones federales de ciencia y tecnología en México.



Fuente: OCDE, op.cit. p. 40.

En México, la SEP es la institución responsable de la política científica y tecnológica y el CONACyT es el organismo consultivo de la administración federal para todas las actividades y programas que han de llevarse a cabo en el terreno de la educación y la enseñanza. En el caso del CONACyT, éste colabora con el poder ejecutivo federal en la coordinación, orientación, sistematización, promoción y encauzamiento de las actividades científicas y tecnológicas y contribuye a vincularlas al desarrollo nacional y a establecer la relación con los organismos científicos y tecnológicos extranjeros.

Además de la complejidad y dispersión de las responsabilidades, en lo que respecta al marco legislativo e institucional de la ciencia y la tecnología en México, no existen mecanismos adecuados de coordinación *intersectorial* que vinculen los objetivos de la *política científica y tecnológica* con los instrumentos presupuestarios⁷. Es necesario establecer el vínculo existente entre la puesta en

⁷ Véase para este caso, el Programa de Egresos de la Federación, en donde la asignación del ingreso para actividades científicas y tecnológicas, es la menor cantidad de todos los rubros que se incluyen.

marcha de una política de ciencia y tecnología, por un lado y el proceso de planificación y presupuestación de esa política, por el otro.

La política de planificación de ciencia y tecnología que se establece por la Administración Pública Federal, ha reconocido que los establecimientos de investigación y desarrollo padecen de una escasez muy grande de *personal altamente calificado*, así como de una falta de *infraestructura material*. Por lo que se debe prevenir asignar los recursos disponibles para la ciencia y la tecnología de acuerdo a principios de utilidad y excelencia aplicados mediante el concurso de la comunidad científica, la cual solicita las verificaciones requeridas a especialistas que emiten una opinión autorizada e imparcial. Los medios financieros deben ser atribuidos en función de la calidad científica y tecnológica de los proyectos. En lo referente a la constitución de capital humano, se insiste en la necesidad de formar con toda urgencia a los individuos que garanticen el progreso científico del país y así permitir que México se sitúe en la esfera del conocimiento, en un plano internacional. También, mediante estas políticas se ha buscado ampliar la participación del sector privado en el financiamiento de la formación científica y tecnológica y en la definición lo más clara posible de los objetivos de la política científica y tecnológica, para con ello mejorar e intensificar en la esfera científica la constitución de capital humano, vincular las actividades científicas de México con las tareas generalmente emprendidas en el plano internacional y contribuir a la comprensión y solución de problemas estrictamente mexicanos. Lo que ha limitado el impulso de estas ideas, es que se presta poca importancia a los planes de largo plazo y lo que más ha importado han sido los problemas de corto plazo.

En el ámbito de la tecnología, se debe buscar mejorar la capacidad tecnológica nacional, alentar al sector privado a que participe en las actividades de investigación y desarrollo, mejorar y favorecer la constitución de capital humano en sectores vinculados a las actividades industriales y contribuir, mediante la adquisición y el perfeccionamiento de tecnologías modernas, al mejoramiento de los servicios de salud, educación y vivienda, así como a la protección del medio ambiente⁸.

En 1992, las secretarías de Hacienda y Crédito Público, de Comercio y Fomento Industrial, de Educación Pública y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología crearon el COMITÉ NACIONAL DE CONCERTACIÓN PARA LA MODERNIZACIÓN TECNOLÓGICA (CONCERTEC), el cual reúne a representantes

⁸ OCDE, *Políticas nacionales de la ciencia y la tecnología*, México, 1994, p. 47.

eminentes de los organismos públicos, privados y universitarios interesados con el fin de llevar a cabo tres actividades primordiales:

- el establecimiento sistemático de vínculos entre las *empresas privadas* que necesitan asistencia tecnológica, y los *centros de aprendizaje técnico y de investigación*,
- el mejoramiento y ampliación de la comunicación y coordinación entre los organismos públicos con responsabilidades en materia de ciencia y tecnología con las empresas y establecimientos industriales; y
- la elaboración de un sistema de financiamiento del plan de modernización de México que permita poner la modernización al alcance de las pequeñas y medianas empresas deseosas de adquirir y adaptar tecnologías modernas.

Todas estas actividades son indispensables para mejorar la compleja tarea de mejorar el sistema científico del país que como ya se dijo su planta productiva ha estado en condiciones muy desfavorables para la competitividad internacional y al respecto, la segunda actividad del Comité, es indispensable para llevar a cabo estudios sobre diversos temas relacionados con la tecnología, puesto que no hay series que cuenten con periodos de tiempo grandes, y aún menos, que consideren sus conceptos como únicos, puesto que van generando su información de acuerdo a lo que se presenta en la época, sin considerar su relevancia. Entonces lo único que es de esperar es que el Comité identifique adecuadamente los programas prioritarios para el fomento de las actividades vinculadas al progreso productivo y que sean consideradas en el corto y mediano plazos.

2.3. INSTRUMENTOS DE POLÍTICA ECONÓMICA EN MÉXICO¹.

Debido a los cambios que han ocurrido en el panorama nacional, con la inserción de México en la economía mundial, se han tenido que modificar las estrategias de desarrollo económico y de operación en las empresas. Este nuevo rumbo de estrategias, ha exigido la modificación de la operación y del mejoramiento de la competencia, en cuanto a precios, calidad y servicios. Esta mejora se ha realizado con la mayor agilidad y eficiencia de los procesos productivos ante las exigencias del mercado, lo cual ha sido posible, gracias a la eficaz coordinación a lo largo de las cadenas productivas, así como por el mejoramiento de las técnicas de manufactura y administración, logrando con ello adecuarse a los cambios constantes en la economía mundial y también disponer de mecanismos de planeación, organización y control.

En el caso particular de México, la estrategia de producción se debe analizar de acuerdo a cuatro niveles ²:

- a) **Estrategias corporativas:** en este caso, las operaciones de las empresas pueden ser locales, regionales, multiregionales, internacionales y globales. Para obtener ventajas es necesario disminuir los costos y aumentar los volúmenes de producción. En este caso, la estructura de mercado es otro punto que hay que tomar en cuenta para descubrir la competitividad de las empresas, mediante la diferenciación de las estructuras, en base al poder del mercado por un lado y las barreras al ingreso por el otro. En el caso de México, el liderazgo empresarial, lo ejercen las empresas transnacionales y los grandes grupos corporativos y en menor medida las pequeñas y medianas empresas y las paraestatales.
- b) **Estrategia de negocio:** en este caso hay que considerar tres dimensiones; la primera tiene que ver con la función que satisface, la segunda con las tecnologías empleadas y la tercera con los clientes atendidos.
- c) **Estrategias funcionales:** considerando a la empresa como un conjunto de actividades interrelacionadas, que supone un proceso que incluye la concepción y el diseño de un producto.

¹ Para este apartado véase: Loyola, A., (1994); Halty-Carrére, (1996); OCDE, (1994); Mulás, P., (1995) y Escobar, (1995).

² Según: Loyola Alarcón, J. A., *Estrategias empresariales frente a la globalización económica*, en: Comercio exterior, Vol. 44, No. 5 1994.

la obtención de materias primas; la planeación y la organización del producto; etcétera, la ventaja competitiva sólo se da en algunos niveles de la cadena de valor de la empresa, la estrategia funcional tiene que identificar cuáles son las actividades en las cuales se es más competitivo, buscando un encadenamiento a lo largo del proceso para aumentar la productividad.

d) Estrategias de integración. En este caso la globalización presenta la posibilidad de ver al mundo como un mercado potencial; las capacidades estratégicas que se requieren para enfrentar la competencia global, son: crear eficiencias de escala global, lograr aprendizajes a lo largo del mundo y tener sensibilidad o capacidad de respuesta local ante los cambios tecnológicos mundiales.

Para el establecimiento de estas estrategias, las empresas que buscan la alianza deben determinar primero si su posición competitiva es sostenible con sus capacidades estratégicas, o qué capacidades requieren y cómo pueden adquirirlas. Después se debe manejar la incertidumbre competitiva con el fin de enfrentar a nuevos competidores y una dinámica diferente de interacciones estratégicas. Esto sólo se podrá lograr mediante el vínculo estratégico entre empresas, ya que el logro de ventajas comparativas, se debe a la habilidad para crear, adquirir y coordinar el uso de recursos en el mercado externo, más que a la propia posesión de recursos nacionales.

Pero las características que requieren las empresas para la formación de alianzas estratégicas son ³:

1. los socios deben poseer elementos que permitan elevar las ventajas competitivas como es la tecnología, la escala productiva, el acceso al mercado, etcétera,
2. debe existir una concepción de estrategia internacional que sea compatible entre las empresas,
3. el riesgo de que uno se vuelva competidor debe ser bajo,
4. debe ser mayor la ventaja de ser socio que rival.

En torno a esto, las acciones gubernamentales para la generación del cambio tecnológico, se han basado en los objetivos de salvaguardar mercados; realizar ambiciosos proyectos de inversión compartiendo *riesgos*, recursos y distribuyendo *costos* entre las áreas interesadas. Es por ello que

³ Ibid.

en la actualidad, los crecientes costos de la competencia, de la innovación y de la aplicación tecnológica así como el acortamiento de los ciclos de vida útil de los productos y procesos y la incertidumbre, dan un nuevo cariz a las asociaciones y fusiones.

2.3.1. EL PAPEL DE LA INVESTIGACIÓN Y EL DESARROLLO EN MÉXICO.

La liberalización de la economía mexicana, su apertura al mercado externo, y las presiones ejercidas por la competencia mundial han sensibilizado cada vez más a los poderes públicos y a los organismos de investigación acerca de la necesidad de participar en forma más dinámica en las acciones emprendidas en favor de la innovación y de la modernización tecnológicas. La modernización industrial y tecnológica del país es una actividad en la que deben participar entidades gubernamentales y paraestatales principalmente, así como también la iniciativa privada. Esta participación del gobierno, se lleva a cabo mediante institutos de nivel superior (universidades) y centros del sector público, que ligan su actividad científica a los requerimientos de los sistemas productivos, ya que, aunque las industrias más competitivas, invierten en investigación y desarrollo (I&D), no las llegan a registrar como tales dentro de sus gastos.

En las universidades privadas, las actividades de I&D son financiadas esencialmente por recursos no gubernamentales, en su mayor parte a través de honorarios y contribuciones de los miembros de los consejos de administración; sin embargo, la universidad privada obtiene cada vez más recursos mediante contratos de investigación y servicios, así como mediante el apoyo que brindan a sus proyectos instituciones como el CONACyT y como algunos organismos de financiamiento mexicano e incluso extranjero.

En México, el sector privado se compone esencialmente de varias pequeñas empresas cuya capacidad en materia de I&D es de poco monto, y de pocos grandes consorcios que destinan fuertes sumas a la I&D. No obstante, las pequeñas empresas han comenzado a interesarse por la investigación y el desarrollo, por intensificarla y por prepararse mejor para enfrentar la competencia en el mercado interno y en el mercado mundial. Dentro de la industria se puede notar que las empresas privadas realizan muy pocos gastos en I&D; una de las causas se debe a que no poseen informes detallados sobre los recursos financieros y humanos en que las sociedades mexicanas

invierten. La excepción a este caso, se presenta en cierto número de empresas que destinan a esa actividad sumas importantes, en particular, es notorio en el terreno de la petroquímica, la química, la fabricación de bienes de consumo, el acero y las comunicaciones, entre otros sectores.

Los centros paraestatales recientemente, tienen como objetivo implantar políticas de largo plazo para el desarrollo tecnológico, encaminadas al logro de una mayor independencia en materia de I&D de las empresas paraestatales y gubernamentales, ya que estas inversiones han tenido mayor repercusión en el plano mundial trayendo consigo la constitución de un nuevo paradigma de competitividad que implicó la búsqueda sistemática de rentabilidad, calidad y productividad en cada organismo. Los sectores en los que repercute el desarrollo tecnológico de las entidades gubernamentales y las industrias paraestatales son: el energético, el sector salud, y el agropecuario⁴.

En este caso, el *cambio tecnológico* se establece como uno de los determinantes más importantes del desarrollo económico y social del país. En el caso de los países desarrollados, este cambio tecnológico ha determinado más del 50% del crecimiento en el largo plazo; además, contribuye a mejorar la productividad y a crear nuevos productos, procesos, e industrias. Es por esto que se estudia la forma en que la ciencia y la tecnología y con ello la investigación y desarrollo tecnológicos deben ser usados de manera eficiente en países como México, que requieren, urgentemente incrementar su desarrollo social y económico.

En México, desde 1976, se han presentado debilidades en el sistema científico y tecnológico, ya que en los últimos años se ha dependido en gran medida del desarrollo de la ciencia y la tecnología que se lleva a cabo en los países más industrializados. Además de esto, el sistema no ha dispuesto de suficientes recursos humanos en cantidad y calidad, aunado a una excesiva concentración geográfica e institucional de la ciencia y la tecnología y a que el gasto federal ha estado mal distribuido funcionalmente y la mayoría de las instituciones carecen de grupos grandes de investigadores. Otra característica ha sido el notable desarrollo poco armónico de la ciencia y la tecnología con el consiguiente descuido en áreas de investigación muy importantes. Por último, cabe señalar que han faltado vínculos permanentes entre la investigación y los sistemas educativo y

⁴ OCDE, *Políticas nacionales de la ciencia y la tecnología*. México, 1994, p. 114

productivo⁵. Algunas de estas características parecen vigentes hasta la fecha, a pesar de las acciones que se señalaron anteriormente, emprendidas desde 1992 para consolidar una investigación y desarrollo propios.

Sin una inversión en I&D eficiente y sin la tecnología propia, los productos mexicanos no podrán cumplir con la calidad y precios competitivos en los mercados internacionales. Por lo que estas inversiones se deben desarrollar a través de proyectos conjuntos entre el sector industrial paraestatal, el sector privado, y las instituciones de educación superior del país.

Los dos elementos que cobran gran valor para la modernización tecnológica del país son: la *formación de recursos humanos de alta calidad*, y la *generación y el desarrollo del conocimiento científico y tecnológico*. Esto es debido a que, el nivel de técnicos y formadores de ciencia entre la población activa, puede dar una pauta para conocer el nivel tecnológico que tiene un país, así como su capacidad para integrar y crear innovaciones. Entonces, la política que adopte México en torno a la ciencia y a la tecnología debe fomentar la formación, cada vez mayor, de este tipo de científicos puesto que son importantes vectores del cambio, en este caso, no sólo para mejorar la modernización y la innovación sino también para la formación de recursos humanos.

CUADRO 8. Gasto federal en ciencia y tecnología por actividad, 1990-1995
miles de pesos de 1993

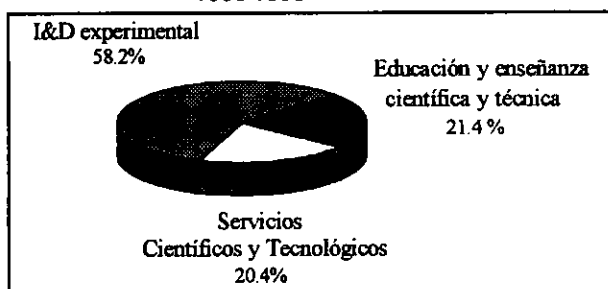
Año	I&D experimental	Educación y enseñanza científica y técnica	Servicios científicos y tecnológicos	Total
1990	2,086,937	535,625	519,592	3,142,154
1991	2,444,939	1,085,788	422,740	3,953,467
1992	2,334,627	771,633	849,655	3,955,915
1993	2,654,394	935,640	997,609	4,587,643
1994	2,850,414	1,380,039	1,095,290	5,325,743
1995	2,478,774	858,659	1,005,561	4,342,994
1996	2,531,953	841,221	929,710	4,302,884

FUENTE: S.P.P. Cuenta de la Hacienda Pública, 1990. SHCP, Cuenta de la Hacienda Pública Federal 1991-1994. Banco de México, Informe Anual, 1994. SHCP, Criterios Generales de Política Económica para la iniciativa de ley de Ingresos y Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación correspondientes a 1996.

⁵ Escobar y R. Cassaigne, *El papel de las entidades gubernamentales y la industria paraestatal en el desarrollo tecnológico de México*, en P. Mulás, *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial en México*, México, F.C.E., 1995.

El gasto federal en ciencia y tecnología se orienta en gran parte a la generación de I&D experimental; muestra de ello, es que ha representado más del 50% de 1990 a 1995, teniendo esta área una participación promedio de 58%, cifra de 2,560,857 mil pesos en promedio, y muy representativa para los fines que busca la política de fomento tecnológico. Asimismo, ha contribuido a la educación y a la enseñanza científica y técnica en más del 20%, en los mismos años, por lo que ha demostrado una participación promedio de 22% teniendo una cifra promedio de 967,762 mil pesos. El área a la que menos recursos se ha destinado el gasto ha sido a la de servicios científicos y tecnológicos, que por medio de una cifra promedio de 875,422 representó el 20% del periodo mencionado (véase gráfica 8).

GRÁFICA 9. Estructura del GFCyT por actividad
1990-1995



FUENTE: Id. cuadro 6.

El gobierno federal ha llevado a cabo esfuerzos para incrementar el gasto en ciencia y tecnología, muchos de ellos han sido positivos; teóricamente parecen bien estructurados. Los resultados de estos proyectos son mínimos debido primordialmente a la escasez de recursos financieros dedicados a la I&D en términos reales, y a la dependencia casi exclusiva de fondos fiscales. Por otro lado, al depender del presupuesto fiscal, la actividad de I&D está ligada a las épocas de *auge* y de *depresión*.

Para definir la política de ciencia y tecnología es necesario hacer la relación con tres dimensiones fundamentales, las que serán características de cada país, y cuyas combinaciones, en mayor o menor grado, determinarán la elección de la estrategia de I&D tecnológicos ⁶:

1. La dimensión del sistema de ciencia y de tecnología interno, que se caracteriza por la forma en que se asume la toma de decisiones en el gobierno;
2. la dimensión política, social y económica, que se caracteriza por el grado de apertura al mundo exterior;
3. la forma en que cada país asume los cambios del y para el exterior, es decir, la política con la que enfrentará la competitividad.

Por lo tanto, la creación, autonomía, administración y supervisión de centros de I&D estratégicos, son el resultado de la combinación de estas tres dimensiones y del conjunto de ellas en relación con las necesidades del país.

Los cambios fundamentales en las relaciones entre institutos de I&D y el Estado, se deben llevar a cabo mediante decisiones que ya no estén basadas sólo en argumentos de *independencia tecnológica*. Mas aún, la velocidad de respuesta y la adaptación a la dinámica del *cambio tecnológico* requiere de *unidades de investigación flexibles* altamente competitivas y de resultados integrados con la planta productiva. Es por ello que a pesar de que el Estado establece los marcos de referencia es preciso tomar en cuenta que las necesidades de los sectores promotores de I&D son cada vez más especializadas, lo que requiere de toma de decisiones de más largo plazo, donde el papel rector del Estado y el papel estratégico de la industria paraestatal persistan con el nuevo enfoque globalizador y de alta competitividad. Estas unidades de investigación flexibles, podrán generar externalidades positivas a empresas que a veces no los consideran dentro de sus fines primordiales, por lo que el Estado, debe fomentarlas y mantenerlas por periodos de tiempo largos, no únicamente para fines específicos.

⁶ Halty-Carrère, *Estrategias de desarrollo tecnológico para países en desarrollo*, México, Colegio de México, 1986.

El sentido de la dirección de la I&D en el sector industrial paraestatal, las tendencias industriales, tecnológicas y comerciales que se perfilan en el mundo para los próximos años, se pueden concebir a través de cuatro cursos de acción estratégica:

1. La integración vertical de los institutos de I&D, respecto a sus contrapartes en el sector industrial paraestatal y el Gobierno.
2. La integración horizontal de las actividades por disciplinas y proyectos, para no duplicar esfuerzos.
3. La diversificación de las disciplinas y proyectos, para cerrar la brecha tecnológica con los países desarrollados.
4. La continuidad de la política de modernización y la consolidación de los institutos de I&D en el marco de la racionalización y de la competitividad.

Es por lo anterior, que los programas principales para generar estas estrategias, se concentran en las áreas de la administración de las actividades de soporte a la investigación y al desarrollo experimental, así como al fomento a la formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología, al desarrollo y apoyo de la investigación básica y la educación de posgrado entre otros programas (véase cuadro 9).

Es notorio que los programas no han tenido un seguimiento continuo durante este periodo, puesto que, lo que parece primordial para el fomento de las actividades científicas, durante los primeros años, no termina siéndolo a finales; un ejemplo es el caso de la educación de posgrado que hasta 1986, representó más del 20% del total es decir, se destinan grandes montos de recursos y de ahí en adelante disminuye hasta un 2.% su participación en 1987, (véase cuadro 8) debido sobre todo al recorte presupuestal en estas áreas y tiene un ligero repunte en lo que sigue del periodo, pero no alcanza los niveles de los primeros años de la década de los años ochenta. Estos recursos en su mayoría son asignados por el CONACyT y por la SEP. El caso contrario, es el del fomento y regulación de la investigación científica y del desarrollo tecnológico, que en 1980, representa el 1.2% y aumenta hasta un 13.1%. Pero es a partir de 1987, cuando se fomenta más a este programa con el fin de dar mayor impulso a los sectores de investigación científica y tecnológica.

La administración de las actividades de soporte a la investigación y al desarrollo experimental, presentan una estructura que permanece constante hasta 1989, año en que representó el 10.4%, en esta década, fue el único año en que llegó a representar más del 10%, no así en 1991, año en que disminuyó hasta el 3.2%. Dentro de la política de ciencia y tecnología se reconoce que los hombres de ciencia y los técnicos son importantes vectores del cambio, no sólo para la modernización y la innovación sino también para la formación de recursos humanos; sin embargo, como su número es todavía insuficiente en México, es necesario lograr la fomentación de la formación de capital humano de primera categoría.

CUADRO 9. *Gasto federal en ciencia y tecnología por programa administrativo 1982-1996*

tasas anuales de crecimiento por cada dos años

Programa Administrativo	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Administración de las actividades de soporte a la investigación y al desarrollo experimental	48	73	30	95	17	54	152	102	103	17	-16	253	43	23	5	10
Fomento y regulación de la investigación científica y del desarrollo tecnológico	400	26	87	101	93	-2	261	204	-10	109	97	12	12	46	31	21
Desarrollo de la investigación aplicada	32	23	41	62	99	73	126	65	55	29	38	-35	45	-13	-11	42
Desarrollo de tecnología	210	37	8	153	-2	149	449	16	48	69	46	146	39	53	-33	103
Fomento a la formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología	33	60	46	45	19	65	69	95	50	36	126	22	27	18	23	55
Desarrollo y apoyo de la investigación básica	30.1	79	31	166	73	61	156	96	-19	55	33	32	12	13	57	31
Educación de posgrado	35	46	36	80	17	59	-81	116	113	378	155	-35	32	102	-31	16
Prestación de servicios profesionales	74	42	35	56	31	208	206	102	90	50	15	68	15	15	44	27
Otros programas	25	42	39	95	92	108	11	168	152	17	32	72	41	-7	29	21
TOTAL	46	46	38	91	55	66	94	95	33	46	55	15	27	26	12	31

FUENTE: Id. cuadros No.7 y 7a del anexo estadístico.

Por su parte, el desarrollo de la investigación aplicada, es uno de los programas que ha representado más de la quinta parte del total, durante un periodo de tiempo más largo (hasta 1991) a excepción de 1984, que fue del 19.7%. El desarrollo de tecnología, es uno de los programas al que se destina menos recursos del gasto en ciencia y tecnología. En 1987 aumentó de 3,772 miles de pesos a 20,719 miles de pesos, es decir aumentó cerca del 450% durante ese año y representó

CUADRO 10. *Participación porcentual del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología por Programa Administrativo 1980-1996*

Programa Administrativo %	1980	1981	1983	1984	1986	1987	1989	1990	1992	1993	1995	1996
Administración de las Actividades de Soporte a la Investigación y al Desarrollo Experimental	6.3	6.3	7.1	7.2	5.1	6.6	10.4	6.0	9.9	11.1	10.3	8.7
Fomento y Regulación de la Investigación Científica y del Desarrollo Tecnológico	1.2	4.0	4.7	4.9	3.6	6.7	7.1	10.2	12.6	11.1	15.0	14
Desarrollo de la Investigación Aplicada	26.1	27.1	23.2	19.7	26.3	30.7	30.3	26.8	13.5	15.4	8.4	9.2
Desarrollo de Tecnología	0.7	1.5	1.1	1.4	1.4	3.8	2.5	2.9	5.8	6.4	4.6	7.1
Fomento a la Formación de Recursos Humanos para la ciencia y la tecnología	7.5	7.8	9.0	6.8	5.2	4.5	5.1	4.8	7.4	7.4	7.6	9.1
Desarrollo y apoyo de la investigación básica	17.8	15.8	18.3	25.4	27.6	36.4	22.4	23.9	23.6	20.7	26	26.1
Educación de Posgrado	32.6	30.0	29.5	27.7	20.1	2.0	3.5	11.4	10.7	11.2	10.9	9.7
Prestación de servicios profesionales	2.2	2.6	2.5	2.0	3.1	4.9	7.3	7.5	8.2	7.5	8.8	-
Otros programas	5.6	4.9	4.8	4.9	7.6	4.4	11.4	6.4	8.3	9.2	8.4	7.6
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

FUENTE: S.S.P. Cuenta de la Hacienda Pública Federal, 1980-1990. SHCP, Cuenta de la Hacienda Pública Federa, 1991-1994.

el 3.8% del total manteniendo esa estructura hasta el final del periodo. El fomento a la formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología ha sido uno de los programas que no ha tenido fuertes estímulos a pesar de lo importante que es su fomento para el desarrollo de las economías,

durante el período no ha significado ni siquiera el 10% del total. Como es sabido el gasto se ha destinado de manera uniforme al desarrollo y apoyo de la investigación básica, puesto que el gobierno se hace cargo de esta área, sobre todo en el ramo de la medicina y de la farmacología y representa, durante estos años más del 15% del total, manteniendo un incremento estable, puesto que comenzó el periodo con la cantidad de 3,417. miles de pesos y lo finalizó con 1,635,777 miles de pesos.

El programa encaminado a la prestación de servicios profesionales, recibe pequeños montos del gasto, lo que valdría la pena ver, en este caso, es si ese monto es destinado a servicios mexicanos profesionales nacionales o extranjeros.

Los resultados de estos proyectos por programa administrativo, han sido mínimos, debido primordialmente a la escasez de recursos financieros dedicados a la I&D en términos reales, y a la dependencia casi exclusiva de fondos fiscales, y como ya se mencionó, al depender del presupuesto fiscal, la actividad de I&D está ligada a las épocas de bonanza y depresión nacional.

3. ESTUDIO ECONOMETRICO

3.1. PANORAMA GENERAL¹.

En este capítulo se dará seguimiento al modelo propuesto en el presente trabajo, el cual incluye algunas variables que explican la generación del cambio tecnológico en la economía. En este modelo, se presenta la aplicación de métodos estadísticos a datos económicos por medio de la combinación de la teoría con los hechos reales.

En el caso mexicano, se presentan los hechos reales por medio del comportamiento de variables macro, que son: la Inversión Pública, el Producto Interno Bruto Manufacturero, las Exportaciones y las Importaciones Manufactureras, como ejes dinámicos en la generación de cambio tecnológico, y de variables específicas del comportamiento tecnológico que a su vez, son: el Gasto Federal en Ciencia y Tecnología; el Gasto en Actividades de Investigación y Desarrollo (I&D) experimental así como el número de Patentes otorgadas, cuyo monto muestra aspectos diferentes del mismo proceso de innovación industrial ².

En el presente estudio se le otorga mucha importancia al progreso tecnológico que determina en gran medida la evolución del proceso innovador dentro de cualquier economía. En este caso, la innovación es un fenómeno importante, pero que no se distribuye en forma homogénea dentro del sistema productivo (como es notorio que no tiene un crecimiento constante, cuadros 9 y 10). Esta desigualdad es atribuible al hecho de que cada empresa toma en consideración sus propios criterios para determinar la actividad innovadora, puesto que puede presentarse que, lo que es indispensable para una empresa, no necesariamente lo es para cualquier otra aún a pesar de que lleven a cabo procesos de producción similares.

El tema del cambio tecnológico, presenta ciertas limitaciones para la realización de estudios empíricos, puesto que al querer definir indicadores precisos de gran parte de las variables señaladas

¹ Para el siguiente apartado consúltese a: Maddala, (1992); Vence, X., (1995); Intriligator, M., (1990); Salvatore, D., (1991); Gujarati, D., (1993).

² Estas variables presentan ciertas limitaciones en su caracterización dentro del tema del cambio tecnológico por lo que no puede llegarse a determinar una forma uniforme de medirlo.

en la teoría, son difíciles de obtener esos indicadores, lo que necesariamente afecta no sólo la obtención de resultados sino también el significado de esos mismos resultados obtenidos. A pesar de esto, se corrió un modelo con los datos disponibles para el caso de México y para el periodo de 1970 a 1996.

3.1.1. SELECCIÓN DE LAS VARIABLES DEL CAMBIO TECNOLÓGICO.

El nivel de actividad que se relaciona con el dinamismo tecnológico en cualquier economía, se explica por medio de las inversiones en actividades de investigación y desarrollo experimental; pero en el caso de México, como en otros países con baja asignación de recursos a esta área, no hay datos que revelen abiertamente cuál ha sido el comportamiento de este tipo de inversión antes del año 1980, por lo que se ha tenido que utilizar el total del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología, en este caso (L), como el indicador más cercano del gasto que se canaliza hacia las actividades innovadoras. Se considera el Gasto Federal, porque en el caso de México, el sector que invierte más en el fomento a la ciencia y la tecnología (CyT) es el sector público³. La variable que se refiere al número de Patentes otorgadas (P), es fundamental para el estudio del comportamiento de las innovaciones de producto, puesto que proporciona información sobre el impacto del fenómeno de la actividad inventiva dentro de la economía y se establece como una variable *proxy* a pesar de que no revela el total de esta actividad, ya que en muchos casos las invenciones no son registradas y se mantienen por medio del secreto.

En los temas relacionados con el cambio tecnológico y la innovación, el gasto en CyT es un indicador básico para explicar el fomento a actividades innovadoras, es por ello que en el presente trabajo se le considera el indicador principal de estas actividades que es estimulado por las innovaciones.

El modelo supone que un incremento en las patentes generadas está relacionado con más estímulos al desarrollo de la ciencia y la tecnología y con ello, a las actividades innovadoras. Mientras que, las exportaciones manufactureras, que es donde mayormente se realizan innovaciones, afectan al crecimiento del gasto, puesto que si incrementan su monto pueden estimular la realización de programas orientados a aumentar la producción en el sector exportador.

³ V. *Supra*, Capítulo 2.

Otra variable importante para el fomento de innovaciones, es la inversión destinada a la creación de infraestructura y en este modelo corresponde a la segunda variable endógena (Z). Se supone que esta variable depende también del nivel de innovación, puesto que de acuerdo al tipo de estructura productiva que se tenga, se invertirá en su formación, tal como se explicó en el primer capítulo, en que se señaló que las innovaciones pueden ser tanto de proceso como de producto y en el caso de la inversión, las innovaciones que más se consideran son las de proceso, porque inciden de manera directa en el nivel de infraestructura.

También se explica el comportamiento de la inversión pública, en función del comportamiento de las importaciones de bienes de capital, esta relación puede ser negativa, debido a que el incremento de bienes de capital de origen extranjero, desvía el monto destinado a la Formación Bruta de Capital Fijo Público.

Los parámetros γ y β , son parámetros estructurales, desconocidos, y que serán estimados. La variable aleatoria \mathcal{E} se identifica como el término de error estocástico, y es la que diferencia al modelo econométrico de los demás modelos (por ejemplo: algebraicos). Se incluye esta variable, debido a que pueden estar mal especificados los modelos o contener variables determinadas de manera imprecisa; así como, también, puede contener a todas aquellas variables capaces de explicar a la variable endógena (Z y L) pero que se han dejado fuera, por lo que la especificación del modelo no las incluye debido a consideraciones teórico-empíricas del estudio ⁴.

A continuación se establece la definición de cada una de las variables, que se manejan en el presente capítulo, a fin de que se tenga una amplia idea de cómo influyen dentro del tema del cambio tecnológico ⁵:

Definiciones

- ❖ Gasto Federal en Ciencia y Tecnología: "Son las erogaciones que por concepto de ciencia y tecnología realizan las Secretarías de Estado, el Departamento del Distrito Federal, la Procuraduría General de la República, los Organismos Descentralizados, Empresas de Participación Estatal y los Fideicomisos concertados por el Gobierno Federal, para llevar a cabo sus funciones". En este caso, "la ciencia y la tecnología tienen algo en común: son formas

⁴ Intriligator, M., *Modelos econométricos, técnicas y aplicaciones*, F.C.F., México, 1990, p. 396.

⁵ De acuerdo a las definiciones que se establece en CONACyT, *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*, 1995, pp- 176-235.

organizadas de conocimientos. Sin embargo, son conocimientos organizados para fines distintos; en el caso de la ciencia, para saber por qué. En el caso de la tecnología, si bien el por qué es útil y muchas veces imprescindible para continuar evolucionando, su característica conceptual consiste en saber cómo...En sus formas extremas, ambas actividades son distintas en cuanto a sus motivaciones básicas, su estructura de valores, y el tipo de personal que se dedica a ellas. Con base a lo anterior, la ciencia y la tecnología resultan indispensables para el desarrollo integral de una nación".

- ◆ **Formación Bruta del Capital Fijo Público:** es el determinante de la Inversión Pública en México, que comprende todas las "erogaciones de dependencias del sector central, organismos descentralizados y empresas de participación estatal destinadas a la construcción, ampliación, mantenimiento y conservación de obras públicas y en general a todos aquellos gastos destinados a aumentar, conservar y mejorar el patrimonio nacional"; es por ello que es un indicador de trascendencia en este modelo.
- ◆ **Patente:** "Es un derecho exclusivo, concedido en virtud de la Ley, para la explotación de una invención técnica...Su concesión se otorga cuando el Organismo encargado de efectuar los análisis sobre novedad del trabajo presentado aprueba la solicitud realizada y se otorga al autor la correspondiente patente".

3.1.2. ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

El comportamiento de la innovación y del cambio tecnológico es explicado por las siguientes variables endógenas: el Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (L) y la Inversión Pública (Z).

De acuerdo con esto, las ecuaciones se determinan de la siguiente manera:

PRIMERA ECUACIÓN:

$$L = \gamma_1 Z + \beta_1 P + \beta_2 X + \beta_3 + \varepsilon^L \dots\dots\dots (1.)$$

L	Índice del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología
Z	Índice de la Formación Bruta de Capital Fijo Público
P	Índice de patentes concedidas en México
X	Índice de Exportación manufacturera (coeficiente)
γ_1	Parámetro estructural de Z
$\beta_1, \beta_2, \beta_3$	Parámetro de P, X e intercepto de la ecuación respectivamente
ε^L	término de perturbación estocástico de L

SEGUNDA ECUACIÓN:

$$Z = \gamma_2 L + \beta_4 P + \beta_5 M + \beta_6 + \varepsilon^Z \dots\dots\dots (2.)$$

Z	Índice de la Formación Bruta de Capital Fijo Público
L	Índice del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología
P	Índice de Patentes concedidas en México
M	Índice de Importación de bienes de capital
γ_2	Parámetro estructural de L
$\beta_4, \beta_5, \beta_6$	Parámetro de P, M e intercepto de la ecuación respectivamente
ε^Z	Término de perturbación estocástico de Z

3.1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS VARIABLES.

Un modelo econométrico incluye variables endógenas, variables predeterminadas (exógenas y endógenas desfasadas), términos de perturbación estocástica y parámetros en un sistema de ecuaciones. En este caso, se presenta un modelo de tipo lineal. Las variables endógenas son aquellas cuyos valores están determinados de manera simultánea por el modelo, y para explicarlas, es que se diseña el modelo. Por su parte, las variables exógenas son aquellas cuyos valores se determinan fuera del modelo, pero cuya influencia se deja sentir en él⁶.

Se diseña el modelo con el fin de explicar las variables endógenas. En este caso, para ver si tiene alguna incidencia la generación de innovaciones en la producción del sector manufacturero y en el desarrollo económico.

Desde el punto de vista formal, se supone que las variables exógenas son estadísticamente independientes de las variables aleatorias, mientras que las variables endógenas son estadísticamente dependientes. Las variables se clasifican de la siguiente manera:

CUADRO 11. Clasificación de las variables.

	Ecuación 1	Ecuación 2	Clasificación
Variables endógenas	Z L	L Z	estadísticamente dependientes
Variables predeterminadas	P M	P X	estadísticamente independientes

⁶ Intriligator, M., *op.cit.*, p. 44.

Datos:

Para diseñar cualquier modelo económico, y en este caso econométrico, los elementos básicos son la teoría económica y los hechos económicos. La teoría estadística, explica la forma en que se deben manejar los datos, y a su vez, estos datos deben revelar los eventos que acontecen en el mundo real y que están relacionados con el fenómeno a tratar.

Los datos utilizados en este caso, se obtuvieron de fuentes oficiales. En principio, estos datos representan hechos cuantitativos de todas las variables y se presentan en una serie de tiempo, que mide una variable particular disponible en un periodo de tiempo sucesivo.

**CUADRO 12. Datos empleados en el modelo de fomento al cambio tecnológico.
millones de pesos de 1993.
1970-1996**

Año	QFCyT (L)	FBCFP (Z)	Total de patentes concedidas (P)	Exportaciones manufactureras (X)	Importaciones de bienes de capital (M)
1970	659.615	28,339.517	6544	8,146.513	24,942.767
1971	1,414.645	20,795.021	8408	7,067.408	22,103.819
1972	1,895.726	29,577.677	8420	8,465.851	24,928.537
1973	1,920.454	39,464.238	3853	8,450.080	27,367.661
1974	2,043.750	42,749.982	3941	11,699.006	33,783.950
1975	1,848.108	53,778.224	4127	8,059.088	33,745.954
1976	1,876.576	50,869.173	2506	11,842.622	26,369.039
1977	1,941.463	50,807.539	2134	16,368.304	29,229.845
1978	2,479.821	66,402.050	1674	16,762.314	35,643.691
1979	2,797.022	78,657.823	2026	15,383.073	41,777.273
1980	3,800.594	94,333.663	1996	13,757.954	51,191.521
1981	4,384.062	115,753.593	2210	12,853.037	51,885.269
1982	3,997.370	97,028.724	2583	15,954.788	44,506.965
1983	2,935.059	60,877.835	2247	28,458.543	35,647.854
1984	3,524.934	63,266.449	1737	30,512.970	42,721.867
1985	3,469.415	65,030.026	1172	26,380.193	47,512.435
1986	3,320.616	61,858.025	987	51,701.721	55,452.361
1987	2,702.660	60,459.084	1156	67,977.068	60,547.715
1988	2,629.314	49,354.873	3158	65,549.212	73,663.724
1989	2,781.557	48,418.133	2141	61,420.221	83,650.858
1990	3,142.299	51,750.210	1619	61,089.252	83,426.067
1991	3,953.665	49,358.726	1360	59,615.836	89,836.220
1992	3,953.724	46,971.708	3160	56,719.339	97,893.749
1993	4,587.643	47,111.143	6183	61,776.660	93,528.309
1994	5,325.644	49,837.631	4367	75,228.143	112,369.639
1995	4,334.313	40,756.244	3538	152,139.058	138,354.773
1996	4,302.775 ^P	48,028.998	3186	187,634.244	160,155.205

^P dato preliminar.

FUENTE: Id. Anexo Estadístico.

El periodo de estudio es de 1970 a 1996 y para obtener un manejo adecuado de los datos se transformaron estas series; en primer lugar, de precios corrientes a precios constantes con el mismo deflactor con base 1993 = 100 (cuadro 12.) y en segundo lugar, de cantidades absolutas a índices (cuadro 13.). Esto se debió a que presentan una heterogeneidad global, ya que son incompatibles en cuanto a su confrontación, puesto que las variables del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología y PIB se presentan en miles y millones de pesos respectivamente, mientras que los datos de patentes otorgadas en México se presentan en cantidades nominales.

CUADRO 13. Datos convertidos en índices del Modelo de fomento al cambio tecnológico 1970-1996

Año	L	Z	P	X	M
1970	14.378	60.155	105.839	13.187	26.669
1971	30.834	44.142	103.639	11.440	23.633
1972	38.963	62.783	136.180	13.704	26.547
1973	41.861	83.811	62.316	13.678	29.261
1974	44.549	90.743	63.739	18.938	36.122
1975	40.284	114.152	66.748	13.046	36.081
1976	40.905	107.977	40.530	19.170	28.215
1977	42.319	107.846	34.514	26.496	31.252
1978	54.054	140.948	27.074	27.134	38.110
1979	60.969	166.962	32.767	24.901	44.668
1980	82.844	200.236	32.282	22.270	54.734
1981	95.562	245.703	35.743	20.806	55.475
1982	87.133	205.957	41.776	25.827	47.587
1983	63.978	129.222	36.342	46.067	38.115
1984	76.835	134.292	28.093	49.392	45.678
1985	75.625	138.035	18.955	42.703	50.800
1986	72.382	131.302	15.963	83.691	59.289
1987	58.912	107.106	18.696	110.037	64.737
1988	57.313	104.763	51.076	106.107	78.761
1989	60.196	102.774	34.627	99.423	89.439
1990	68.485	109.847	26.185	98.887	89.199
1991	86.181	104.771	21.996	96.502	96.052
1992	86.182	99.704	51.108	91.814	104.868
1993	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
1994	116.087	105.787	70.629	121.774	120.145
1995	94.478	86.511	57.221	248.273	147.928
1996	93.790	101.948	51.528	271.355	171.237

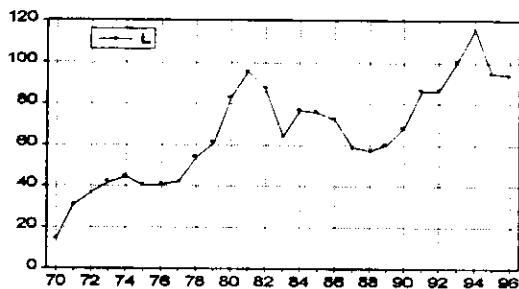
Entonces, para estimar las ecuaciones se utilizaron las siguientes series de datos para 1970-1996 ⁷:

- ✓ Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (GFCyT) en miles de pesos constantes con base 1993 = 100.
- ✓ Formación Bruta de Capital Fijo Público (FBCFP) en miles de pesos constantes con base 1993 = 100.
- ✓ Exportaciones del sector manufacturero en millones de dólares.
- ✓ Importaciones del sector manufacturero en millones de dólares.
- ✓ Deflactor Implícito del Producto Interno Bruto con base 1993 = 100.
- ✓ Número de patentes concedidas

3.1.4. COMPORTAMIENTO DE LAS VARIABLES.

A continuación se hace una descripción del comportamiento de cada una de las variables del modelo:

GRÁFICA 10. *Índice del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología (L)*



Es notorio que posterior a 1980, el *L* ha tendido a crecer, pero no es un incremento constante, puesto que cae con los años de recesión, como se observa para los años de 1982 y 1983, con una tasa de crecimiento de -8.8%, hasta -26.6%⁸ respectivamente, y recuperándose en 1984 por medio de un crecimiento del 20.1%.

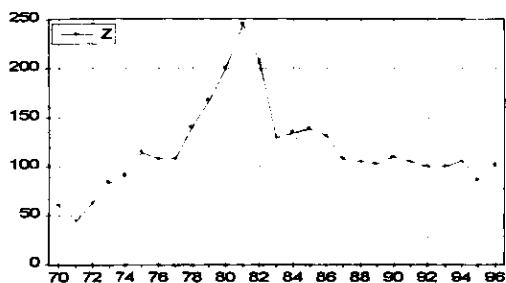
Asimismo, se nota que, los años que van de 1985 a 1988, no fueron estimulantes para este tipo de gasto, puesto que, mostraron tasas de crecimiento negativas. Posteriormente en 1994, alcanza su tasa máxima de crecimiento logrando un crecimiento de 16.1%, siendo el año en que se gastó más hacia áreas de ciencia y tecnología, y en el que estaban llevándose a cabo las negociaciones del TLC, por lo que el país presentó un panorama más competitivo y mejor en áreas de fomento al cambio tecnológico. Tampoco en los últimos años ha mostrado un crecimiento estable (-18.6% en 1995 y -7% en 1996), con lo que se puede establecer que, la estimulación a las áreas innovadoras se llevan a cabo de acuerdo a los programas de política económica dominante, al contrario de lo que supondrían los períodos de crisis, porque en lugar de estimular a las actividades formadoras de

⁷ Ver anexo estadístico.

⁸ *Id.* Anexo Estadístico.

ciencia, tecnología, investigación y desarrollo, se les reduce el monto asignado en esas épocas. Situación que ha contradecido a las metas fijadas desde mediados de 1980⁹.

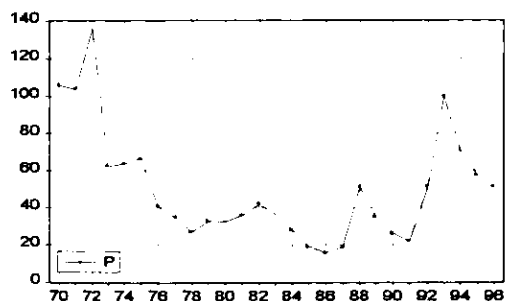
GRÁFICA 11. *Índice de la Formación Bruta de Capital Fijo Público (Z)*



Al igual que L, Z presenta tasas decrecientes junto con los periodos de recesión, puesto que durante la crisis de 1982, decrece 16.2% y el siguiente año 37.3%, de igual manera de 1986 a 1989, llegando a tener una tasa máxima en estos años de -18.4%.

El único año en que crece de manera sorprendente es en 1981, alcanzado el 22.7%, pero al contrario de Z, no vuelve a alcanzar ritmos de crecimiento parecidos en el resto del periodo.

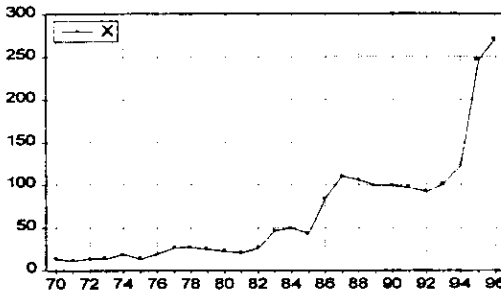
GRÁFICA 12. *Índice del Número de patentes concedidas en México, (P)*



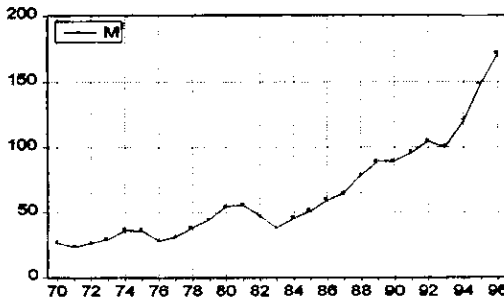
A diferencia de las variables analizadas anteriormente, P, no ha presentado relación directa con los periodos de recesión, puesto que sus índices, muestran un crecimiento muy desligado al de las variables macro, únicamente en 1995 y 1996, es cuando se puede hacer una comparación con las bajas tasas de inversión de estos años.

Con esto, se establece que las innovaciones en México, no están directamente vinculadas con las variables que se establecen en el modelo.

⁹ V. *Supra*, capítulo 2.

GRÁFICA 13. *Índice de Exportaciones del Sector Manufacturero, (X).*

Esta variable ha tenido un crecimiento muy ligado al crecimiento del aparato productivo, puesto que en épocas de recesión del sector externo, se manifiesta con tasa de crecimiento negativas, como son los años de 1975, 1980, 1985, de 1988 a 1992. Estas disminuciones desincentivan a los gastos en ciencia y tecnología encaminados a fomentar las exportaciones de innovaciones.

GRÁFICA 14. *Índice de las Importaciones de bienes de capital. (M).*

El comportamiento de esta variable representa tasas de crecimiento negativo en las épocas de recesión económica, como se nota posterior a 1975 con un crecimiento negativo de -21.8% para el año de 1976, recuperándose débilmente en los años siguientes, hasta 1980, año en que alcanza el 22% de crecimiento, continuando el siguiente año con una tasa de 1.35% de crecimiento anual.

Pero para el año de 1983 decrece hasta en un -19.9%, y recuperándose posteriormente hasta el último año de la serie en el cual tuvo una tasa de crecimiento anual de 15.8%.

3.2. FORMA ESTRUCTURAL Y FORMA REDUCIDA¹.

Las ecuaciones (1) y (2) expresan el modelo lineal en su forma estructural. Si se ponen en función de los términos de perturbación estocástica, se obtienen las ecuaciones (3.) y (4.) del modelo. Donde las variables endógenas a explicar son (Z , L), mientras que las predeterminadas son (M P X) y los términos de perturbación son ($\varepsilon^Z \varepsilon^L$).

$$L - \gamma_1 Z - \beta_1 P - \beta_2 X - \beta_3 = \varepsilon^L \dots\dots\dots (3.)$$

$$Z - \gamma_2 L - \beta_4 P - \beta_5 M - \beta_6 = \varepsilon^Z \dots\dots\dots (4.)$$

ó de otra forma, se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$L - \gamma_1 Z = \beta_1 P + \beta_2 X + \beta_3 + \varepsilon^L \dots\dots\dots (5.)$$

$$Z - \gamma_2 L = \beta_4 P + \beta_5 M + \beta_6 + \varepsilon^Z \dots\dots\dots (6.)$$

donde se han separado las variables endógenas en el miembro de la izquierda y las variables exógenas en el de la derecha.

En notación matricial, la matriz de coeficientes estructurales, sintetiza los parámetros de las ecuaciones estructurales², y representa la Forma Estructural:

$$Y \Gamma + X \beta = \varepsilon$$

$$\text{ó } Y \Gamma = -X \beta + \varepsilon \dots\dots\dots (7).$$

retomando las ecuaciones 5 y 6:

$$(L \ Z) \begin{bmatrix} 1 & -\gamma_2 \\ -\gamma_1 & 1 \end{bmatrix} = (P \ X \ M \ 1) \begin{bmatrix} \beta_1 & \beta_4 \\ \beta_2 & 0 \\ 0 & \beta_5 \\ \beta_3 & \beta_6 \end{bmatrix} + (\varepsilon^Z \ \varepsilon^L) \dots\dots (8.)$$

¹ Para el siguiente apartado consultese a: Maddala, (1992), Vence, X., (1995), Intriligator, M., (1990), Salvatore, D., (1991), Gujarati, D., (1993).

² Intriligator, M., *Modelos econométricos. técnicas y aplicaciones*. F.C.E., México, 1990, p. 381.

La ecuación anterior contiene dos vectores fila. El primero, es el vector Y de variables endógenas (L Z); y el segundo es el vector X de variables predeterminadas (P X M 1) y las dos matrices de coeficientes estructurales Γ y β contienen los parámetros de las variables exógenas de las ecuaciones (5.) y (6.).

Se resuelve la matriz con el fin de obtener la forma reducida:

$$Y \Gamma \Gamma^{-1} = X \beta \Gamma^{-1} + \varepsilon \Gamma^{-1} \dots\dots\dots (9.)$$

Resolviendo para Y: $Y = X \beta \Gamma^{-1} + \varepsilon \Gamma^{-1} \dots\dots\dots (10.)$

$$Y = X \pi + u \dots\dots\dots (11.)$$

En donde: $\pi = \beta \Gamma^{-1}$ y $u = \varepsilon \Gamma^{-1}$

La variable endógena está explicada sólo por variables predeterminadas y términos de perturbación estocásticos.

Donde:

$$\Gamma = \begin{bmatrix} 1 & -\gamma_2 \\ -\gamma_1 & 1 \end{bmatrix} ; |\Gamma| = 1 - \gamma_1 \gamma_2$$

$$\Gamma^{adj} = \begin{bmatrix} 1 & \gamma_1 \\ \gamma_2 & 1 \end{bmatrix} ; \Gamma^{T adj} = \Gamma^{adj} = \begin{bmatrix} 1 & \gamma_2 \\ \gamma_1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\Gamma^{-1} = \frac{1}{|\Gamma|} \Gamma^{adj} = \frac{1}{1 - \gamma_1 \gamma_2} \begin{bmatrix} 1 & \gamma_2 \\ \gamma_1 & 1 \end{bmatrix}$$

Retomando la ecuación (9.) y sustituyendo:

$$(L \ Z) \begin{bmatrix} 1 & -\gamma_2 \\ -\gamma_1 & 1 \end{bmatrix} \frac{1}{1 - \gamma_1 \gamma_2} \begin{bmatrix} 1 & \gamma_2 \\ \gamma_1 & 1 \end{bmatrix} = (P \ X \ M \ 1) \begin{bmatrix} \beta_1 & \beta_4 \\ \beta_2 & 0 \\ 0 & \beta_5 \\ \beta_3 & \beta_6 \end{bmatrix} \frac{1}{1 - \gamma_1 \gamma_2} \begin{bmatrix} 1 & \gamma_2 \\ \gamma_1 & 1 \end{bmatrix} + (\varepsilon^2 \ \varepsilon^1) \frac{1}{1 - \gamma_1 \gamma_2} \begin{bmatrix} 1 & \gamma_2 \\ \gamma_1 & 1 \end{bmatrix}$$

Entonces, la forma reducida queda como sigue:

$$(L Z) = (P X M 1) \begin{bmatrix} \beta_1 & \beta_4 \\ \beta_2 & 0 \\ 0 & \beta_5 \\ \beta_3 & \beta_6 \end{bmatrix} \frac{1}{1-\gamma_1 \gamma_2} \begin{bmatrix} 1 & \gamma_2 \\ \gamma_1 & 1 \end{bmatrix} + (\varepsilon^Z \ \varepsilon^L) \frac{1}{1-\gamma_1 \gamma_2} \begin{bmatrix} 1 & \gamma_2 \\ \gamma_1 & 1 \end{bmatrix}$$

Sustituyendo las β 's y γ 's en la ecuación (10.), se tiene:

$$\pi = \begin{bmatrix} \beta_1 + \gamma_1 \beta_4 & \gamma_2 \beta_1 + \beta_4 \\ \beta_2 & \gamma_2 \beta_2 \\ \gamma_1 \beta_4 & \beta_5 \\ \beta_3 + \gamma_1 \beta_6 & \gamma_2 \beta_3 + \beta_6 \end{bmatrix} \frac{1}{1-\gamma_1 \gamma_2} = \begin{bmatrix} \pi_{11} & \pi_{21} \\ \pi_{12} & \pi_{22} \\ \pi_{13} & \pi_{23} \\ \pi_{14} & \pi_{24} \end{bmatrix} \dots\dots\dots(12.)$$

Para estimar los parámetros de la forma estructural posteriormente, se considera u como el término de perturbación estocástico.

$$u = \begin{bmatrix} \frac{\varepsilon^Z + \gamma_1 \varepsilon^L}{1-\gamma_1 \gamma_2} & \frac{\gamma_2 \varepsilon^Z + \varepsilon^L}{1-\gamma_1 \gamma_2} \end{bmatrix} = (u_1 \ u_2) \dots\dots\dots(13.)$$

La forma reducida completa del modelo propuesto queda como sigue:

$$(L Z) = (P X M 1) \begin{bmatrix} \pi_{11} & \pi_{21} \\ \pi_{12} & \pi_{22} \\ \pi_{13} & \pi_{23} \\ \pi_{14} & \pi_{24} \end{bmatrix} + (u_1 \ u_2) \dots\dots\dots(14.)$$

Entonces las ecuaciones en la Forma Reducida son:

$$L = \pi_{11} P + \pi_{12} M + \pi_{13} X + \pi_{14} + u_1^L \dots\dots\dots(15.)$$

$$Z = \pi_{21} P + \pi_{22} M + \pi_{23} X + \pi_{24} + u_2^Z \dots\dots\dots(16.)$$

Estas ecuaciones, contienen los parámetros π_{mn} , que son una combinación de los parámetros γ y β de la matriz de coeficientes de la forma estructural.

3.2.1. IDENTIFICACIÓN DEL MODELO.

Para saber si el modelo presentado tiene solución, es necesario identificar las ecuaciones estructurales. La identificación permite, por medio de suficiente información a priori, determinar (de una o varias maneras) los parámetros β y γ desconocidos de la forma estructural, a partir de los parámetros de la forma reducida, como resultado de la estimación de π .

- a) Condición de orden.- permite saber qué tipo específico de modelo se tiene, así como el método de solución. Esta condición, se entiende como el cumplimiento de que, el número total de variables que no están incluidas en la ecuación que se analiza, es por menos igual al número total de variables endógenas menos uno³.

$$\text{De ahí se deriva: } K - k \geq m - 1^4 \dots\dots\dots(17)$$

Esta condición es necesaria pero no suficiente para la identificación del modelo. De (17.) puede establecerse que para este modelo que:

K = 4	(P X M y 1)	
M = 2	(L y Z)	
k en la ecuación 1 = 3		(P X y 1)
k en la ecuación 2 = 3		(P M y 1)
m en la ecuación 1 = 2		(Z y L)
m en la ecuación 2 = 2		(Z y L)

Entonces, la condición de orden para la PRIMERA ECUACIÓN señala que:

$$4 - 3 \geq 2 - 1$$

$$1 = 1, \text{ por lo que está } \textit{justamente identificada}$$

La condición de orden para la SEGUNDA ECUACIÓN:

$$4 - 3 = 2 - 1$$

$$1 = 1, \text{ por lo que está } \textit{justamente identificada}$$

³ M. Intriligator, *op.cit.*, p. 394

⁴ donde:

- K \Rightarrow número de variables predeterminadas en el modelo
- k \Rightarrow número de variables predeterminadas en una ecuación dada
- M \Rightarrow número de variables endógenas en el modelo
- m \Rightarrow número de variables endógenas en una ecuación dada

b) La condición de rango es básica, necesaria y suficiente, además que permite completar la identificación, poniendo restricciones a priori en las matrices de coeficientes de la forma estructural, Γ y β^5 . Esta condición establece que: $A(\pi) = g-1$, es decir, que la matriz de coeficientes tiene un rango igual al número de variables endógenas incluidas menos uno.

La matriz A contiene los coeficientes estructurales Γ y β del modelo:

$$A_1 = \begin{matrix} \Gamma \\ \beta \end{matrix} = \begin{matrix} \text{PRIMERA ECUACIÓN} \\ \left[\begin{array}{cc|c} 1 & -\gamma_2 & \\ -\gamma_1 & 1 & \\ \dots & \dots & \\ \beta_1 & \beta_4 & \\ \beta_2 & 0 & \\ 0 & \beta_5 & \\ \beta_3 & \beta_6 & \end{array} \right] \\ \rho_1 \\ \downarrow \downarrow \end{matrix} \quad A_2 = \begin{matrix} \Gamma \\ \beta \end{matrix} = \begin{matrix} \text{SEGUNDA ECUACIÓN} \\ \left[\begin{array}{cc|c} 1 & -\gamma_2 & \\ -\gamma_1 & 1 & \\ \dots & \dots & \\ \beta_1 & \beta_4 & \\ \beta_2 & 0 & \\ 0 & \beta_5 & \\ \beta_3 & \beta_6 & \end{array} \right] \\ \rho_2 \\ \downarrow \downarrow \end{matrix}$$

Para:

$$\rho_1 = (\beta_1) \quad \therefore \quad \rho(\beta_6) = 1$$

$$\rho_2 = (\beta_2) \quad \therefore \quad \rho(\beta_2) = 1$$

Haciendo el análisis de la condición de rango correspondiente a las anteriores ecuaciones, se tiene que para la primera ecuación: $\rho(\beta_6) = 1$; en este caso, la ecuación está justamente identificada.

Asimismo, la segunda ecuación presenta, $\rho(\beta_2) = 1$, por lo que también está justamente identificada.

Por último, debe señalarse que esta condición, establece que el rango de la matriz es dado por un número menor en una unidad al número de variables endógenas del sistema; por lo que el análisis para el rango, se cumple en ambas ecuaciones en el modelo propuesto en este trabajo que considera como variables endógenas a (L y Z).

⁵ Intriligator, *op. cit.*, capítulo X.

3.3. ESTIMACIÓN DEL MODELO¹

El modelo presentado se estima por medio del método de mínimos cuadrados en dos etapas, el cual consiste en estimar los parámetros estructurales consistentes para ecuaciones sobreidentificadas o exactamente identificadas. Este método proporciona los mismos resultados que el de mínimos cuadrados indirectos y da los errores estándar de los parámetros estructurales estimados. Se lleva a cabo bajo el supuesto de que existe relación de cada variable endógena con todas las variables exógenas del sistema, en la primera estimación de la forma reducida, y se usan posteriormente los valores pronosticados de las variables endógenas para estimar las ecuaciones estructurales del modelo².

Cabe mencionar que para los cálculos de las gráficas, de los estimadores, de los estadísticos y para la ecuación, se utilizó el paquete de cómputo *Econometrics Views (Eviews)* versión 2.0.

3.3.1. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN.

1^a etapa.- Se corrieron las ecuaciones de la forma reducida (15) y (16) por medio de mínimos cuadrados ordinarios. Los resultados se presentan como sigue:

PRIMERA ECUACIÓN:

Variable dependiente		L		
Rango		1970-1996		
Número de observaciones		27		
VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTÁNDAR	ESTADÍSTICO T	PROBABILIDAD
P	-0.213751	0.089706	-2.382807	0.0258
M	1.095086	0.207861	5.268347	0.0000
X	-0.400827	0.121005	-3.312493	0.0030
C	33.44564	8.360295	4.000533	0.0006
R. cuadrado		0.723417		
R. cuadrado ajustado		0.687341		
Estadístico Durbin-Watson		0.718710		
Estadístico F		20.05255		

¹ Para el siguiente apartado consúltese a: Maddala, (1992); Vence, X., (1995); Intriligator, M., (1990); Salvatore, D., (1991); Gujarati, D., (1993).

² D. Salvatore. *Econometria*. McGraw-Hill, 1991, p. 172 n.

$$\hat{L} = -0.2138\hat{P} + 1.0951\hat{M} - .4008\hat{X} + 33.4456 \dots\dots (18.)$$

SEGUNDA ECUACIÓN:

Variable dependiente	Z			
Rango	1970-1996			
Número de observaciones	27			
VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTÁNDAR	ESTADÍSTICO T	PROBABILIDAD
P	-0.876603	0.216915	-4.041219	0.0005
M	1.146843	0.502625	2.281706	0.0321
X	-0.808012	0.292599	-2.761500	0.0111
C	143.0254	20.21585	7.074917	0.0000
R. cuadrado	0.500929			
R. cuadrado ajustado	0.435833			
Estadístico Durbin-Watson	0.750316			
Estadístico F	7.695214			

por lo que la ecuación de la forma reducida en función de la variable Z, se presenta de la siguiente manera:

$$\hat{Z} = -0.8766\hat{P} + 1.1468\hat{M} - 0.8080\hat{X} + 143.0254 \dots\dots (19.)$$

En las ecuaciones (18) Y (19), (^) indica que son coeficientes estimados, en este caso, las estimaciones de las variables \hat{Z} y \hat{L} son funciones lineales de las variables predeterminadas y es por ello que no están correlacionadas con los errores aleatorios.

Con los resultados obtenidos, en esta etapa, se podrá llevar a cabo, la segunda etapa del método.

2ª etapa. Se sustituyen las variables endógenas explicativas de la forma estructural (ecuaciones 3 y 4) por los valores estimados \hat{Z} y \hat{L} de las ecuaciones (18) y (19), para posteriormente estimar las ecuaciones de la forma estructural con las variables endógenas explicativas estimadas.

$$L = \gamma_1 \hat{Z} + \beta_1 P + \beta_2 X + \beta_3 + \varepsilon^L \dots\dots\dots (20.)$$

$$Z = \gamma_2 \hat{L} + \beta_4 P + \beta_5 M + \beta_6 + \varepsilon^Z \dots\dots\dots (21.)$$

Los resultados de esta etapa, se presentan a continuación:

PRIMERA ECUACIÓN:

Variable dependiente		L		
Rango		1970-1996		
Número de observaciones		27		
VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTÁNDAR	ESTADÍSTICO T	PROBABILIDAD
^Z	0.95487	0.18125	5.26835	0.000
P	0.62329	0.18134	3.43723	0.002
X	0.37072	0.05218	7.10498	0.000
C	-103.1251	32.15334	-3.20729	0.004
R. cuadrado			0.72342	
R. cuadrado ajustado			0.68734	
Estadístico Durbin-Watson			0.71871	
Estadístico F			20.05255	

$$L = 0.95487^{\wedge}Z + 0.62329 P + 0.37072 X - 103.1252 \dots (20.a)$$

SEGUNDA ECUACIÓN:

Variable dependiente		Z		
Rango		1970-1996		
Número de observaciones		27		
VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTÁNDAR	ESTADÍSTICO T	PROBABILIDAD
^L	2.01586	0.72999	2.76150	0.011
P	-0.44571	0.28025	-1.71265	0.100
M	-1.0607	0.3676	-2.88554	0.008
C	75.6037	38.7266	1.95224	0.063
R. cuadrado			0.500929	
R. cuadrado ajustado			0.435833	
Estadístico Durbin-Watson			0.750316	
Estadístico F			7.695214	

De lo anterior, se puede establecer la ecuación de la forma estructural en función de la variable ^Z estimada:

$$Z = 2.0159^{\wedge}L - 0.44571P - 1.0607M + 75.6037 \dots (21.a)$$

Es notorio, que las variables exógenas de las nuevas ecuaciones; presentan un coeficiente de determinación de 0.72 y 0.50, por lo que el índice del Gasto Federal en Ciencia y Tecnología es explicado en un 72% por la regresión y el índice de la Formación Bruta de Capital Fijo Público 50%, con lo que las variables seleccionadas como portadoras del cambio tecnológico, en el primer caso,

explican cerca de las tres cuartas partes del monto de la inversión que se destina a las áreas innovadoras relevantes, mientras que en la segunda ecuación, explican sólo el 50%. Asimismo, el coeficiente de determinación ajustado, sólo representa el 0.68 y el 0.43, es decir, poco menos que el coeficiente de R^2 .

3.3.2. ANÁLISIS DE LA REGRESIÓN.

Un modelo econométrico ya sea uniecuacional o multiecuacional se evalúa estadísticamente para saber si es significativo o no, es decir, para hacer notar qué tanto se ajusta la regresión, con el fin de explicar a la variable dependiente por cada una de las variables exógenas individualmente y en su conjunto. Para ello se emplean los estadísticos R^2 y F que evalúan la regresión como un todo y los estadísticos t para cada uno de los coeficientes estimados de las variables exógenas.

Análisis estadístico

El análisis estadístico, se lleva a cabo por medio de la evaluación de los estimadores que resultan de la regresión.

A) Coeficiente de Determinación R^2

La cantidad R^2 resultante, es la medida de bondad, del ajuste de una línea de regresión más utilizada y de mayor confiabilidad. Es un coeficiente que mide la proporción o porcentaje de la variación total en la variable endógena explicada por el modelo de regresión; es decir, indica en qué porcentaje el modelo de regresión o las variables explicativas elegidas, explican a las variables endógenas (L y Z). Los límites de este coeficiente son: $0 \leq R^2 \leq 1$, es decir, puede tomar valores desde cero hasta uno. Si es próximo a cero, quiere decir que existe muy poca o no existe relación entre las variables explicativas con las variables dependientes, y por el contrario, si es cercano a uno. De acuerdo con lo anterior, se tiene que:

PRIMERA ECUACIÓN:

$R^2 = 0.7234$; indica que las exportaciones manufactureras, las importaciones manufactureras y las patentes explican el 72% de la variación de L en la ecuación.

SEGUNDA ECUACIÓN:

$R^2 = 0.500929$; lo cual quiere decir, que el 50% de la variable endógena IFBCFP de la ecuación es explicada por las variables exógenas o predeterminadas de importaciones manufactureras, exportaciones manufactureras y patentes concedidas.

B) Prueba F

Esta prueba, determina el valor de la varianza total de la regresión, establece una hipótesis nula H_0 tal que todos los coeficientes de la regresión, exceptuando el intercepto, son cero. Probando que la varianza independiente correspondiente no tiene ninguna influencia lineal estadísticamente significativa. Así, $H_0: \pi = 0$, entonces, si al aplicar esta prueba, se rebasa el valor F crítico dado, a un nivel de confianza específico, se rechaza la hipótesis nula de que no existe dependencia entre las variables explicativas.

El modelo dio por resultado:

PRIMERA ECUACIÓN:

$F = 20.05255$; y los F críticos en tablas son: $F_{.05} = 2.82$ y $F_{.01} = 4.31$, por lo que también se rechaza la hipótesis nula de no dependencia lineal de las variables.

SEGUNDA ECUACIÓN:

$F = 7.695214$; y los F críticos en tablas son de $F_{.05} = 2.82$ y $F_{.01} = 4.31$; por lo que se rechaza la hipótesis nula de no dependencia de las variables explicativas sobre la variable endógena a explicar.

Cuando se rechaza H_0 indica que "no todas las pendientes de la regresión son cero, por lo tanto, el modelo tiene cierto poder explicativo"³.

C) Prueba de significancia para los coeficientes y la Prueba t

La prueba de significancia es un procedimiento por el cual se utilizan los resultados de la regresión para verificar la veracidad o falsedad de una hipótesis, de N-k grados de libertad. Las pruebas de hipótesis para los estimadores de las funciones de L y Z son:

³ Intriligator, *Modelos econométricos, técnicas y aplicaciones*, F.C.E., México, 1990, p. 152.

Para α :

$$H_0: \alpha_0 = 0$$

$$H_1: \alpha_0 \neq 0$$

El intervalo de confianza para el estadístico t es:

$$P[-t_{\alpha/2} < t < t_{\alpha/2}] = 1-\alpha.$$

De aquí, se puede obtener el intervalo de confianza para los coeficientes mencionados anteriormente, mediante la prueba F.

$$\text{sea } P[\beta_1 - t_{\alpha/2} s_i < \beta_1 < \beta_1 + t_{\alpha/2} s_i] = 1-\alpha$$

si $\beta_1 \approx$ es significativamente distinto de cero, se rechaza la hipótesis nula $H_0: \beta_1 = \hat{\beta}_1$

La prueba t es significativa cuando el valor del estadístico se encuentra en la región crítica. Por lo que se rechaza la hipótesis nula si la prueba del estadístico t resulta estadísticamente insignificante y por el contrario, se acepta si se encuentra en la región de aceptación, como se muestra en los cuadros 11 y 12:

En el modelo las pruebas de hipótesis son:

PRIMERA ECUACIÓN:

El t crítico es:

$$(23, .05) = 2.069$$

$$(23, .10) = 1.714$$

CUADRO 11.

	<i>t calculada</i>	<i>hipótesis nula H₀</i>
$t^z =$	5.26835	se rechaza H ₀ (.05, .10)
$t^p =$	3.43723	se rechaza H ₀ (.05, .10)
$t^x =$	7.10498	se rechaza H ₀ (.05, .10)
$t^c =$	-3.20729	se rechaza H ₀ (.05, .10)

SEGUNDA ECUACIÓN:

El t crítico es:

$$(23, .05) = 2.069$$

$$(23, .10) = 1.714$$

cuadro 12.

	<i>t calculada</i>	<i>hipótesis nula H₀</i>
$t^1 =$	2.7615	se rechaza H ₀ (.05, .10)
$t^p =$	-1.71265	se acepta H ₀ (.05, .10)
$t^m =$	-2.88554	se rechaza H ₀ (.05, .10)
$t^c =$	1.95224	se acepta H ₀ (.05) y se rechaza H ₀ (.10)

En relación a la significancia estadística de los coeficientes resultado de la estimación, es notorio, que a un nivel de probabilidad del 95% y 90%, con 23 grados de libertad, las variables son significativas, puesto que caen fuera del valor crítico, a excepción de la variable de t^p de la segunda ecuación, que sólo es significativa a un nivel de confianza de 80%, es decir cuando $H_0(.10) = 1.319$ y la variable que únicamente es significativa a un nivel de probabilidad de 90%. Por los resultados obtenidos en esta prueba, se puede concluir que las variables $(P \times M^{-1})$, explican el modelo y únicamente π_{12}^{PAT} , es significativa a otro nivel de confianza, ya que sólo es significativa al nivel de .20 de significancia y con probabilidad del 80%, así como también la variable de la constante.

Análisis econométrico:

Se realiza una vez que se han sustituido las variables (\hat{L} y \hat{Z}) en las ecuaciones estructurales del modelo. Por medio de esta forma se permitirá explicar el comportamiento de las variables endógenas L y Z en términos de variables endógenas estimadas y exógenas (predeterminadas). En esta parte, se presenta cada una de las variables que explican el modelo sobre el cambio tecnológico en México, así como los parámetros que resultaron de la segunda etapa.

A) Multicolinealidad

Este problema se presenta cuando dos o más variables explicatorias en el modelo de regresión están altamente correlacionadas entre sí, por lo que se hace difícil o imposible aislar sus efectos individuales sobre la variable independiente⁴. Las ecuaciones estimadas en la segunda etapa no presentan Multicolinealidad, debido, en primer lugar a que las R^2 no son altas en ninguna de las ecuaciones⁵, y en segundo lugar, la prueba F es significativa en cuanto a que todos los valores de los coeficiente son mayores a los valores críticos.

B) Heteroscedasticidad

Este problema surge cuando no se cumple el supuesto de homocedasticidad, es decir, de que la varianza del término de error es constante para todos los valores de las variables independientes; lo

⁴ D. Salvatore, *op.cit.*, p. 151

⁵ Puede ser alta R^2 , cuando su valor resulta mayor al 70% ($0.7 > r^2 > 1$) y cuando las correlaciones de orden cero son altas y a la vez, ninguno, o pocos de los coeficientes de regresión parcial son individualmente significativos en t .

que conlleva a estimaciones sesgadas e ineficientes (con varianza mayor que la mínima) de los errores estándar (con ello pruebas estadísticas incorrectas e intervalos de confianza incorrectos).

Donde: H_0 : Existe homocedasticidad
 H_1 : Existe heterocedasticidad
 $e(u^2) = 2 \quad i = 1, 2, \dots, N$

La heterocedasticidad se detecta en el presente modelo, por medio de la Prueba Goldfeld-Quandt⁶, que consiste en la relación de las sumas de los residuos al cuadrado del grupo de datos de varianza pequeña (SRC1) y la suma de residuos al cuadrado de la información con varianza mayor (SRC2), omitiendo tres años con sus datos correspondientes.

Los SRC tienen individualmente $((N-c)/2)-k$ ó $(N-c-2k)/2$ grados de libertad.

Entonces, esta prueba se presenta como:

$$\lambda = \frac{\text{SRC2/gl}}{\text{SRC1/gl}} \quad \text{con gl} = \frac{N-c-2k}{2}$$

En donde se supone que λ se comporta como el estadístico F, por lo que se sigue las mismas reglas en la tabla de distribución F.

PRIMERA ECUACIÓN:

$$\text{gl} = \frac{23-3-2(4)}{2} = \frac{12}{2}$$

$$F(13, 2 \quad .05) = 19.41$$

$$F(13, 2 \quad .10) = 9.41$$

$$\lambda (2) = \frac{3242.12/12}{1684.898/2} = \frac{82.843524}{842.4} = 0.3207264957$$

En la primera ecuación $\lambda (2) < F$ crítico, por lo tanto, se acepta H_0

SEGUNDA ECUACIÓN:

$$\text{gl} = \frac{24-3-2(4)}{2} = \frac{13}{2}$$

$$F(13, 2 \quad .05) = 19.41$$

$$F(13, 2 \quad .10) = 9.41$$

$$\lambda (1) = \frac{1739.714/21}{8584.189/2} = \frac{82.843524}{4292.0945} = 0.019301$$

En la segunda ecuación $\lambda (1) < F$ crítico, por lo que se acepta H_0 .

⁶ Id. cuadro No. 16 del anexo estadístico.

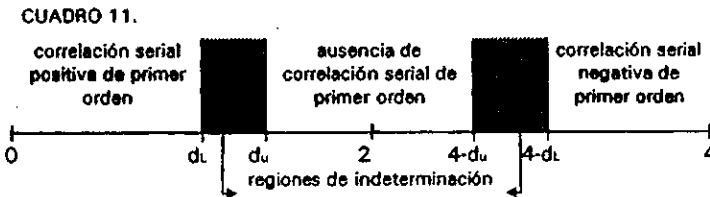
^{*} k= número de parámetros a estimar (+intercepto)

^c= número de observaciones que se omiten.

Los resultados de esta prueba señalan que no se rechaza la hipótesis nula de existencia de homocedasticidad, con lo que se demuestra la no existencia de heteroscedasticidad en las varianzas de error.

c) Prueba de Autocorrelación

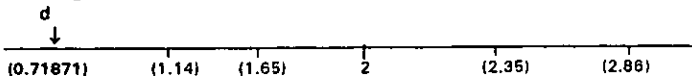
El problema de autocorrelación se presenta cuando el término de error en un período está relacionado positivamente con el término de error en el período anterior. La presencia de autocorrelación de primer orden, se prueba utilizando el estadístico Durbin Watson a los niveles de significancia del 5 o 1%, para 27 observaciones y 4 variables explicatorias. Si el valor calculado es menor que el valor tabular de d_L (límite inferior) se acepta la hipótesis de autocorrelación de 1er orden positiva. La hipótesis se rechaza si $d_L > d_u$ (límite superior) y es indecisa la prueba si $d_L > d > d_u$. En esta prueba, se supone que existe correlación de primer orden, ya sea positiva o negativa; el intervalo de prueba establece $0 < d < 4$; si el valor está cercano a 0 habrá relación positiva, mientras que habrá relación negativa si está cercano al 4 establecido, como se presenta en la figura 4. La correlación serial provoca tanto estimadores mínimo cuadráticos que no son eficientes, como fallas en las pruebas comunes de significancia estadística⁸.



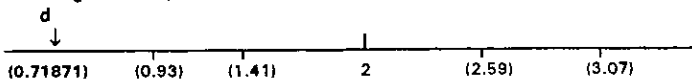
PRIMERA ECUACIÓN:

$K = 4$ variables explicativas (+ intercepto)
 $n = 27$ observaciones
 $d = 0.71871$

Punto de significancia, 1% :



Punto de significancia, 5% :



⁸ M. Intriligator, *op. cit.*, p. 186.

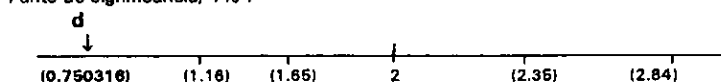
SEGUNDA ECUACIÓN:

K = 4 variables explicativas (+ intercepto)

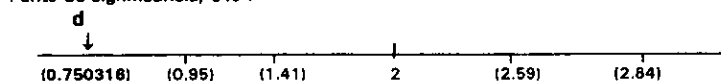
n = 27 observaciones

d = 0.750316

Punto de significancia, 1% :



Punto de significancia, 5% :



En las dos ecuaciones se rechaza la hipótesis nula, por lo que existe autocorrelación serial positiva de primer orden, puesto que los valores del estadístico, caen del lado izquierdo cercano a cero. En la ecuación de L tiene un estadístico $d = 0.5955$, por lo que cae en la zona de rechazo y en la ecuación de Z $(d) = 0.7503$, por lo que también cae en la zona de rechazo al nivel de significancia de .05 y .01.

La correlación serial de primer orden, es el tipo más importante de correlación serial; ya que se presenta en términos de perturbación estocástica sucesivas, adopta la forma de un proceso Markov o esquema autorregresivo de primer orden:

$$u_t = \rho u_{t-1} + v_t, \text{ para toda } t, \quad |\rho| < 1$$

$\rho \Rightarrow$ es un parámetro desconocido y v_t es un término de perturbación estocástico residual.

Método de corrección

La corrección al problema de autocorrelación se realizó por medio del método de promedios móviles, que consiste en la iteración de los errores de cada una de las ecuaciones hasta reducirse éstos al máximo, para ello, primero se corre la regresión, se restan los errores y se vuelve a correr la regresión sucesivamente hasta que la suma del error llega a su mínimo valor. En este caso, se realizó este método en base al paquete Eviews, que realiza las operaciones mencionadas cuando se estima la ecuación y se agrega la variable MA(n). En las ecuaciones de L y Z se utilizó la variable MA (1), y se hizo un ajuste en la variable P, puesto que presentan correlación serial de primer orden. Los resultados se presentan a continuación.:

PRIMERA ECUACIÓN:

Variable dependiente	L			
Rango	1970-1996			
Número de observaciones	27			
VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTÁNDAR	ESTADÍSTICO T	PROBABILIDAD
Z	0.74	0.17	4.28	0.0003
P	0.54	0.18	2.94	0.0076
X	0.33	0.06	5.33	0.000
MA(1)	0.70	0.16	4.34	0.0003
C	-71.48	31.82	-2.25	0.0250
R. cuadrado	0.83			
R. cuadrado ajustado	0.80			
Estadístico Durbin-Watson	1.52			
Estadístico F	27.47			

La ecuación L, se establece como: $L = .74Z + .54P + .33X + .7MA(1) - 71.5.....(22.)$

SEGUNDA ECUACIÓN:

Variable dependiente	Z			
Rango	1970-1996			
Número de observaciones	27			
VARIABLE	COEFICIENTE	ERROR ESTÁNDAR	ESTADÍSTICO T	PROBABILIDAD
L	3.62	0.91	3.99	0.0007
P(-1)	-0.41	0.21	-1.99	0.059
M	-2.15	0.57	-3.74	0.0012
MA(1)	0.99	0.01	1623.44	0.000
C	35.19	32.65	1.08	0.293
R. cuadrado	0.80			
R. cuadrado ajustado	0.76			
Estadístico Durbin-Watson	1.44			
Estadístico F	21.15			

La ecuación Z, se establece como: $Z = 3.62L - .41P - 2.15M + .99MA(1) + 35.19.....(23.)$

3.3.3. CONCLUSIONES DEL MODELO.

En este apartado se explica en que proporción pueden determinar al gasto en actividades científicas y tecnológicas y a la inversión en infraestructura adecuada para el desarrollo tecnológico; que son variables relevantes dentro del tema del cambio tecnológico, ya que logran dar impulso a la competitividad; las variables generadoras de conocimiento científico y tecnológico y la generación de innovaciones en el periodo 1970-1996.

Los resultados obtenidos al aplicar el método de mínimos cuadrados ordinarios, se toman de la última regresión de las ecuaciones (22) y (23), y se establecen en las siguientes ecuaciones:

$$1^{\text{a}} \text{ ecuación: } L = \gamma_1 L + \beta_1 P + \beta_2 X + \beta_3 \varepsilon^L$$

$$L = .74Z + .54P + .33X + .7MA(1) - 71.5$$

$$R^2 = 0.83$$

$$F = 27.47$$

$$2^{\text{a}} \text{ ecuación: } Z = \gamma_2 L + \beta_4 P + \beta_5 M + \beta_6 \varepsilon^Z$$

$$Z = 3.62L - .41P - 2.15M + .99MA(1) + 35.19$$

$$R^2 = 0.80$$

$$F = 21.15$$

Mediante la evidencia empírica que arrojó el modelo se pueden establecer las principales conclusiones, como es el hecho de que el modelo si está explicado por las variables, puesto que la correlación existente no es baja. En el primer caso, el modelo es explicado el 83% por las variables predeterminadas y en los resultados que arrojó la regresión se nota que las variables exógenas tienen una relación positiva con la variable endógena (L), y por lo tanto, al tener un aumento de la inversión en Formación Bruta de Capital Fijo, se estimula la asignación del Gasto en Ciencia y Tecnología. Asimismo al aumentar P; las innovaciones (patentes); se influye en .5% en la generación del gasto en ciencia y tecnología, lo que indica que si el fomento a las innovaciones arroja resultados positivos, se seguirán destinando montos a estas áreas para que el crecimiento de las innovaciones sea constante, y con ello aumente la productividad de las empresas mexicanas.

En la segunda ecuación, la variable endógena es explicada hasta en un 80% por las variables predeterminadas, por lo que puede establecerse que; el gasto en actividades científicas y tecnológicas afecta en más de 3% a la inversión en bienes de capital en el sector productivo. La variable de patentes (p) establece una relación inversa, y puede derivarse del hecho de que, en México, las innovaciones que mayormente se registran son las de proceso, lo que indica que se da un incremento o un mejoramiento de la técnica productiva durante un periodo, por lo que en lo consecuente, puede ser que ya no se destinen más montos de inversión a las áreas donde se lograron las innovaciones en el proceso productivo. Lo mismo sucede con la variable M de Importación de Bienes de Capital, puesto que sustituirían a la inversión en infraestructura, es decir,

Como se deduce de todo lo anterior el cambio tecnológico y el desarrollo científico son de gran importancia para la explicación de la competitividad en el contexto internacional, lo que hace necesario que las economías se adapten a este proceso, tendencia que se ha tratado de desarrollar en México, pero sin los resultados anhelados, ocasionando que se busquen mecanismos alternativos que ayuden a desarrollar una infraestructura tecnológica propia acorde con las características de la planta industrial nacional, derivado de esto se enumera a continuación una serie de propuestas que ayuden a limitar la tendencia de rezago de la economía frente a los países desarrollados

CONCLUSIONES

Después de haber llevado a cabo una larga explicación sobre los temas que se han desarrollado acerca del problema del cambio tecnológico, es posible hacer algunas valoraciones generales en un tema que aún es muy tratado y del que el único consenso que se ha establecido es el hecho que las teorías tradicionales no han brindado las herramientas necesarias para abordarlo como un fenómeno dinámico.

La explicación tradicional que se había dado del comercio internacional (Teoría Clásica y Neoclásica), dejaba de lado el papel jugado por la tecnología como determinante del comercio exterior, puesto que, explican el intercambio como resultado de la dotación natural de factores, mientras que las nuevas ideas del comercio internacional señalan que las ventajas comparativas no nacen, sino que son creadas y son resultado del esfuerzo que hagan las naciones y las empresas para lograrlo.

Siguiendo a autores como Schumpeter, Krugman, y los denominados evolucionistas, se concluye que el éxito o fracaso de un país u empresa depende directamente del *desempeño tecnológico* que presente. Las naciones y empresas que mejor oportunidad tengan de competir en los mercados internacionales son aquellas que cuenten, en palabras de los evolucionistas, con mejores *trayectorias tecnológicas*. Estas trayectorias serán mejores en los países que basa su desarrollo en la realización de constates y considerables esfuerzos de investigación y desarrollo ya que en base a ello, se encuentran en una posición privilegiada dentro de la competencia mundial, ejemplo de ello es la evolución de los países de la OCDE, inversamente las economías que no muestren preocupación por estas cuestiones quedaran al margen de la competencia y rezagados.

La innovación y el cambio tecnológico, no son como tales los que determinan el crecimiento de una nación, o al menos como conceptos abstractos. Sino que se deben de acompañar de políticas estratégicas por parte del gobierno, (Principalmente en los INE's) y por parte de las

empresas (sobre todo en los países más desarrollados). Estas políticas deben de reflejar las constantes necesidades de mejoramiento del sistema productivo, organizativo y funcional de las empresas, con el fin de acortar los ciclos de producción y aumentar las innovaciones, para con ello, lograr ser una empresa (nación) más innovadora y más productiva, con lo posibilidad de allegarse ganancias y mercados, para así formar parte de las empresas más competitivas a nivel mundial.

Como se señaló en este trabajo existe una gran distinción entre invención e innovación, la primera responde al descubrimiento de una nueva técnica o proceso, este proceso se sitúa en la esfera científico tecnológica, la innovación por su parte, es la siguiente etapa del proceso de invención, es decir, cuando se inicia su explotación comercial en el ámbito mercantil, así muchas invenciones no trascienden a la esfera económica y no tienen influencia sobre ella. Así entonces, el crecimiento solo esta relacionado con las innovaciones que implican cambio tecnológico, pero, la relación es solo de manera indirecta. El crecimiento se origina solo por la influencia que se ejerce sobre la productividad, concepto sobre el cual se basa la competitividad y por ende el crecimiento.

El que una nación o empresa sea más productiva le permite producir a menores costos o producir un producto mayor con la misma cantidad de factores, las empresas o países que innoven gozaran de una ventaja sobre sus competidores, ya sea, vía costos y precios (menores) o cantidades (mayores).

La manera en que los países y empresas pueden allegarse tecnología es mediante dos formas: a) Adquisición o compra a proveedores foráneos, y b) producción o creación de la misma con capacidades nacionales. La primera situación implica que, dada la importancia que juega la tecnología en el desarrollo de las naciones, no se posea una capacidad real de competir por parte de los países y empresa, frente a aquellos a quienes se compra la tecnología. Si las naciones se encuentran en condiciones de crear tecnología, la situación será completamente inversa, sin embargo, el acelerado auge del cambio tecnológico demanda que estas empresas realicen constantes esfuerzos de investigación y desarrollo, ya que, la creación de ventajas, es el resultado de un proceso histórico, lo que fue fuente de ventaja otrora, puede no representar ninguna ventaja ahora. Por otra parte, también las empresas que adquieren tecnología pueden

utilizarla solo para copiarla y no necesitar más de la compra. Si un país pretende lograr cierta posición en los mercados mundiales, debe de innovar constantemente para mantenerse en la competencia, la innovación constante no solo se realiza para ser más competitivo, sino para mantenerse en cierta posición, de lo contrario las naciones y empresas que se encuentren "atrás", darán alcance a las empresas innovadoras, y su posición en el mercado se debilitará.

Ante esta situación, la tecnología y el cambio tecnológico se debe de considerar como una variable endógena que explica el desarrollo y la modernización económica de las naciones, se debe de hacer, de esta variable, un factor esencial para establecimiento de ventajas competitivas y elemento clave para elevar las tasas de productividad. De no llevarse a cabo esto, todos los esfuerzos en materia de política macroeconómica, la desregulación, la apertura, y el combate a la inflación pueden entrar a una fase de letargo.

Bajo este entorno las actividades destinadas a fomentar la ciencia y la tecnología juegan un papel primordial para explicar el desenvolvimiento competitivo de las economías, sin embargo, México, a diferencia de los países desarrollados destina montos muy bajos a estas áreas y dentro de éstas, el liderazgo lo ejercen las empresas transnacionales y los grandes grupos corporativos y en menor medida las pequeñas, medianas empresas y paraestatales.

El GFCyT en México no se distribuye de manera equilibrada entre industria y gobierno, puesto que en su mayoría es el Estado el que realiza estas actividades, asignando hasta el 78% de los recursos a estas áreas, mientras que la mínima parte es aportada por el sector privado, lo que indica que las industrias no han tenido fuertes incentivos para realizar actividades de I&D o para la generación de conocimiento científico y tecnológico. Así también, comparativamente, la proporción en que se realizan estos gastos, como porcentaje del PIB, en los países más desarrollados (Estados Unidos), es cercana al 3%, mientras que en México es del .36%, notablemente inferior, igual que la competitividad.

El fomento que se presta a las actividades de investigación y desarrollo, (contempladas como un porcentaje dentro del total del gasto asignado a las actividades científicas y tecnológicas) también es muy bajo, muestra de ello es el gasto destinado a las actividades de soporte a la I&D experimental que no llegan al 10% en la mayoría de los años de estudio.

Por otra parte, la característica que presentó este estudio es que en México no hay una coordinación entre innovación tecnológica de los sectores productivos y las políticas de egresos, puesto que las cifras que reflejan los montos a actividades de CyT son todavía muy bajas. De igual manera lo que también sobresale de los resultados del tercer capítulo, es que los niveles de desarrollo en cuanto a la generación de innovaciones (vía patentes) y al fomento a la inversión en actividades de ciencia y tecnología en México no son nada representativos, sobre todo si se hace una comparación con los países de la OCDE, y que su principal característica es la de estar conformado por países con una alta industrialización.

En el caso de las patentes se observó que no hay un ritmo de crecimiento anual uniforme, puesto que en muchos años disminuyen considerablemente, y en segundo lugar, es notorio que en su mayoría son solicitadas por otros países, como es el caso de Estados Unidos, que representa más del 50% de las patentes concedidas en el periodo estudiado, mientras que México solo representa una mínima parte¹.

Otra característica que se presenta en la economía mexicana es que no existe una coordinación positiva entre la política científica y tecnológica y el nivel de producción que se tiene. Esta falta de correlación es resultado de varios factores de diversos tipos, como puede ser el hecho de que no se haya logrado establecer una base sólida, como era el interés primordial de la política de sustitución de importaciones y que solo se logró en pocos sectores, o también puede ser el hecho de que no hay fomento a la capacitación de recursos humanos; entre otras cosas.

Por último, puede establecerse que el cambio tecnológico da la pauta para entender el hecho de que unas empresas tengan más éxito a nivel internacional que otras, puesto que entre más progresos tecnológico y científico se incorporen a los procesos productivos, mayor será la eficiencia productiva con una implicación inmediata de menores costos y mayores beneficios cuya condición es la que determina en gran medida la permanencia y actuación de las empresas en los mercados internacionales.

¹ Id. cuadro No. 14 del anexo estadístico.

Como se deduce de todo lo anterior el cambio tecnológico y el desarrollo científico son de gran importancia para la explicación de la competitividad en el contexto internacional, lo que hace necesario que las economías se adapten a este proceso, tendencia que se ha tratado de desarrollar en México, pero sin los resultados anhelados, ocasionando que se busquen mecanismos alternativos que ayuden a desarrollar una infraestructura tecnológica propia acorde con las características de la planta industrial nacional, derivado de esto se enumera a continuación una serie de propuestas que ayuden a limitar la tendencia de rezago de la economía frente a los países desarrollados

PROPUESTAS

- ◆ Debe de existir un mayor vínculo entre la investigación y los sistemas educativo y productivo dentro de la economía nacional, es decir, se debe de buscar que las instituciones educativas participen de manera directa en la creación de ciencia y tecnología solicitada por el sector productivo y que por su parte, el sector productivo al requerir de personal especializado lo demande a estas instituciones educativas.
- ◆ El desarrollo de políticas de ciencia y tecnología deben de responder a las necesidades y características de la planta productiva nacional, Integrando las políticas bajo un esquema de largo plazo, donde exista una continuidad entre las políticas pasadas y actuales. Ante esta situación, se hace necesario fomentar la formación de personal altamente calificado y la infraestructura material, por medio de la asignación de recursos disponibles para la ciencia y la tecnología. Este desarrollo debe de responder a un plan que permita un vínculo entre ambas capacidades tecnológicas, esto es, el desarrollo del capital humano, por ejemplo, debe de responder a un proyecto unificado y preciso, donde éste recurso pueda utilizarse provechosamente en la infraestructura productiva nacional, lo que significa que no se desarrollará personal que no responda a las necesidades nacionales y no pueda utilizarse en México.
- ◆ El desarrollo de las capacidades tecnológicas no debe de ser tarea exclusiva y prioritaria del Estado, por el contrario, es necesario que el sector privado comience a interesarse en este proceso y desempeñe un papel fundamental en estas cuestiones, para ello se recomienda proporcionar a los empresarios información de cómo se llevan a cabo las actividades científicas y tecnológicas para que se visualicen las oportunidades de crecimiento de sus sectores y destinen mayores recursos a las actividades de I&D, ya sea para copiar o imitar los procesos y productos, y desarrollar posteriormente la innovación. Si los montos de inversión son altos o arriesgados es conveniente que los empresarios busquen alianzas estratégicas con otro tipo de empresas para disipar riesgos.

- ◆ El Estado por su parte, debe de estar pendiente y actuar en las áreas que requieran mayores montos de inversión, o logren un encadenamiento productivo al interior de la economía que fomente la competitividad y que el sector privado no pueda o no se interese en ellos.
- ◆ Debe de existir una descentralización geográfica e institucional de la ciencia y la tecnología, además se debe de buscar la mejor distribución del gasto federal para que las instituciones no carezcan de grupos generadores de I&D.
- ◆ Asegurar la protección de la creación intelectual y de los derechos de autor a través del fortalecimiento del sistema de patentes y marcas para fomentar una cultura basada en los derechos de autor y no únicamente en secretos comerciales.
- ◆ Se deben de evaluar los proyectos de ciencia y tecnología de acuerdo a los requerimientos de la planta productiva, que favorezcan no únicamente al sector en cuestión, sino, por el contrario, que sean capaces de generar externalidades hacia otras áreas, además de establecer la infraestructura básica en el largo plazo.

ANEXO ESTADÍSTICO

CUADRO No. 1 .Producto Interno Bruto, 1970-1996
(millones de pesos)

Año	Producto Interno Bruto	Deflactor implícito del PIB (1993=100)	PIB (1993=100)	Variación real %
1970	513.4	0.104	493,653.8	6.71
1971	566.8	0.110	515,272.7	4.38
1972	655.0	0.117	559,829.1	8.65
1973	799.9	0.132	605,984.8	8.24
1974	1,032.5	0.160	645,312.5	6.49
1975	1,264.6	0.185	683,567.6	5.93
1976	1,580.9	0.222	712,117.1	4.18
1977	2,113.7	0.287	736,480.8	3.42
1978	2,675.3	0.337	793,857.6	7.79
1979	3,492.7	0.403	866,674.9	9.17
1980	4,789.5	0.505	948,415.8	9.43
1981	6,585.4	0.640	1,028,968.8	8.49
1982	10,504.5	1.027	1,022,833.5	-0.60
1983	19,069.5	1.931	987,545.3	-3.45
1984	31,419.3	3.076	1,021,433.7	3.43
1985	50,506.5	4.839	1,043,738.4	2.18
1986	84,617.9	8.367	1,011,329.0	-3.11
1987	205,339.1	19.958	1,028,856.1	1.73
1988	416,305.2	39.950	1,042,065.6	1.28
1989	548,858.0	50.548	1,085,815.5	4.20
1990	738,897.5	64.767	1,140,854.9	5.07
1991	949,147.6	79.826	1,189,020.6	4.22
1992	1,125,334.3	91.330	1,232,162.8	3.63
1993	1,256,196.0	100.00	1,256,196.0	1.95
1994	1,420,159.5	108.272	1,311,659.1	4.42
1995	1,841,323.3	149.589	1,230,921.6	-6.16
1996	2,544,217.8	196.675	1,293,615.3	5.09

FUENTE: INEGI. *Sistema de Cuentas Nacionales*.

Para obtener la tasa de crecimiento anual de 1969/1970, se tomó el dato del PIB de 1969=462,626.3

**CUADRO No. 2. Gasto Presupuestal, Programable y no Programable
1970-1995**
(miles de pesos de 1993)

Años	GTPSP	GPSP	GNPSP
1970	82,981	70,769	12,212
1971	83,273	72,273	11,000
1972	98,462	85,043	13,419
1973	121,667	102,424	19,242
1974	136,188	115,313	20,875
1975	171,946	146,162	25,784
1976	179,865	146,667	33,198
1977	180,732	145,749	34,983
1978	203,501	162,077	41,424
1979	231,538	184,417	47,122
1980	275,248	211,703	63,545
1981	355,281	267,422	87,859
1982	399,065	244,002	155,063
1983	361,284	205,106	156,173
1984	361,245	212,061	149,184
1985	366,799	211,810	154,991
1986	401,573	210,020	191,553
1987	423,136	199,632	223,504
1988	380,316	178,586	201,730
1989	330,775	165,402	165,373
1990	317,094	177,561	139,533
1991	284,894	186,863	98,031
1992	273,125	188,280	84,845
1993	282,178	207,436	74,742
1994	303,117	229,659	73,457
1995	281,598	189,644	91,954

GTPSP. Gasto Total Presupuestal del Sector Público.

GPSP. Gasto Presupuestal del Sector Público.

GNPSP. Gasto no Presupuestal del Sector Público.

FUENTE: Dirección General de Estadística Hacendaria. DGPH, SHCP.

Estadísticas oportunas de finanzas públicas.

CUADRO No. 3. Gasto Federal en Ciencia y Tecnología
1970-1996

Año	GFCyT miles de pesos 1993=100	Tasa de crecimiento anual %	Como porcentaje del PIB %	Como porcentaje del GPSP %
1970	659.6	---	0.13	0.93
1971	1,414.5	114.45	0.27	1.96
1972	1,695.7	19.88	0.30	1.99
1973	1,920.5	13.25	0.32	1.88
1974	2,004.4	4.37	0.31	1.74
1975	1,848.1	-7.80	0.27	1.26
1976	1,876.6	1.54	0.26	1.28
1977	1,941.5	3.46	0.26	1.33
1978	2,479.8	27.73	0.31	1.53
1979	2,797.0	12.79	0.32	1.52
1980	3,800.6	35.88	0.40	1.80
1981	4,384.1	15.35	0.43	1.64
1982	3,997.4	-8.82	0.39	1.64
1983	2,935.1	-26.58	0.30	1.43
1984	3,524.9	20.10	0.35	1.66
1985	3,469.4	-1.58	0.33	1.64
1986	3,320.6	-4.29	0.33	1.58
1987	2,702.7	-18.61	0.26	1.35
1988	2,629.3	-2.71	0.25	1.47
1989	2,761.6	5.03	0.25	1.67
1990	3,142.3	13.79	0.28	1.77
1991	3,953.7	25.82	0.33	2.12
1992	3,953.7	0.00	0.32	2.10
1993	4,587.6	16.03	0.37	2.21
1994	5,325.6	16.09	0.41	2.32
1995	4,334.3	-18.61	0.35	2.29
1996p	4,302.8	-0.73	0.33	---

FUENTE: De 1970-1979: CONACyT. *CONACyT en cifras*, 1987.

De 1980-1995: CONACyT. *Indicadores de actividades científicas y tecnológicas*, 1996.

**CUADRO No. 4. Formación Bruta de Capital Fijo
1970-1996**
(miles de pesos de 1993)

año	FBCF	FBCFP	FBCFP _{Pr}	Variación en existencias
1970	91,683	28,340	63,344	2,268
1971	86,635	20,796	65,839	1,578
1972	98,532	29,578	68,954	1,499
1973	108,071	39,484	68,586	1,734
1974	119,679	42,750	76,929	3,970
1975	135,792	53,778	82,014	3,392
1976	138,925	50,869	88,056	2,700
1977	135,248	50,808	84,440	4,465
1978	155,328	66,402	88,926	4,204
1979	189,767	78,658	111,109	4,277
1980	219,160	94,334	124,826	21,233
1981	252,628	115,754	136,874	9,485
1982	218,968	97,029	121,940	-426
1983	162,453	60,878	101,575	29,688
1984	171,886	63,266	108,619	18,389
1985	186,987	65,030	121,957	20,387
1986	184,232	61,858	122,374	-11,060
1987	178,710	50,459	128,250	7,916
1988	188,233	49,355	138,878	11,267
1989	182,440	48,418	134,022	32,602
1990	197,211	51,750	145,461	34,808
1991	211,067	49,359	161,708	31,728
1992	232,052	46,972	185,081	27,651
1993	229,541	47,111	182,430	18,289
1994	241,099	49,838	191,261	16,457
1995	198,349	40,756	157,593	44,652
1996	222,722	48,029	174,693	47,879

FBCF.: Formación Bruta de Capital Fijo

FBCFP.: Formación Bruta de Capital Fijo Público

FBCFP_{Pr}.: Formación Bruta de Capital Fijo Privado.

FUENTE: INEGI, *Cuentas Consolidadas de la Nación*.

CUADRO No. 5. Formación Bruta de Capital Fijo Público
1970-1996

Año	Miles de pesos 100=1993	Tasa anual de crecimiento %	Como porcentaje del PIB %
1970	28,340	---	6.13
1971	20,796	-26.62	4.21
1972	29,578	42.23	5.74
1973	39,484	33.49	7.05
1974	42,750	8.27	7.05
1975	53,778	25.80	8.33
1976	50,869	-5.41	7.44
1977	50,808	-0.12	7.13
1978	66,402	30.69	9.02
1979	78,658	18.46	9.91
1980	94,334	19.93	10.88
1981	115,754	22.71	12.20
1982	97,029	-16.18	9.43
1983	60,878	-37.26	5.95
1984	63,266	3.92	6.41
1985	65,030	2.79	6.37
1986	61,858	-4.88	5.93
1987	50,459	-18.43	4.99
1988	49,355	-2.19	4.80
1989	48,418	-1.90	4.65
1990	51,750	6.88	4.77
1991	49,359	-4.62	4.33
1992	46,972	-4.84	3.95
1993	47,111	0.30	3.82
1994	49,838	5.79	3.97
1995	40,756	-18.22	3.11
1996	48,029	17.84	3.90

FUENTE: Id. Cuadros No. 1 y 4.

**CUADRO No. 6. Relación entre el Gasto Federal en Ciencia y Tecnología
y la Inversión Pública.
1970-1996
(miles de pesos de 1993)**

Año	FBCFP	GFCyT	GFCyT/FBCFP %
1970	28,339,517.6	659,615.4	2.33
1971	20,796,021.2	1,414,545.5	6.80
1972	29,577,677.3	1,695,726.5	5.73
1973	39,484,238.5	1,920,454.5	4.86
1974	42,749,992.6	2,004,375.0	4.69
1975	53,778,224.8	1,848,108.1	3.44
1976	50,869,173.8	1,876,576.6	3.69
1977	50,807,539.3	1,941,463.4	3.82
1978	66,402,050.8	2,479,822.0	3.73
1979	78,657,823.9	2,797,022.3	3.56
1980	94,333,663.4	3,800,594.1	4.03
1981	115,753,593.8	4,384,062.5	3.79
1982	97,028,724.4	3,997,371.0	4.12
1983	60,877,835.3	2,935,059.6	4.82
1984	63,266,449.9	3,524,935.0	5.57
1985	65,030,026.9	3,469,415.2	5.34
1986	61,858,025.6	3,320,616.7	5.37
1987	50,459,084.1	2,702,660.6	5.36
1988	49,354,873.6	2,629,314.1	5.33
1989	48,418,133.3	2,761,557.3	5.70
1990	51,750,210.8	3,142,299.3	6.07
1991	49,358,726.5	3,953,665.5	8.01
1992	46,971,708.1	3,953,725.0	8.42
1993	47,111,143.0	4,587,643.0	9.74
1994	49,837,632.0	5,325,644.7	10.69
1995	40,756,244.8	4,334,313.4	10.63
1996	48,028,998.1	4,302,775.0	8.96

FUENTE: Id. cuadros No. 3 y 4.

**CUADRO 7. Gasto Federal en Ciencia y Tecnología por Programa Administrativo
1970-1996**
(miles de pesos)

Programa Administrativo	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Administración de las Actividades de Soporte a la Investigación y al Desarrollo Experimental	1,205	1,779	3,069	4,004	7,815	9,151	14,079	35,440
Fomento y Regulación de la Investigación Científica y del Desarrollo Tecnológico	226	1,129	1,422	2,655	5,325	10,274	10,014	36,179
Desarrollo de la Investigación Aplicada	5,013	7,599	9,334	13,133	21,315	42,366	73,137	165,547
Desarrollo de Tecnología	133	412	563	610	1,542	1,514	3,772	20,719
Fomento a la Formación de Recursos Humanos para la ciencia y la tecnología	1,437	2,192	3,501	5,110	7,385	8,809	14,513	24,454
Desarrollo y apoyo de la investigación básica	3,417	4,447	7,953	10,382	27,586	47,631	76,755	196,544
Educación de Posgrado	6,252	8,407	12,237	16,695	30,028	35,221	55,869	10,584
Prestación de servicios profesionales	418	728	1,034	1,393	2,167	2,828	8,709	26,619
Otros programas	1,092	1,365	1,940	2,694	5,264	10,091	20,988	23,311
Total	19,193	28,058	41,053	56,676	108,427	167,885	277,836	539,397

FUENTE: SPP, *Cuenta de la Hacienda Pública Federal*, 1980-1990.

SHCP, *Cuenta de la Hacienda Pública Federal*, 1991-1994.

**CUADRO 7a. Gasto Federal en Ciencia y Tecnología por Programa Administrativo
1970-1995**
(miles de pesos)
...continuación

Programa Administrativo	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Administración de las Actividades de Soporte a la Investigación y al Desarrollo Experimental	71,541	145,323	121,118	101,386	358,341	511,329	638,981	668,766	733,270
Fomento y Regulación de la Investigación Científica y del Desarrollo Tecnológico	109,855	99,162	207,327	408,096	456,407	511,271	744,074	974,467	1,180,991
Desarrollo de la Investigación Aplicada	273,265	423,126	545,566	752,508	486,097	705,859	612,622	547,072	775,647
Desarrollo de Tecnología	23,936	35,401	59,980	85,486	210,452	292,946	446,622	297,511	602,907
Fomento a la Formación de Recursos Humanos para la ciencia y la tecnología	47,685	71,695	97,189	219,798	267,861	339,570	401,929	495,809	769,219
Desarrollo y apoyo de la investigación básica	384,992	313,191	486,730	646,127	851,620	951,701	1,077,177	1,685,738	2,206,431
Educación de Posgrado	22,856	48,707	232,967	593,284	387,794	512,338	1,032,965	709,722	824,134
Prestación de servicios profesionales	53,768	101,874	153,129	176,651	297,224	342,187	394,263	568,174	722,446
Otros programas	62,513	157,433	131,167	172,717	297,141	420,442	417,549	536,396	647,438
Total	1,050,411	1,395,912	2,035,173	3,156,053	3,612,937	4,587,643	5,766,182	6,483,655	8,462,483

**CUADRO 8. Gasto Federal en Ciencia y Tecnología por Programa Administrativo
1970-1996**
(estructura porcentual %)

Programa Administrativo	1980	1982	1984	1986	1988	1990	1992	1994	1996
Administración de las Actividades de Soporte a la Investigación y al Desarrollo Experimental	6.3	7.5	7.2	5.1	6.8	6.0	9.9	11.1	8.7
Fomento y Regulación de la Investigación Científica y del Desarrollo Tecnológico	1.2	3.5	4.9	3.6	10.5	10.2	12.6	12.9	14.0
Desarrollo de la Investigación Aplicada	26.1	22.7	19.7	26.3	26.0	26.8	13.5	10.6	9.2
Desarrollo de Tecnología	0.7	1.4	1.4	1.4	2.3	2.9	5.8	7.7	7.1
Fomento a la Formación de Recursos Humanos para la ciencia y la tecnología	7.5	8.5	6.8	5.2	4.5	4.8	7.4	7.0	9.1
Desarrollo y apoyo de la investigación básica	17.8	19.4	25.4	27.6	36.7	23.9	23.6	18.7	26.1
Educación de Posgrado	32.6	29.8	27.7	20.1	2.2	11.4	10.7	17.9	9.7
Prestación de servicios profesionales	2.2	2.5	2.0	3.1	5.1	7.5	8.2	6.8	8.5
Otros programas	5.7	4.7	4.9	7.6	6.0	6.4	8.2	7.2	7.7
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100

FUENTE: SPP, Cuenta de la Hacienda Pública Federal, 1980-1990.

SHCP, Cuenta de la Hacienda Pública Federal, 1991-1994.

**CUADRO 9. Gasto Federal en Ciencia y Tecnología por actividad
1990-1995**
(miles de pesos)

Año	I&D experimental	Educación y Enseñanza Científica y Técnica	Servicios Científicos y Tecnológicos	Total
1990	1,351,709	346,924	336,540	2,035,173
1991	1,951,795	866,785	337,473	3,156,053
1992	2,132,215	704,732	775,990	3,612,937
1993	2,654,394	935,640	997,609	4,587,643
1994	3,086,143	1,494,169	1,185,870	5,766,182
1995	3,700,542	1,281,891	1,501,203	6,483,656
1996	4,979,592	1,654,431	1,828,460	8,462,483

FUENTE: S.P.P. *Cuenta de la Hacienda Pública*, 1990.

SHCP, *Cuenta de la Hacienda Pública Federal 1991-1994*.

Banco de México, *Informe Anual*, 1994.

SHCP, *Criterios Generales de Política Económica para la iniciativa de Ley de Ingresos y Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación correspondientes a 1996*.

**CUADRO No. 10. Gasto Federal en Ciencia y Tecnología por Sector de Asignación
1986-1996**
(miles de pesos de 1993)

AÑO	Total	%	Administración Central	%	Centros de Enseñanza Superior Públicos	%	Empresas Públicas	%
1986	3,347,422	100	2,626,108	78.5	687,940	20.6	33,374	1.0
1987	2,696,985	100	1,951,695	72.4	642,860	23.8	102,430	3.8
1988	2,629,314	100	1,967,469	74.8	612,708	23.3	49,137	1.9
1989	2,761,448	100	2,289,161	82.9	447,689	16.2	24,598	0.9
1990	3,142,154	100	2,211,914	70.4	908,636	28.9	21,604	0.7
1991	3,953,467	100	2,716,593	68.7	1,236,874	31.3	0	0.0
1992	3,955,915	100	2,852,891	72.1	939,435	23.7	163,589	4.1
1993	4,587,643	100	3,133,912	68.3	1,065,178	23.2	388,553	8.5
1994	5,325,743	100	3,395,703	63.8	1,563,012	29.3	367,028	6.9
1995	4,342,994	100	3,071,106	70.7	1,118,657	25.8	153,231	3.5
1996	4,302,884	100	2,985,590	69.4	1,140,809	26.5	176,485	4.1

FUENTE: CONACYT, *Indicadores económicos de actividades científicas y tecnológicas*, 1996.

**CUADRO No.11. Estadísticas de la Propiedad Industrial en México
1970-1996
(Número de Patentes)**

Año	Solicitadas por:			Concedidas a:		
	México	Otros	Total	México	Otros	Total
1970	805	7,241	8,046	341	6,203	6,544
1971	353	6,055	6,408	353	6,055	6,408
1972	513	7,907	8,420	513	7,907	8,420
1973	338	3,515	3,853	338	3,515	3,853
1974n/	418	2,523	2,941	418	3,523	3,941
1975	284	3,843	4,127	284	3,843	4,127
1976	422	7,370	7,792	220	2,286	2,506
1977	266	3,188	3,454	130	2,004	2,134
1978	787	3,357	4,144	105	1,569	1,674
1979	692	3,792	4,484	236	1,790	2,026
1980	665	4,132	4,797	165	1,831	1,996
1981	704	4,624	5,328	188	2,022	2,210
1982	526	4,280	4,806	197	2,386	2,583
1983	699	3,396	4,095	162	2,085	2,247
1984	642	3,361	4,003	138	1,599	1,737
1985	612	3,253	3,865	100	1,072	1,172
1986	629	3,071	3,700	41	946	987
1987	742	3,509	4,251	67	1,089	1,156
1988	652	3,748	4,400	256	2,902	3,158
1989	757	3,817	4,574	194	1,947	2,141
1990	661	4,400	5,061	132	1,487	1,619
1991	564	4,707	5,271	129	1,231	1,360
1992	565	7,130	7,695	268	2,892	3,160
1993	553	7,659	8,212	343	5,840	6,183
1994	498	9,446	9,944	288	4,079	4,367
1995	432	4,802	5,234	148	3,390	3,538
1996	383	3,810	4,193	116	3,070	3,186
TOTAL	15,162	127,936	143,098	5,870	78,563	84,433

n/ debido que a la solicitud de patente no se le atiende inmediatamente, el dato del total de concedidas supera al del total de solicitadas.

Primero se lleva a cabo un "examen de forma" en el periodo de 18 meses, pasando posteriormente al "examen técnico" que puede durar de 2 a 3 años para otorgar la concesión.

FUENTE: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

**CUADRO No.12. Patentes solicitadas y concedidas en México
1970-1996**
(tasas de crecimiento anual)

Años	Total de solicitadas (2)	%	Total de concedidas (1)	%	En trámite (3) = (2)-(1)
1970	8,046	---	6,544	---	1,502
1971	6,408	-20.36	6,408	-2.08	0
1972	8,420	31.40	8,420	31.40	0
1973	3,853	-54.24	3,853	-54.24	0
1974	2,941	-23.67	3,941	2.28	-1,000
1975	4,127	40.33	4,127	4.72	0
1976	7,792	88.81	2,506	-39.28	5,286
1977	3,454	-55.67	2,134	-14.84	1,320
1978	4,144	19.98	1,674	-21.56	2,470
1979	4,484	8.20	2,026	21.03	2,458
1980	4,797	6.98	1,996	-1.48	2,801
1981	5,328	11.07	2,210	10.72	3,118
1982	4,806	-9.80	2,583	16.88	2,223
1983	4,095	-14.79	2,247	-13.01	1,848
1984	4,003	-2.25	1,737	-22.70	2,266
1985	3,865	-3.45	1,172	-32.53	2,693
1986	3,700	-4.27	987	-15.78	2,713
1987	4,251	14.89	1,156	17.12	3,095
1988	4,400	3.51	3,158	173.18	1,242
1989	4,574	3.95	2,141	-32.20	2,433
1990	5,061	10.65	1,619	-24.38	3,442
1991	5,271	4.15	1,360	-16.00	3,911
1992	7,695	45.99	3,160	132.35	4,535
1993	8,212	6.72	6,183	95.66	2,029
1994	9,944	21.09	4,367	-29.37	5,577
1995	5,234	-47.37	3,538	-18.98	1,696
1996	4,193	-19.89	3,186	-9.95	1,007
Total	143,098		84,433		58,665

FUENTE: Id. cuadro No. 11.

**CUADRO 13. Patentes otorgadas en México por país de origen
1970-1996
(principales países)**

Año	total	México	Alemania Federal	Estados Unidos	Francia	Italia	Japón	Inglaterra	Suiza	otros
1970	6,544	341	620	3,710	276	171	173	417	304	532
1971	6,408	353	833	3,329	255	122	231	407	380	498
1972	8,420	513	919	4,408	330	120	372	533	511	714
1973	3,853	338	398	1,908	145	118	141	245	209	351
1974	3,941	418	415	1,968	153	107	140	245	180	315
1975	4,127	284	444	2,127	193	109	172	235	189	374
1976	2,506	220	293	1,331	98	56	131	164	98	115
1977	2,134	130	190	1,088	114	86	228	116	70	112
1978	1,674	105	141	905	105	69	121	66	48	114
1979	2,026	236	167	1,113	64	47	67	64	73	195
1980	1,996	165	176	1,140	94	52	55	48	64	202
1981	2,210	188	168	1,225	116	61	59	73	59	261
1982	2,583	197	170	1,524	134	59	88	85	59	267
1983	2,247	162	175	1,222	131	52	101	69	64	271
1984	1,737	138	109	981	69	58	88	61	46	187
1985	1,172	100	85	646	66	26	52	37	25	135
1986	987	41	73	605	58	21	43	26	20	100
1987	1,156	67	78	625	63	33	69	40	44	137
1988	3,158	256	229	1,697	186	90	183	88	91	338
1989	2,141	194	156	1,237	110	67	84	55	44	194
1990	1,619	132	111	957	69	33	72	49	50	146
1991	1,360	129	95	801	49	30	67	44	34	111
1992	3,160	268	51	2,567	26	22	52	28	36	110
1993	6,183	343	458	3,714	251	138	220	206	256	597
1994	4,367	288	395	2,367	210	99	175	175	228	430
1995	3,538	148	205	2,198	162	83	123	136	109	374
1996	3,186	116	214	2,084	108	51	101	70	101	341
TOTAL	84,433	5,870	7,368	47,477	3,635	1,980	3,408	3,782	3,392	7,521

FUENTE: Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

**CUADRO 14. Patentes otorgadas en México por país de origen
1970-1996
(estructura porcentual)**

Año	Total	México	Alemania Federal	Estados Unidos	Francia	Italia	Japón	Inglaterra	Suiza	Otros
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1970	100	5.2	9.5	56.7	4.2	2.6	2.6	6.4	4.6	8.1
1971	100	5.5	13.0	52.0	4.0	1.9	3.6	6.4	5.9	7.8
1972	100	6.1	10.9	52.4	3.9	1.4	4.4	6.3	6.1	8.5
1973	100	8.8	10.3	49.5	3.8	3.1	3.7	6.4	5.4	9.1
1974	100	10.6	10.5	49.9	3.9	2.7	3.6	6.2	4.6	8.0
1975	100	6.9	10.8	51.5	4.7	2.6	4.2	5.7	4.6	9.1
1976	100	8.8	11.7	53.1	3.9	2.2	5.2	6.5	3.9	4.6
1977	100	6.1	8.9	51.0	5.3	4.0	10.7	5.4	3.3	5.2
1978	100	6.3	8.4	54.1	6.3	4.1	7.2	3.9	2.9	6.8
1979	100	11.6	8.2	54.9	3.2	2.3	3.3	3.2	3.6	9.6
1980	100	8.3	8.8	57.1	4.7	2.6	2.8	2.4	3.2	10.1
1981	100	8.5	7.6	55.4	5.2	2.8	2.7	3.3	2.7	11.8
1982	100	7.6	6.6	59.0	5.2	2.3	3.4	3.3	2.3	10.3
1983	100	7.2	7.8	54.4	5.8	2.3	4.5	3.1	2.8	12.1
1984	100	7.9	6.3	56.5	4.0	3.3	5.1	3.5	2.6	10.8
1985	100	8.5	7.3	55.1	5.6	2.2	4.4	3.2	2.1	11.5
1986	100	4.2	7.4	61.3	5.9	2.1	4.4	2.6	2.0	10.1
1987	100	5.8	6.7	54.1	5.4	2.9	6.0	3.5	3.8	11.9
1988	100	8.1	7.3	53.7	5.9	2.8	5.8	2.8	2.9	10.7
1989	100	9.1	7.3	57.8	5.1	3.1	3.9	2.6	2.1	9.1
1990	100	8.2	6.9	59.1	4.3	2.0	4.4	3.0	3.1	9.0
1991	100	9.5	7.0	58.9	3.6	2.2	4.9	3.2	2.5	8.2
1992	100	8.5	1.6	81.2	0.8	0.7	1.6	0.9	1.1	3.5
1993	100	5.5	7.4	60.1	4.1	2.2	3.6	3.3	4.1	9.7
1994	100	6.6	9.0	54.2	4.8	2.3	4.0	4.0	5.2	9.8
1995	100	4.2	5.8	62.1	4.6	2.3	3.5	3.8	3.1	10.6
1996	100	3.6	6.7	65.4	3.4	1.6	3.2	2.2	3.2	10.7
TOTAL	100	7.0	8.7	56.2	4.3	2.3	4.0	4.5	4.0	8.9

FUENTE: Id. cuadro anterior.

**CUADRO No. 15. Relación de patentes nacionales concedidas
1970-1996**

Año	Total (1)	México (2)	Pat.Mex/Pat.Conc. (3) = (2)-(1)
1970	6,544	341	5.21
1971	6,408	353	5.51
1972	8,420	513	6.09
1973	3,853	338	8.77
1974	3,941	418	10.61
1975	4,127	284	6.88
1976	2,506	220	8.78
1977	2,134	130	6.09
1978	1,674	105	6.27
1979	2,026	236	11.65
1980	1,996	165	8.27
1981	2,210	188	8.51
1982	2,583	197	7.63
1983	2,247	162	7.21
1984	1,737	138	7.94
1985	1,172	100	8.53
1986	987	41	4.15
1987	1,156	67	5.80
1988	3,158	256	8.11
1989	2,141	194	9.06
1990	1,619	132	8.15
1991	1,360	129	9.49
1992	3,160	268	8.48
1993	6,183	343	5.55
1994	4,367	288	6.59
1995	3,538	148	4.18
1996	3,186	116	3.64
TOTAL	84,433	5870	6.95

FUENTE: Id. cuadros anteriores.

CUADRO 16. Prueba Golfeld y Quant de detección de heteroscedasticidad
 Datos ordenados de acuerdo a los índices de las variables.

#	IFBCFP	GFEST	IMMAN	IPAT	IGFCYT	FBEST	IXMAN	IPAT
	Z	^L	M	P	L	^Z	X	P
1	131.302	63.628	59.289	15.963	30.834	70.035	11.440	103.639
2	107.106	60.426	64.737	18.696	40.284	115.353	13.046	66.748
3	138.035	67.181	50.800	18.955	14.378	70.177	13.187	105.839
4	104.771	96.495	96.052	21.996	41.861	110.905	13.678	62.316
5	109.847	87.823	89.199	26.185	36.963	43.122	13.704	136.180
6	140.948	57.360	38.110	27.074	44.549	113.275	18.938	63.739
7	134.292	57.978	45.678	28.093	40.905	124.365	19.170	40.530
8	200.236	75.099	54.734	32.282	95.562	158.503	20.806	35.743
9	166.962	63.746	44.668	32.767	82.844	159.503	22.270	32.282
10	107.846	49.003	31.252	34.514	60.969	145.408	24.901	32.767
11	102.774	86.254	89.439	34.627	87.133	140.111	25.827	41.776
12	245.703	75.653	55.475	35.743	42.319	127.203	26.496	34.514
13	129.222	49.580	38.115	36.342	54.054	141.074	27.134	27.074
14	107.977	46.992	28.215	40.530	75.625	150.165	42.703	18.955
15	205.957	64.717	47.587	41.776	63.978	117.657	46.067	36.342
16	104.763	69.868	78.761	51.076	76.835	130.875	49.392	28.093
17	99.704	101.211	104.668	51.108	72.382	129.404	83.691	15.963
18	101.948	113.449	171.237	51.528	86.182	144.075	91.814	51.108
19	86.511	96.102	147.928	57.221	86.181	155.926	96.502	21.996
20	83.811	45.552	29.261	62.316	68.495	142.467	98.887	26.185
21	90.743	50.721	36.122	63.739	60.196	134.909	99.423	34.627
22	114.152	51.951	36.081	66.748	100.000	89.248	100.000	100.000
23	105.787	103.979	120.145	70.629	57.313	102.843	106.107	51.076
24	100.000	84.239	100.000	100.000	58.912	111.969	110.037	18.696
25	44.142	32.353	23.633	103.639	116.087	120.504	121.774	70.629
26	60.155	34.517	26.669	105.839	94.478	63.524	246.273	57.221
27	62.783	28.299	26.547	136.180	93.790	74.979	271.355	51.528

BIBLIOGRAFÍA

- Academia de la Investigación Científica, *Evolución del Gasto Público en Ciencia y Tecnología*, 1980-1987, México, 1989.
- Argüelles, Antonio y Gómez, José A. (comps.), *La competitividad de la industria mexicana frente a la concurrencia internacional*, México, F.C.E.-NAFINSA, 1994.
- Arrow, Kennet, *El bienestar económico y la asignación de recursos para la invención*. En: Rosenberg, N., *Economía del cambio tecnológico*, México, Lecturas del F.C.E., 1971, pp. 151-167.
- Aspe Armella, Pedro, *El camino mexicano de la transformación económica*, México, F.C.E., Textos de Economía, 1993.
- Bajo, Oscar, *Teorías del Comercio Internacional*, España, Antoni Bosch, 1991.
- Banco Mundial, *El informe sobre el desarrollo*, Washington, DC., 1991.
- , *Word Report*, Washington, DC., 1994.
- Bell, Martín y Pavitt, K., *La acumulación de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo*, World Bank, Proceeding of the World Bank Annual Conference on Development Economics, 1992.
- Blaug, M., *Reseña de la teoría de las innovaciones de procesos*. En: Rosenberg, N., *Economía del cambio tecnológico*, México, lecturas del F.C.E., 1971, 78-104.
- Calzada, Fernando, *Teoría del Comercio Internacional*. Una introducción, México, UNAM, Serie: Economía de los 80, 1989.
- , *Una exposición de los fundamentos de la moderna teoría del comercio internacional: Ricardo y Mill*, En: Investigación Económica 163, ene.-mar. 1983, pp.: 143-168.
- Casar, José, *La competitividad en la industria mexicana*, En: Trimestre Económico, México, F.C.E., 1994.
- , *La organización industrial en México*, México, S. XXI, Ed.-Ilet, 1990.
- Cattoir J., Philippe, *"Dinámica de las ventajas comparativas en México"*, En: Investigación Económica, No. 210, oct.-dic., UNAM, 1994.
- Centro de Investigación para el Desarrollo A.C., *Tecnología e industria en el futuro de México, alternativas para el futuro*, México, Ed. Diana, 1989.

- , *Hacia una nueva política industrial, Alternativas para el futuro*, México, Ed. Diana, 1988.
- CEPNA, *Cambio estructural y potencialidades de crecimiento de la economía mexicana*, México, 1993.
- Centro para la Innovación Tecnológica, *Cambio tecnológico y competitividad*, México, ONU-ONUDI-CONACYT, 1991.
- Cimoli, M. y Dosi, G., *Tecnología y desarrollo. Algunas consideraciones sobre los recientes avances en la economía de la innovación*, En Gómez, M., Sánchez, M. y de la Puerta, E. (comps), *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio: debates y nuevas teorías*, España, Fuhem/ICARIA, 1992.
- Clark, John Mauric, *La competencia considerada como un proceso dinámico*, México, Ed. Herrero, 1987.
- Clavijo, Fernando y Casar, José (comps.), *La industria mexicana en el mercado mundial, elementos para una política industrial*, En: Trimestre Económico, No. 80, México, F.C.E., 1994.
- Chacholiades, Miltiades, *Economía Internacional*, Colombia, Mc Graw-Hill, 1992.
- David, Paul, *Technical choice, innovations economic growth*, Cambridge University Press, 1975.
- Dossi, G.; Pavitt, K. y Soete, Luc, *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, México, Secofi, CONACYT, 1993.
- Elster, Jon, *El cambio tecnológico*, Serie CLA-DE-MA, España, Ed. Gedisa, 1992.
- Fernández Sánchez, Esteban, *Manual de dirección estratégica de la tecnología: la producción como ventaja competitiva*, Barcelona, Ed. Ariel, 1988.
- French, Davis, *Ventajas comparativas dinámicas: un planteamiento neoestructuralista*, En: Cuadernos de la Cepal, 1994, pp. 65-100.
- Gabinete de Política Exterior de la Presidencia de la República, *La política exterior de México en el nuevo orden mundial*, Serie política y derecho, México, F.C.E., 1993.
- Gómez S., Marco A., *La reestructuración industrial en México: cinco aspectos fundamentales*, En Series: la estructura económica y social de México, UNAM, 1992.
- Gómez Uranga; Sánchez Padrón, y de la Puerta (comps), *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio: debates y nuevas teorías*, España, Fuhem/ICARIA, 1992.
- Halty-Carrère, Máximo, *Estrategias de desarrollo tecnológico para países en desarrollo*, México, Colegio de México, 1986.

BIBLIOGRAFÍA

- Keynes, John M., *Teoría General de la ocupación, el interés y el dinero*, México, F.C.E., (Edición en español), 1982.
- Krugman, Paul R. (comp.), *Una política comercial estratégica para la nueva economía mundial*, Serie de Economía Contemporánea, México, F.C.E., 1991.
- , *Economía Internacional*, España, Mc. Graw-Hill, 1994.
- Livas Elizondo, Raúl. *Transferencia de tecnología y apertura comercial en México (1982-1988)*, México, ITAM, 1989
- Loyola, J., *Estrategias empresariales frente a la globalización económica*, en: Comercio exterior, Vol. 44, No. 5, 1994.
- Martínez, Eduardo, *Ciencia, tecnología y desarrollo*, Caracas, Editorial Nueva Sociedad, 1994.
- Mulás del Pozo, Pablo, *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México*, Academia de la Investigación Científica, Academia Nacional de Ingeniería y F.C.E., 1995.
- Nelson R., y Winter, S., *An evolutionary theory of economic change*, Cambridge University Press, 1982.
- Ohmae, Kenichi, *El poder de la Triada, Panorama de la competencia mundial en la próxima década*, México, McGraw-Hill, 1990.
- Organización de las Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe, *Políticas para mejorar la inserción en la economía mundial*, Santiago de Chile, 1994.
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, *Políticas nacionales de la ciencia y la tecnología*, México, OCDE, 1994.
- Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, The Technology Economy Programme, *Technology and productivity. The challenge for economic policy*, París, OCDE, 1991.
- Ortiz Wadgymar, Arturo, *El fracaso neoliberal en México*, Editorial Nuestro Tiempo, 1988.
- Porter E., Michael, *La ventaja competitiva de las naciones*, España, Ed. Plaza & Janes, 1991.
- Posner, *Intentional trade and technical change*, Oxford, Economic paper, vol. 13, pp. 323-341.
- Ricardo, David, *Principios de economía política y tributación*, México, F.C.E., (Edición en español), 1987.

- Richardson, G. B. *Information and investment: a study in the working of the competitive economy*. Oxford, Clarendon, 1990.
- Rocha Centeno, *Estrategia competitiva para empresas: guía práctica*, México, F.C.E., 1987.
- Rosenberg, Nathan, *Economía del cambio tecnológico*, México, En Lecturas del F.C.E., 1971.
- Ruttan, V., *Usher y Schumpeter en la invención, la innovación y el cambio tecnológico*, En Rosenberg, N., *Economía del cambio tecnológico*, México, Lecturas del F.C.E., 1979, pp. 66-77.
- Saldaña, Luz C. y Unger, Kurt, *México, Transferencia de tecnología y estructura industrial*, Textos de Ciencias Sociales, México, CIDE/IPN, 1987.
- Schumpeter, Joseph, *Capitalismo, Socialismo y Democracia*, Madrid, Ed. Aguilar, 1946.
- , *La inestabilidad del capitalismo*, en: Rosenberg, Nathan, *Economía del cambio tecnológico*, México, lecturas del F.C.E., 1979. pp.13-38.
- , *Teoría del desenvolvimiento económico*, México-Buenos Aires, F.C.E., 1957.
- Sylos Labini, Paolo, *Nuevas tecnologías y desempleo*, México, F.C.E., 1993.
- Teubal, Morris, *Lineamientos para una política de desarrollo industrial y tecnología: la aplicabilidad del concepto de las distorsiones del mercado*, en Cuadernos de la Cepal, 1994, pp. 65-75.
- Unger, Kurt, *El desarrollo industrial y tecnológico mexicano: estado actual de la integración industrial y tecnológica*, en: Mulás del Pozo, P., *Aspectos tecnológicos de la modernización industrial de México*, F.C.E., 1995.
- , *Competencia monopólica y tecnología en la industria mexicana*, México, El Colegio de México, 1985.
- Usher, A.P., *Cambio técnico y formación de capital*, En: Rosenberg, Nathan, *Economía del cambio tecnológico*, México, Lecturas del F.C.E., 1979. pp. 39-65.
- Vence Deza, Xavier, *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*, España, Siglo Veintiuno de España Editores S.A., 1995.
- Vernon, R., *La inversión internacional y el comercio internacional en el ciclo de productos*, En: Rosenberg, N., *Economía del cambio tecnológico*, México, Lecturas del F.C.E., 1971.
- Wionczek, M., Bueno, G. y Navarrete Jorge, *La transferencia internacional de tecnología. El caso de México*, Serie de Economía Latinoamericana, México, F.C.E., 1988.