

**TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENER EL  
GRADO DE**

**MAESTRO EN ECONOMÍA**

**CENTRO DE ESTUDIOS ECONÓMICOS**

**EL COLEGIO DE MÉXICO**

*La innovación tecnológica:  
una faceta del avance tecnológico.  
Análisis de esta actividad en México*

**JOSÉ ALEJO MARTÍNEZ CASTILLO**

PROMOCIÓN 1995-1997

JULIO 1999

ASESOR: DR. JORGE FERNÁNDEZ RUIZ

**El Colegio de México, A. C.**  
**Centro de Estudios Económicos**

**LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA: UNA FACETA DEL AVANCE  
TECNOLÓGICO. ANÁLISIS DE ESTA ACTIVIDAD EN MÉXICO.**

*José Alejo Martínez Castillo.*

Trabajo presentado como Tesina para la Maestría en Economía.

**Ciudad de México, Julio de 1999.**

## ***Agradecimientos***

En primer lugar, quiero expresar mi gratitud al Dr. Jorge Fernández Ruiz por sus invaluable orientación y apoyo, así como por su atinada inducción de mi investigación al campo de la innovación tecnológica. Al Profr. Mario Capdevielle doy las gracias por haberme facilitado algunas variables para completar la base de datos del estudio. También les agradezco a los profesores Carlos Urzúa y José Romero sus consejos en algunos de tópicos de econometría y comercio internacional, respectivamente, asimismo, las importantes sugerencias del revisor anónimo redondean el trabajo y señalan nuevas e importantes líneas de investigación. También quiero patentar mi reconocimiento al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por impulsar el conocimiento de esta materia, y en particular al Dr. Adrián Jiménez Gómez por las facilidades que me brindó. Finalmente dedico este trabajo a mis padres y hermanos que de una u otra forma siempre han contribuido a mi formación personal y profesional.

Jose Alejo Martinez Castillo  
Ciudad de Mexico, Julio de 1999.

## Contenido

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>I. EL CAMBIO TECNOLÓGICO Y LA GLOBALIZACIÓN EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO Y EL PAPEL DE LA INNOVACIÓN EN ESTE ENTORNO.....</b>	<b>4</b>
<b>II. RESUMEN DE LA LITERATURA DE LA INNOVACIÓN.....</b>	<b>11</b>
<b>A. CONCEPCION AMPLIA DE LA INNOVACION.....</b>	<b>11</b>
1. <i>Definición de Innovación.....</i>	<i>11</i>
2. <i>Los modelos del Proceso Innovador.....</i>	<i>13</i>
3. <i>Las Actividades Innovadoras.....</i>	<i>16</i>
a) <i>Adquisición y generación de nuevo conocimiento relevante a la empresa.....</i>	<i>16</i>
b) <i>Otros preparativos para la producción.....</i>	<i>18</i>
c) <i>Mercadotecnia de productos nuevos o mejorados.....</i>	<i>18</i>
<b>B. MEDIDAS DE LA ACTIVIDAD INNOVADORA.....</b>	<b>20</b>
1. <i>Medidas de Productos de la Innovación.....</i>	<i>20</i>
2. <i>Medidas de Insumos a la Innovación.....</i>	<i>21</i>
a) <i>Gastos y Empleo en IDE.....</i>	<i>21</i>
b) <i>Acervo de Conocimiento.....</i>	<i>22</i>
c) <i>Otras Medidas de Insumos.....</i>	<i>23</i>
3. <i>Problemática común de las medidas de insumos y productos de la innovación.....</i>	<i>23</i>
<b>C. LAS HIPOTESIS DE SCHUMPETER.....</b>	<b>24</b>
1. <i>Tamaño de Empresa e Innovación.....</i>	<i>25</i>
2. <i>Estructura de Mercado e Innovación.....</i>	<i>30</i>
<b>D. OTROS ELEMENTOS DE ANALISIS.....</b>	<b>34</b>
1. <i>Características de la Empresa.....</i>	<i>34</i>
2. <i>Efectos de la Demanda.....</i>	<i>39</i>
3. <i>La Oportunidad Tecnológica.....</i>	<i>41</i>
4. <i>Condiciones de Apropiación.....</i>	<i>45</i>
<b>E. SISTEMAS DE ECUACIONES.....</b>	<b>48</b>
1. <i>Farber, Stephen: "Buyer Market Structure and R&amp;D Effort: a Simultaneous Equations Model".</i>	<i>49</i>
2. <i>Levin, Richard C. y Peter C. Reiss: "Tests of a Schumpeterian Model of R&amp;D and Market Structure".</i>	<i>52</i>
3. <i>Lunn, John: "An Empirical Analysis of Process and Product Patenting: A Simultaneous Equation Framework".</i>	<i>56</i>
4. <i>Hula, David G.: "Advertising, new product profit expectations, and the firm's R&amp;D investment decisions".</i>	<i>58</i>
5. <i>Levin, Richard C. y Peter C. Reiss: "Cost-reducing and demand-creating R&amp;D with spillovers".</i>	<i>61</i>
<b>III. LA ENCUESTA NACIONAL SOBRE INNOVACIÓN DE CONACYT.....</b>	<b>66</b>
<b>A. CARACTERISTICAS DE LA ENCUESTA.....</b>	<b>66</b>
<b>B. NATURALEZA INNOVADORA.....</b>	<b>67</b>
<b>C. INSUMOS DE LA INNOVACION.....</b>	<b>70</b>
<b>D. PRODUCTOS DE LA INNOVACION.....</b>	<b>74</b>
<b>E. PROPOSITOS Y OBSTACULOS DE LA ACTIVIDAD INNOVADORA.....</b>	<b>75</b>
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL MODELO.....</b>	<b>78</b>
<b>A. RACIONALIDAD DE LA INNOVACION.....</b>	<b>78</b>
<b>B. JUSTIFICACIÓN DEL MODELO.....</b>	<b>79</b>
<b>C. PUBLICIDAD E INNOVACIÓN.....</b>	<b>80</b>
<b>D. ARGUMENTOS DEL MODELO.....</b>	<b>81</b>

1.	<i>Relaciones de la Ecuación de Publicidad</i> .....	82
2.	<i>Relaciones de la Ecuación de Innovación</i> .....	84
3.	<i>Relaciones de la Ecuación de Concentración</i> .....	85
<b>V.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>87</b>
A.	INSTRUMENTACIÓN DEL MODELO.....	89
B.	LAS REGRESIONES Y SU INTERPRETACIÓN.....	96
C.	INTERPRETACION CONJUNTA DE LOS RESULTADOS.....	106
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>109</b>
<b>ANEXO 1. REGRESIONES</b> .....		<b>115</b>
	SISTEMA ORIGINAL, MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS.....	115
	SISTEMA EXTENDIDO, MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS.....	116
	SISTEMA EXTENDIDO, MÍNIMOS CUADRADOS EN DOS ETAPAS.....	117
	SISTEMA EXTENDIDO, MÍNIMOS CUADRADOS EN TRES ETAPAS.....	118
<b>ANEXO 2. PRUEBAS DE HIPÓTESIS F Y DE WALD</b> .....		<b>119</b>
A.	PRUEBAS F Y ESTIMADORES CONSISTENTES DE WHITE PARA LOS ESTADÍSTICOS T PARA OLS.....	119
B.	PRUEBAS DE WALD ( $H_0: \text{COEFICIENTE}_i=0 \forall i=2, \dots, K$ ) PARA EL SISTEMA EXTENDIDO.....	125
<b>ANEXO 3. RESULTADOS DE SCHULENBURG Y WAGNER</b> .....		<b>129</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....		<b>132</b>

---

## Introducción.

Los resultados de la investigación y desarrollo están a la vista de todos, los cada vez más sofisticados medios de transporte, las antes no imaginadas computadoras y comunicaciones electrónicas, y los sorprendentes avances en el campo de la medicina son tan sólo una pequeña muestra del impacto de esta actividad en un periodo de tiempo relativamente corto con relación a la historia humana. Los paradigmas de la ciencia y tecnología están evolucionando ante el prevaleciente ambiente globalizador, competitivo y de vertiginoso avance tecnológico, de esta forma, sociedades antes consideradas conservadoras se han instalado en una nueva vía de desarrollo social y económico fundamentadas en la creación y uso del conocimiento. Tal es el ejemplo de la provincia de Quebec en Canadá, ahora esta región compite con el estado de California y la región de Boston en cuanto a las mayores densidades de empleo destinado a la creación de conocimiento y tecnología en el norte del continente americano, de Kerorguen (1998).

Pero los beneficios de las innovaciones exitosas no se limitan a las empresas que las impulsaron, también llegan al resto de la sociedad a través de su difusión en el aparato económico, así, el avance tecnológico contribuye a elevar la productividad de la economía de los países, así como los niveles de vida y empleo de sus poblaciones. En los países desarrollados la tasa de retorno de la investigación y desarrollo experimental (IDE) en el sector manufacturero fue aproximadamente de 15 por ciento en las décadas de los setentas y ochentas. Sin embargo, el efecto más impactante de la IDE se gestó en el sector de servicios, donde la IDE incorporada en bienes de capital impulsa el crecimiento de la productividad y las tasas de retorno social alcanzaron cifras elevadas, 130 por ciento en los años setenta y 190 por ciento en los ochentas (Sakurai *et al.*, 1996). Sin embargo, la actividad innovadora por sí sola no es suficiente para materializar sus beneficios; el continuo desarrollo alimentario, educativo, de salud y de vivienda en una nación son precondiciones para el éxito de la innovación como estrategia de crecimiento económico, en otras palabras, el progreso tecnológico fundamentado fuertemente en la ciencia será uno de los instrumentos claves que los gobiernos pueden aprovechar a fin de mejorar el bienestar de sus sociedades siempre y cuando la inversión en capital humano sea continua y orientada a incrementar sus capacidades.

A pesar de la contundencia del impacto de la ciencia y la tecnología, no se tiene un conocimiento preciso del proceso innovador que es el mecanismo mediante el cual se concretan los frutos descritos anteriormente.

Los esfuerzos actuales para el entendimiento de la actividad innovadora aclaran cada vez mas los elementos fundamentales de este proceso: ejemplo de estos avances es la relevancia de la difusión del conocimiento y de los distintos mecanismos para conseguirla, desde la actividad propia de la empresa en la generación de tecnología hasta el trabajo conjunto de compañías y centros de investigación básica. Sin embargo, la literatura científica inicialmente estuvo dominada por el pensamiento de Schumpeter y, básicamente, se concentró en la revisión de la influencia del tamaño de empresa y la estructura de mercado sobre la innovación.

El presente trabajo no hubiese sido posible sin el apoyo y cooperación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Durante mi estadia en esta Institución me concentré en el estudio de este fenómeno y se me proporcionaron todos los medios para realizarlo en excelentes condiciones, mis actividades siempre estuvieron intimamente ligadas a mi investigación lo cual me permitió enriquecerla hasta el punto en que se reporta en este documento. También, agradezco profundamente al Consejo por facilitarme toda la información necesaria para completar la base de datos indispensable y llevar a buen término mi proyecto personal. De igual forma, no se puede dejar de señalar que todos los interesados en la innovación y tópicos afines tienen en esta Institución una extensa fuente de información y de experiencia que no debe omitirse.

El objetivo de esta investigación es dilucidar acerca de los factores de la innovación tecnológica en el sector manufacturero de México, a través de un sistema de ecuaciones simultáneas donde las variables endógenas son la innovación, la publicidad y la estructura de mercado aprovechando los datos de la Encuesta Nacional sobre Innovación 1997 a nivel de empresa. Aunque la propuesta que aqui se realiza comprende varias dimensiones del proceso innovador, todavía queda mucho trabajo por hacer con el fin de explotar ampliamente dicho levantamiento de datos y sus futuras realizaciones.

Así el presente documento se ha dividido en seis secciones para abordar esta temática. La sección I describe las interrelaciones entre el cambio tecnológico, las economías basadas en conocimiento, la globalización y los sistemas nacionales de innovación para proporcionar un marco macroeconómico e institucional bajo el cual se desarrolla la innovación. En la segunda sección se hace una revisión extensa de la literatura alrededor de la actividad innovadora, se incluyen la conceptualización y la definición de innovación, una discusión de las medidas de este proceso, las hipótesis relacionadas con Schumpeter de tamaño y concentración, una exposición de otras determinantes de la innovación (entre los cuales sobresalen las características de las empresas y de la demanda, y las

condiciones de oportunidad tecnológica y apropiación de beneficios) y una síntesis de trabajos relacionados con sistemas de ecuaciones. En la sección III se exponen los principales resultados de la Encuesta Nacional sobre Innovación 1997 en el Sector Manufacturero, como marco de referencia y valoración de los resultados que se planteen. La cuarta sección está dedicada a describir el modelo que se utilizara para el análisis, el cual es una adaptación del trabajo de Schulenburg y Wagner (1991). En la sección V se presentan la instrumentación empírica del modelo, los resultados obtenidos en las regresiones y su interpretación económica. En la sección de conclusiones se recapitulan los consensos de la literatura, así como sus recomendaciones para evaluar lo obtenido de este trabajo. Dos de los principales hallazgos son la coincidencia en los efectos relacionados al tamaño de empresa con el consenso académico y la baja o nula explicación de la innovación que brinda la concentración de mercado debido a la inclusión de otros factores de este proceso. También se debe señalar la relevancia de la difusión de tecnología incorporada en bienes de capital dentro del sector manufacturero mexicano. Al final del documento se anexan las salidas originales de las regresiones consideradas, las pruebas estadísticas realizadas y los resultados del documento de Schulenburg y Wagner.



## **I. El Cambio Tecnológico y la Globalización en el Crecimiento Económico y el papel de la Innovación en este entorno.**

Solow en su trabajo de 1957 mostró que el crecimiento económico de los Estados Unidos en el periodo 1909-1949 fue atribuible en un 87.5 por ciento a lo que denominó *Cambio Técnico*, desde entonces se reconoce ampliamente la influencia positiva del *Cambio Tecnológico* sobre el crecimiento económico de los países. Según la OECD (1996b): "La tecnología juega un papel fundamental en el ajuste del desempeño económico, afecta el crecimiento de la productividad, crea y destruye empleos, modifica las habilidades requeridas a la fuerza de trabajo de una economía y ajusta la capacidad de las empresas e industrias para desenvolverse en los mercados internacionales. Sin embargo, sus potenciales ganancias económicas se realizan de acuerdo a la amplitud de la difusión de los nuevos productos y procesos, y también por el desarrollo original de dichos productos y procesos".

En la actualidad, el continuo y acelerado *Avance Tecnológico* y la generalización de la *Globalización* de las economías, aun de las más cerradas, plantean un reto para todas las naciones en donde a pesar de los logros del progreso tecnológico persisten rezagos, ya que dichos beneficios no han llegado a toda la población, sobre todo en las economías en desarrollo. Y aunque el cambio tecnológico modifica muchas cosas, la mayor parte para mejorar, se incurren en costos para conseguir dichas mejoras. Además, el crecimiento económico requiere de una interacción bidireccional entre la tecnología y la actividad económica, es decir "el progreso tecnológico transforma la dinámica económica que lo origina", Aghion y Howitt (1998, p. 1).

La globalización genera un ambiente de mayor competencia donde es necesario el incremento continuo de la productividad y la competitividad, tanto nacionales como empresariales. En este entorno de cambio tecnológico y globalización, las economías desarrolladas están cambiando al paradigma de *Economías basadas en el Conocimiento*. En este paradigma se reconoce la importancia del conocimiento para cambiar los rendimientos decrecientes de los factores en rendimientos crecientes, de tal forma que se asegure un crecimiento sustentable de la economía en un entorno de insumos limitados, en particular el capital.

El conocimiento se transforma en beneficios económicos cuando se integra en bienes y servicios nuevos o mejorados tecnológicamente, es decir, en *Innovaciones*. Pero la actividad innovadora que se gesta en un país es un proceso complejo consistente de distintos tipos de actores, flujos de conocimientos y cooperación entre los

participantes. Así el proceso de generación de conocimiento, su difusión e impacto en la economía se sustentan en los *Sistemas Nacionales de Innovación* que engloba a empresas, centros de investigación públicos, instituciones de educación superior y gobiernos, junto con todo el marco legal e institucional que facilita e incentiva la innovación tecnológica como uno de los elementos fundamentales de la estrategia de desarrollo económico.

A continuación se precisarán los términos cambio tecnológico, economía basada en el conocimiento, globalización y sistemas nacionales de innovación, así como sus relaciones con la productividad, el crecimiento económico y la actividad innovadora de las empresas. La descripción detallada del concepto de innovación se realizará en la siguiente sección.

### *Cambio Tecnológico.*

En la teoría neoclásica, el término cambio tecnológico es representado dentro de la función de producción agregada como un proceso que modifica el conjunto de información de una economía, tal conjunto detalla las relaciones entre insumos y productos de una economía. En otras palabras, si se tiene la función de producción

$$Q = F(K, L, t)$$

donde  $Q$  es el producto,  $K$  el capital y  $L$  la mano de obra, entonces el cambio tecnológico justifica la presencia del tiempo,  $t$ , en la función. En resumen, el cambio tecnológico es el proceso por medio del cual una economía modifica a través del tiempo sus productos y los procedimientos utilizados para generarlos. Se habla de *avance tecnológico* al proceso que permite que una economía obtenga mayores productos de los mismos insumos conforme transcurre el tiempo. Una discusión más detallada del cambio tecnológico la proporciona Stoneman (1983, pp. 3-8) en donde distingue entre cambio incorporado y desincorporado, además plantea el concepto de sesgo o dirección del cambio tecnológico con base en las definiciones tradicionales de neutralidad a la Harrod, Hicks y Solow.

Sin embargo las funciones de producción "tradicionales" solamente hacen énfasis en la mano de obra, el capital, los materiales y la energía, de tal forma que el conocimiento y la tecnología se consideran como influencias externas a la producción. La "Nueva Teoría del Crecimiento" propone integrar el papel tanto del conocimiento como de la tecnología en el crecimiento económico y en el aumento de la productividad y la competitividad.

Las inversiones en investigación y desarrollo experimental (IDE), educación y entrenamiento, y las nuevas estructuras de trabajo gerencial son elementos claves para obtener los efectos deseados del conocimiento y la tecnología. La inversión en conocimiento puede incrementar la capacidad productiva de los otros factores de la producción así como transformarlos en nuevos o mejorados productos y procesos; por esta razón, dicha inversión se caracteriza por sus rendimientos crecientes, lo cual permite a su vez un crecimiento económico de largo plazo, adicionalmente, esta inversión contribuye a la acumulación de conocimiento. A pesar de que el conocimiento y la información se pueden constituir en factores abundantes, por otro lado, persiste la falta de capacidad para usarlos productivamente.

Entre los autores más destacados de las nuevas teorías de crecimiento están Romer y Grossman; por su lado, Aghion y Howitt (1998) ofrecen una recopilación de esta literatura en su libro "Endogenous Growth Theory" y dedican capítulos al planteamiento schumpeteriano, la innovación y la acumulación de capital físico y humano. Sin embargo, la identificación de la relevancia económica del conocimiento se remonta a Adam Smith y sin duda las aseveraciones de Schumpeter resultaron vitales para esta línea de investigación.

#### *Economías basadas en Conocimiento.*

Las economías basadas en conocimiento (EBC) son aquellas que fundamentan sus actividades directamente en la producción, distribución y uso del conocimiento y de la información. Por ejemplo, en las economías desarrolladas de la OECD se observa una tendencia creciente en las inversiones de alta tecnología, en las industrias de alta tecnología, en la mano de obra altamente calificada y en las ganancias de productividad asociadas; también en las referidas economías, los sectores intensivos en conocimiento y de alta tecnología presentaron las mayores dinámicas en términos de producción y empleo, OECD (1996a, p. 7).

En este tipo de economías, además de las inversiones en conocimiento (IDE, educación y entrenamiento, y nuevas estructuras gerenciales), es de vital importancia la distribución del conocimiento mediante redes formales e informales. También son crecientes la codificación y la transmisión de conocimiento a través de las redes teleinformáticas en las nacientes "sociedades de la información". De igual forma, el conocimiento tácito se requiere por su importancia en la capacidad para usar y adaptar el conocimiento codificado, de ahí que el aprendizaje continuo de individuos y empresas sea otra característica relevante en esta clase de economías. Dentro de las EBC, la innovación está impulsada por la interacción entre productores y usuarios que tiene lugar durante el intercambio de

conocimiento codificado y tácito. Como se verá en la siguiente sección, este modelo interactivo de innovación sustituye al tradicional modelo lineal.

Hasta ahora se han mencionado las cuestiones económicas cuando el conocimiento ha sido generado. En las EBC, el *sistema científico* (formado esencialmente por laboratorios públicos de investigación e instituciones de educación superior) desempeña las siguientes funciones claves: producción, transmisión y transferencia de conocimiento. Sin embargo, los sistemas científicos deben balancear sus funciones tradicionales de generación de nuevo conocimiento (proveniente de la investigación básica) y de formación de nuevos científicos e ingenieros con su nuevo e importante papel de colaboración con la industria en la transferencia de conocimiento y tecnología.

La política pública en las EBC promoverá los siguientes aspectos: la actualización del capital humano mediante el acceso a determinadas habilidades, en particular a las capacidades de aprender y entender, el mejoramiento de la capacidad de distribución de conocimientos a través de redes participativas y de la difusión de la tecnología; y la conformación de las condiciones necesarias de cambio organizacional en las empresas a fin de maximizar los beneficios derivados por los incrementos en productividad gracias a la tecnología.

### *Globalización.*

El término globalización se utiliza para describir el flujo libre y creciente de bienes, servicios y factores de la producción (capital, tecnología e información) entre un mayor número de países. Hoy en día la economía mundial está caracterizada tanto por la globalización como por el incesante cambio tecnológico. La globalización genera una mayor competencia en los mercados internacionales y su extensión se ha sustentado en lo siguiente: disminución de los costos de cómputo, comunicaciones y transporte; liberalización de los mercados de productos y factores a través de tratados comerciales multilaterales, libre flujo de capitales e inversión extranjera directa, y reformas institucionales y microeconómicas que han facilitado la entrada de nuevas empresas a los mercados. Por su lado, el cambio tecnológico incrementa la competitividad de las empresas y al igual que la globalización aumenta la competencia entre ellas. Como ya se mencionó, la materialización económica del cambio tecnológico son las innovaciones (radicales o incrementales), las cuales crean demandas adicionales y conllevan mayores niveles de productividad en las empresas.

En este entorno de globalización y cambio tecnológico, un número superior de empresas de más países operan en una cantidad mayor de mercados provocando un incremento en la competencia nacional e internacional.

Así, el papel tradicional del sector empresarial en la generación de crecimiento económico, riqueza y empleo debe apoyarse fuertemente en el sistema científico a fin de asegurar que el efecto positivo de la tecnología e innovación tenga lugar en las empresas. Por la misma razón, las empresas deberán incrementar su capacidad para trabajar en este cambio continuo y construir los activos que les den ventajas competitivas en el futuro.

La flexibilidad y la competitividad de largo plazo se constituyen en dos instrumentos empresariales para enfrentar la globalización y el cambio tecnológico. Para ello, la inversión en nuevas clases de activos es indispensable: en particular las inversiones en activos intangibles como: IDE y tecnología, capacitación y actualización de empresarios, gerencia y trabajadores; organización empresarial; desarrollo de mercados; y software. En otras palabras, la inversión en activos intangibles denota la tendencia de las empresas hacia el modelo de una economía basada en conocimiento. La exigencia de flexibilidad y competitividad ha desencadenado que las unidades productivas sean de menor tamaño en la manufactura y otras áreas de la economía a través de la subcontratación y la reducción del tamaño en las grandes empresas. En adición a lo anterior, las empresas pequeñas y medianas se caracterizan por su rápida adaptación a los cambios referidos y por su importancia en la difusión de innovaciones y en la creación de empleos, al menos en los países miembros de la OECD (OECD 1997a, p. 3)

La política pública a seguir no sólo debe enfocarse al interior del país, sino que debe de tomarse en cuenta la interdependencia económica, de tal forma, que las empresas locales puedan aprovechar las oportunidades comerciales y tecnológicas de otros países. Además de continuar con la liberalización comercial y de inversión, la acción de los gobiernos deben integrar lo siguiente: énfasis en el desarrollo de activos intangibles dentro del sector empresarial, particularmente en tecnología y recursos humanos, así como en la infraestructura de apoyo provista por las instituciones educativas y científicas para el desarrollo de tales activos; fomento a nivel nacional y regional de infraestructura, instituciones e incentivos que ayuden a las empresas a ser más flexibles y competitivas; y congruencia de la política y la regulación prevalecientes con el objetivo de mejorar la competitividad del país o región.

#### *Sistemas Nacionales de Innovación.*

La premisa en la cual se fundamenta el concepto de Sistema Nacional de Innovación (SNI) es que los vínculos entre los actores involucrados en la innovación son elementos claves para intensificar el desempeño tecnológico de un país. El análisis tradicional de medir los insumos y productos solamente permiten describir el

contenido y dirección del esfuerzo tecnológico; sin embargo, es limitada su habilidad para medir la capacidad innovadora de un país. Por ello, este enfoque se concentra en los flujos de tecnología e información entre la gente, empresas e instituciones, así como en el conjunto de relaciones que tienen lugar entre empresas, universidades y centros de investigación públicos. Como ya se ha mencionado antes, es importante respaldar la capacidad innovadora de las empresas y en particular incrementar sus habilidades para identificar y absorber tecnologías

Los flujos de conocimiento o información que deben cuidarse dentro de un sistema nacional de innovación se pueden sintetizar en los cuatro grupos siguientes (OECD 1997b, p. 7)

- 1) Interacciones entre empresas: actividades de investigación conjunta y otras colaboraciones
- 2) Interacciones entre empresas, universidades e institutos públicos de investigación: investigación conjunta, co-patentes, co-publicaciones y vínculos informales.
- 3) Difusión de conocimiento y tecnología a las empresas: adopción de nuevas tecnologías y difusión a través de maquinaria y equipo
- 4) Movilidad de personal: flujos de personal técnico dentro y entre los sectores público y privado

Otros flujos o relaciones que deben tomarse en cuenta dentro de un sistema nacional de innovación son: los flujos de recursos humanos; los vínculos institucionales, los conglomerados industriales (*industrial clusters*); y el comportamiento innovador de las empresas.

El análisis bajo la óptica de sistemas nacionales de innovación ha tomado relevancia recientemente debido a los tres factores siguientes:

- El primero se refiere al reconocimiento de la importancia económica del conocimiento, lo cual se describió en el apartado de economías basadas en conocimiento, en resumen, se puede agregar que un determinante del crecimiento y de la competitividad de un país es el *poder de distribución de conocimientos* de su SNI.
- El segundo factor de relevancia es que el modelo lineal de innovación ha sido rebasado y ahora se requiere de un enfoque sistémico para estudiar el desarrollo de la tecnología. Esto se debe a que las ideas para la innovación pueden provenir de diversas fuentes y en cualquier etapa de la investigación, desarrollo, mercadotecnia y difusión. Además, la innovación se puede dar en diferentes formas (innovaciones de producto o proceso, o bien, innovaciones radicales o incrementales). En resumen, el cambio tecnológico ocurre dentro de una economía de forma compleja y existe una serie de retroalimentaciones entre las etapas comprendidas desde la generación hasta la difusión de la tecnología. Por un lado, se tienen a las empresas que organizan la producción e innovación al mismo tiempo que acceden a fuentes externas de conocimiento, y por el otro, se tienen a las fuentes externas de conocimiento que pueden ser otras empresas, institutos de investigación públicos o privados, universidades u otras instituciones relacionadas.

- El último factor se refiere al elevado número de instituciones que están ahora relacionadas con la producción y difusión de conocimiento. El éxito de las empresas y de la economía estará fundamentado cada vez más en la efectividad de recolección y utilización del conocimiento que se genera en las mencionadas instituciones.

## II. Resumen de la literatura de la innovación.

### A. Concepción amplia de la Innovación.

En este apartado se tiene como propósito establecer un marco de referencia preciso de la conceptualización que se manejará de innovación y del proceso que la genera, para ello en primer instancia se brindarán definiciones concretas relativas a la innovación tecnológica y enseguida se plantearán brevemente los distintos modelos utilizados para analizar el proceso innovador, destacando que se trata de un proceso dinámico e interactivo. Por último, se tipificarán puntualmente las actividades que las empresas realizan para obtener innovaciones.

#### 1. Definición de Innovación.

Uno de los esfuerzos más cuidados para delinear un concepto de innovación con la finalidad de recolectar datos de esta actividad ha sido desarrollado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OECD por sus siglas en inglés, y la oficina de estadísticas de la Comunidad Europea, Eurostat; todo este trabajo ha sido plasmado en el Manual Oslo, OECD/Eurostat (1997). A continuación se transcriben las definiciones que dicho documento ofrece de innovación tecnológica, empresa innovadora, innovación de producto e innovación de proceso.

“Las innovaciones **tecnológicas de producto y proceso (TPP)** comprenden a los productos y procesos tecnológicamente nuevos y a las mejoras tecnológicas significativas en productos y procesos. Una innovación TPP ha sido **instrumentada** si se ha introducido en el mercado (*innovación de producto*) o se ha usado dentro de un proceso productivo (*innovación de proceso*). Las innovaciones TPP involucran una serie de **actividades** científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales. La **empresa innovadora TPP** es aquella que ha instrumentado productos o procesos tecnológicamente nuevos o significativamente mejorados durante el periodo de estudio.”

La definición de **innovación tecnológica de producto** se especifica con base en los conceptos de productos tecnológicamente nuevos y mejorados:

“Un **producto tecnológicamente nuevo** es aquel cuyas características tecnológicas o usos previstos difieren significativamente de aquellos productos previamente generados”.



“Un **producto tecnológicamente mejorado** es un producto existente cuyo desempeño ha sido significativamente acrecentado o actualizado. Un producto *simple* puede mejorarse (en términos de un mejor desempeño o menor costo) a través del uso de componentes o materiales de mayor calidad o funcionalidad, mientras que un producto *complejo* que consista de ciertos subsistemas técnicos integrados puede perfeccionarse mediante cambios parciales a uno de sus subsistemas”

“Una **innovación tecnológica de proceso** es la adopción de métodos de producción nuevos o significativamente mejorados, incluyendo los métodos de suministro de productos a los clientes. Estos métodos pueden incluir cambios en equipo, en la organización de la producción o una combinación de éstos; asimismo, dichos métodos pueden derivarse del uso de nuevo conocimiento. Los métodos pueden destinarse a: la producción o suministro de productos tecnológicamente nuevos o mejorados, los cuales no podrían producirse o suministrarse utilizando los métodos de producción convencionales; o para incrementar esencialmente la eficiencia de la producción o suministro de los productos existentes”.

El término “producto” utilizado en las definiciones anteriores se refiere a bienes y servicios, de tal forma que la definición pueda aplicarse tanto al sector manufacturero como al sector de servicios; sin embargo, cabe señalar la dificultad para aplicar tales definiciones en algunas industrias, específicamente en el sector de servicios. En el Manual Oslo se exponen ejemplos de cada tipo de innovación y en particular ofrece una lista de ejemplos para diferentes actividades de servicios, ver páginas 48 a 51 de la mencionada publicación.

Otro concepto relacionado con las innovaciones es el **grado de difusión** de las mismas, el cual se define de la siguiente forma:

“Una **innovación TPP mundial** ocurre únicamente la primera vez en que un producto o proceso nuevo o mejorado se instrumenta. Una **innovación TPP exclusiva a la empresa** ocurre cuando una empresa instrumenta un producto o proceso nuevo o mejorado, el cual es tecnológicamente nuevo únicamente para la unidad en cuestión y que ya ha sido instrumentada en otras empresas e industrias.”

En caso de que la innovación sea nueva y de alcance mundial se estará hablando de *innovaciones radicales*, en los demás casos se referirá a *innovaciones incrementales*. Es común que las empresas identifiquen a sus innovaciones como radicales, pero esto se atribuye en gran medida a la información imperfecta con que cuentan los empresarios o personal involucrado.

Para finalizar con la definición de innovación es importante describir brevemente lo que el Manual Oslo no considera como innovación TPP. En particular, excluye a las innovaciones organizacionales y a otros cambios a productos y procesos. Las *innovaciones organizacionales* se resumen en las siguientes: la introducción de

estructuras organizacionales significativamente modificadas; la instrumentación de técnicas administrativas avanzadas; y la implantación de estrategias corporativas nuevas o substancialmente revisadas. Existen cambios organizacionales que también pueden considerarse como innovaciones TPP, por ejemplo si la reorganización en cuestión comprende al proceso productivo; sin embargo, para que el cambio en cuestión se considere como innovación debe materializarse claramente en alguna de las formas descritas, y habría que distinguir los casos en que no ocurre así, como en la adopción de estándares de calidad, por ejemplo ISO 9000, que no necesariamente conllevan a innovaciones.

Los otros cambios a productos y procesos que no se cuentan entre las innovaciones TPP son: cambios insignificantes, mínimos o que no incluyen un grado suficiente de novedad; y aquellos cambios que hacen "otras mejoras creativas" donde la novedad no está relacionada con el uso u objetivo de los productos, o bien con la forma en que se producen o entregan dichos productos, asimismo se excluyen los cambios relacionados con cualidades estéticas o subjetivas. En términos más precisos, los cambios insignificantes o no novedosos que se excluyen son: dejar de utilizar un determinado proceso o de comercializar un producto; el reemplazo simple de capital o su ampliación, los cambios resultantes de una modificación en los precios de los insumos, la producción personalizada por tipo de cliente; los cambios estacionales y cíclicos, y la diferenciación de producto de mejoras técnicas mínimas o cambios estéticos, sin embargo si se consideran innovaciones TPP aquellos casos donde la estrategia de diferenciación conlleva a mejoras tecnológicas significativas en el desempeño o propiedades del producto.

Por último, es relevante señalar que las exclusiones mencionadas también pueden contribuir significativamente al propósito empresarial de maximización de beneficios, y como en el caso de las innovaciones organizacionales, pueden implicar importantes ventajas competitivas para las empresas, razón por la cual, es previsible encontrar que este tipo de acciones ocurran en combinación a las innovaciones tecnológicas.

## 2. Los modelos del Proceso Innovador.

Rothwell (1994) hace una revisión de los distintos modelos del proceso innovador e identifica cinco generaciones. Brevemente, estas generaciones son las siguientes: empuje de la ciencia/tecnología, 1950s-mitad de 1960s; arrastre de la demanda, finales 1960s-principios 1970s; modelos mixtos semisecuenciales donde se mezclan los enfoques de empuje de la ciencia y arrastre de la demanda, mitad de 1970s-principios de 1980s; modelos de

integración funcional con actividades concurrentes, mitad de 1980s-1990s, y modelos de integración de sistemas e interacción de agentes innovadores a través de redes lo cual se ve reflejado en los sistemas nacionales de innovación. 1990s. Rothwell concluye, de acuerdo a sus estudios en las empresas japonesas y estadounidenses, que los procesos de innovación fundamentados en la quinta generación tendrán una mayor eficiencia en el tiempo y costo de desarrollo de las innovaciones.

A fin de ilustrar los cambios significativos entre los enfoques iniciales y las concepciones más recientes, se ilustrarán los modelos de empuje de la ciencia/tecnología, arrastre de la ciencia y el de vinculación-encadenamiento de Kline y Rosenberg (OECD, 1992). En los dos primeros modelos es coincidente la concepción lineal del proceso de innovación, es decir, se consideraba que la ciencia básica o las necesidades del mercado eran los detonadores de la actividad innovadora y a continuación, en forma secuencial, se desarrollaban las actividades restantes; lo anterior puede apreciarse en las Figuras 1 y 2. Por otra parte, se considera que estas visiones eran simplificaciones extremas del proceso innovador.

Figura 1. Empuje de la Ciencia/Tecnología.

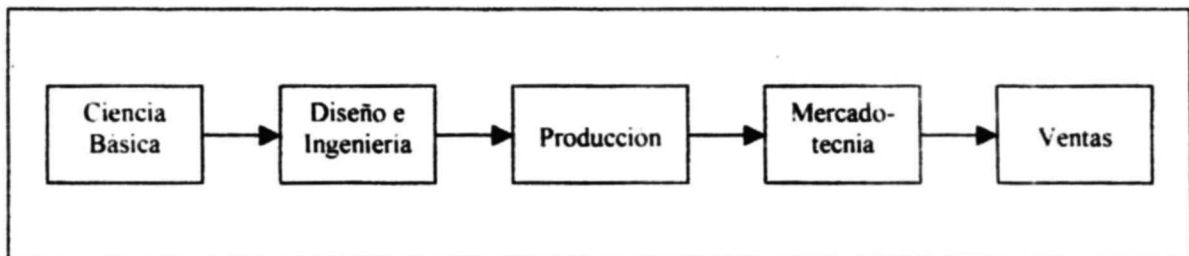
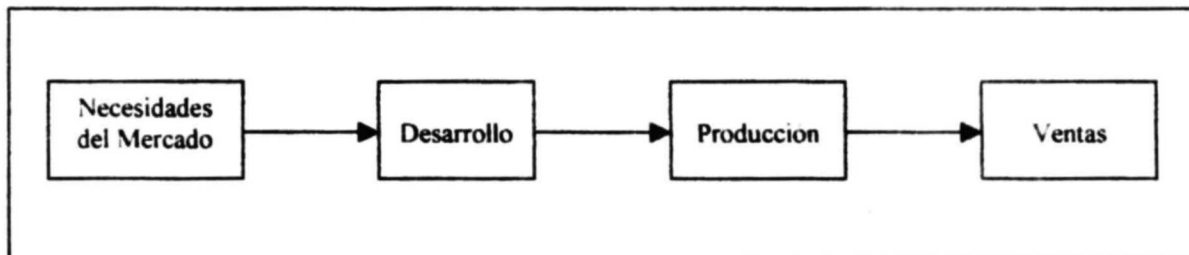


Figura 2. Arrastre de la Demanda.

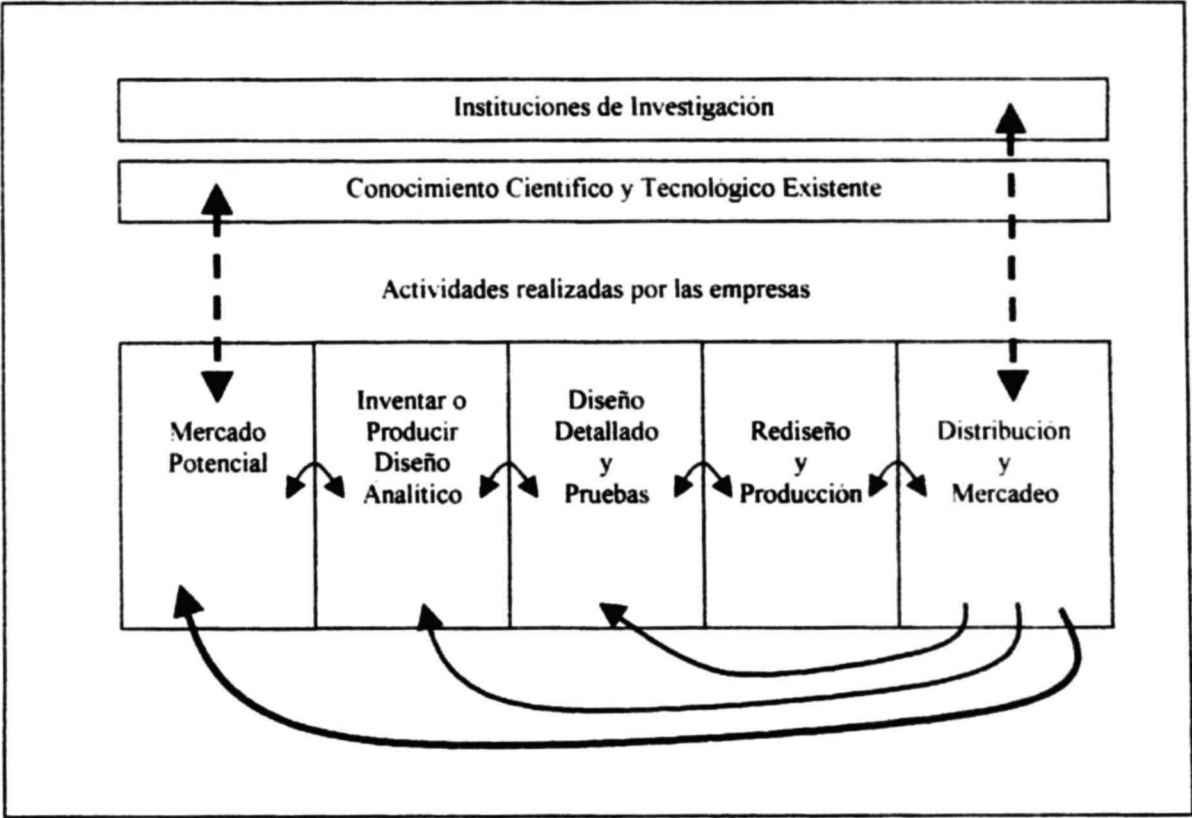


El modelo de vinculación-encadenamiento es una concepción aceptada de la actividad innovadora donde las continuas interacción y retro-alimentación son los elementos claves para la obtención de innovaciones. La

*retro-alimentación* es inducida por la posibilidad de que la innovación se geste en actividades diferentes a la investigación, y la secuencia pueda desarrollarse en sentido inverso a lo previsto por los modelos lineales. Por otro lado, se consideran también las *interacciones* entre las diferentes actividades innovadoras de la empresa y los agentes dedicados a la ciencia y tecnología.

En la Figura 3 se ilustra ambos conceptos: la retro-alimentación (o cadenas) se gesta entre las actividades realizadas por las empresas, dichas cadenas pueden establecerse entre actividades no contiguas, y las interacciones (o vinculaciones) entre las empresas y las instituciones de investigación, así como su acceso a todo el conocimiento existente. Cabe resaltar que el proceso innovador se puede iniciar en cualquiera de las cinco actividades ilustradas y que existen cadenas entre dichas actividades en ambos sentidos como se muestra en el diagrama con las flechas de doble sentido.

Figura 3. Modelo Vinculación-Encadenamiento, Kline y Rosenberg.



Para terminar con la discusión de las concepciones del proceso innovador, es importante resaltar que enfoques como los Sistemas Nacionales de Innovación son resultado del reconocimiento de la dinámica

intertemporal de este proceso donde la interacción entre empresas y generadores de conocimiento, las redes formales e informales de trabajo y la calidad de la base científica y tecnológica de un país son también determinantes de la eficiencia innovadora. Entre los estudios más relevantes que han fortalecido este enfoque se tienen los siguientes:

- Edquist C. (1996, Ed.) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*, Pinter, Londres.
- Lundvall B.A. (1992, Ed.) *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Publisher, Londres; y
- Nelson, R. (1993, Ed.) *National Innovation Systems: A Comparative Study*, Oxford University Press, Oxford.

### 3. Las Actividades Innovadoras.

En este apartado se describirán de manera conceptual las actividades innovadoras que las empresas realizan, tal y como se especifican en el Manual Oslo (OECD/Eurostat 1997); sin embargo, en la Encuesta Nacional de Innovación existen algunas diferencias en la forma en que se recolectó la información concerniente a dichas actividades. Así, estas actividades se catalogan en tres grupos:

- la adquisición y generación de nuevo conocimiento relevante a la empresa,
- otros preparativos para la producción, y
- mercadotecnia.

También se delinearán aquellos casos que requieran de precisar lo considerado como tareas innovadoras. Las actividades innovadoras se pueden llevar a cabo dentro de la empresa o pueden involucrar la adquisición de bienes, servicios o conocimiento de fuentes externas, incluyendo los servicios de consultoría; de esta forma, una empresa puede adquirir tecnología externa de manera incorporada o desincorporada.

#### ***a) Adquisición y generación de nuevo conocimiento relevante a la empresa.***

##### *Investigación y Desarrollo Experimental (IDE).*

La investigación y desarrollo experimental comprende el trabajo creativo llevado a cabo de manera sistemática con el fin de incrementar el acervo de conocimiento, incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de este acervo de conocimiento para proyectar nuevas aplicaciones. A continuación se brindan las definiciones de las tareas comprendidas en la IDE tomadas del Manual de Frascati (OECD, 1993): Investigación Básica, Investigación Aplicada y Desarrollo Experimental.

- La *investigación básica* consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada. Dentro de la investigación básica están comprendidas dos clases: la pura y la orientada. La *investigación básica pura* se lleva a cabo para hacer progresar los conocimientos, sin el propósito de obtener a largo plazo ventajas económicas o sociales y sin el esfuerzo deliberado de poner en práctica los resultados de esa investigación ni transferirlos a los sectores responsables de su aplicación. La *investigación básica orientada* se lleva a cabo con la idea de que produzca una amplia base de conocimientos susceptible de constituir una plataforma que permita resolver problemas ya planteados o que puedan plantearse en el futuro.
- La *investigación aplicada* consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos, sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico y específico.
- El *desarrollo experimental* consiste en trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o la experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos, al establecimiento de nuevos procesos, sistemas y servicios, o a la mejora substancial de los ya existentes.

La construcción y prueba de un prototipo es frecuentemente la fase más importante del desarrollo experimental. Un prototipo es un modelo original (o situación de prueba) el cual incluye todas las características técnicas y los desempeños del producto o proceso nuevo. El desarrollo de software se clasifica como IDE en la medida que involucre la realización de un avance científico o tecnológico, o bien, la resolución de la incertidumbre científica o tecnológica de manera sistemática.

#### *Adquisición de tecnología desincorporada y saber-hacer.*

La adquisición de tecnología externa en la forma de patentes, invenciones no patentadas, licencias, divulgación de saber-hacer (*know-how*), marcas registradas, diseños, patrones, y servicios informáticos y otros científicos y tecnológicos relacionados con la instrumentación de innovaciones TPP; también se incluye la adquisición de software para el cual no existe una clasificación previa.

#### *Adquisición de tecnología incorporada.*

La adquisición de maquinaria y equipo con un desempeño tecnológicamente mejorado (incluyendo el software integrado), los cuales están relacionados con las innovaciones TPP instrumentadas por la empresa.

***b) Otros preparativos para la producción.***

*Instalación de planta e ingeniería industrial.*

Los cambios en los procedimientos, métodos y estándares de producción y de control de calidad y en el software asociado requeridos para fabricar los productos tecnológicamente nuevos o mejorados o para usar procesos tecnológicamente nuevos o mejorados.

*Diseño industrial.*

Los planos y bosquejos concernientes a la definición de procedimientos, especificaciones técnicas y detalles operacionales necesarios para la producción de productos tecnológicamente nuevos y la instrumentación de procesos nuevos.

*Adquisición de otro capital.*

La adquisición de edificios, maquinaria, herramienta o equipo, los cuales no disponen de mejoras en el desempeño tecnológico, pero se requieren para la instrumentación de productos o procesos tecnológicamente nuevos o mejorados.

*Arranque de la producción.*

Puede incluir las modificaciones de producto o proceso, reentrenamiento de personal en las nuevas técnicas o en el uso de la nueva maquinaria, y cualquier producción de prueba que no ha sido incluida en la IDE.

***c) Mercadotecnia de productos nuevos o mejorados.***

Las actividades relacionadas con el lanzamiento de productos tecnológicamente nuevos o mejorados. Puede incluir la investigación preliminar de mercado, las pruebas de mercado y la publicidad de lanzamiento, pero se excluirán la construcción de redes de distribución para las innovaciones.

Para terminar este apartado de las actividades innovadoras, se delinearán aquellas tareas en las cuales es necesario especificar lo que se considerará como actividad innovadora.

El diseño industrial será una parte esencial del proceso innovador solamente si se consideran las actividades antes mencionadas (instalación de planta, ingeniería industrial y arranque de la producción). De igual forma, el diseño industrial puede formar parte de la concepción inicial de un producto o proceso, y por tanto se incluirá dentro de la IDE, o bien se puede requerir para la mercadotecnia de productos tecnológicamente nuevos o mejorados. Las actividades de diseño artístico son innovadoras si están integradas a una innovación TPP; no se consideran innovadoras si se llevaron a cabo para la mejora creativa del producto, por ejemplo solamente para acentuar la apariencia del producto sin un cambio considerable en su desempeño.

El entrenamiento es una actividad innovadora cuando se requiere para la instrumentación de productos o procesos tecnológicamente superiores. El entrenamiento no se considera como actividad innovadora si lleva a cabo únicamente con relación a innovaciones organizacionales, otras mejoras creativas de producto, o cuando no está orientada a la mejora específica de la productividad de la empresa. Ejemplos de actividades de entrenamiento no innovadoras: entrenamiento a nuevos empleados en métodos de producción existentes, capacitación general de actualización, entrenamiento regular en computación y clases de idiomas.

La mercadotecnia es una actividad innovadora cuando se requiere para la implantación de un producto tecnológicamente nuevo o mejorado (y en menor frecuencia para procesos nuevos). No es una actividad innovadora si se realiza únicamente para innovaciones organizacionales, por ejemplo una campaña para promover la nueva imagen corporativa o la nueva estructura de la empresa; de igual forma, se excluye si es parte de otras mejoras creativas del producto o para mantener la participación en el mercado de un producto sin mayores cambios.

El desarrollo, adquisición, adaptación y uso de software invade varias de las actividades innovadoras. Por un lado, el desarrollo de nuevo software o su mejora substancial, ya sea como producto comercial o para uso dentro de un proceso interno, involucra IDE y otra serie de actividades innovadoras. Y por otro lado, muchas de las actividades innovadoras para cierto tipo de innovaciones requieren de software como un proceso y de ahí su adquisición y adaptación.



## **B. Medidas de la Actividad Innovadora.**

Este apartado tiene por intención exponer las mediciones consideradas en la literatura académica relativa a la actividad innovadora y al cambio tecnológico. En comparación de las actividades descritas en el apartado anterior, las medidas revisadas en este apartado no las consideran totalmente, sin embargo, actualmente se están recabando más datos para construir otras medidas y que contemplan a todo el proceso innovador

En general, existe un problema en la medición de la actividad innovadora, pues son parcialmente satisfactorias las mediciones logradas del nuevo conocimiento y de su relación con el progreso tecnológico. Debe tomarse en cuenta que las medidas de innovación presentan los dos siguientes obstáculos: no permiten comparaciones interindustriales; y es difícil de realizar la valuación de innovaciones, en especial cuando la innovación está incorporada en productos de consumo.

Las medidas de innovación se clasifican en: medidas de insumos a la innovación y medidas de productos de la innovación. En particular, las medidas directas de productos de la innovación son escasas. Los esfuerzos realizados, en este sentido, han involucrado a un equipo de expertos técnicos para identificar las innovaciones más significativas. En este trabajo se ha confirmado que las innovaciones tienen un valor económico heterogéneo a pesar de la cuidadosa selección y seguramente reflejan un conjunto numeroso de sesgos no examinados. La mayor parte de los datos recolectados acerca de las innovaciones más significativas se han obtenidos de industrias específicas.

### **1. Medidas de Productos de la Innovación.**

Las patentes se han utilizado, con mayor frecuencia, como medida de producto de la actividad innovadora de las empresas y de las industrias; cabe resaltar la utilidad de éstas cuando están disponibles al nivel de la empresa. También debe anotarse que las patentes tienen un papel fundamental en la apropiación de beneficios derivados de la innovación. Sin embargo, su uso debe considerar claramente sus limitaciones, (Cohen y Levin, 1989), a continuación descritas:

1. No son recomendables las comparaciones intraindustriales e interindustriales.
2. El valor económico de las patentes es altamente heterogéneo.
3. Un gran número de patentes no se explotan comercialmente y, por otro lado, existen innovaciones que no son patentadas.

4. Sólo un pequeño número de patentes está asociado con mejoras tecnológicas radicales
5. La cantidad de patentes no es una buena medida de avance tecnológico cuando se hacen comparaciones internacionales, debido a la tendencia de inventores a patentar y a la forma de contabilizarlas. Una patente puede consistir de varios "derechos", los cuales se contabilizan por separado.
6. La utilidad de los datos de patentes en estudios transversales es inferior.
7. La propensión a patentar varía considerablemente entre industrias, debido a su distinto grado de efectividad como barrera a la imitación. Algunas industrias no son propensas a patentar, v. gr. la electrónica; otras son elegibles para derechos de autor, v. gr. el software de computadoras; y otras más que ni son patentables ni son sujetas de derechos de autor.
8. Existe una toma y daca entre la naturaleza de la tecnología de una industria y sus condiciones de competencia, que llevan a mantener en secreto las innovaciones.
  - (a) Si las patentes revelan información estratégica que de otra forma no es posible obtener, entonces se privilegia el secreto industrial.
  - (b) Si las patentes son señales de competencia tecnológica a los oferentes de capital, entonces estas son preferidas; esto corresponde al caso de las pequeñas empresas.
9. Recientemente se ha planteado el problema de considerar a las patentes como insumo o bien intermedio de la actividad innovadora.

Como ya se comentó antes, la valuación de las patentes no está totalmente definida. La efectividad de la patente en una industria afecta el valor de las acciones de una empresa y se ha encontrado que el gasto en IDE tiene un mayor efecto que el cambio en el acervo de patentes. Por otro lado, el valor de una patente también puede estar determinado por el alcance de sus derramas intra o interindustriales, esto se puede medir a través de un análisis bibliométrico de las patentes.

## 2. Medidas de Insumos a la Innovación.

### a) *Gastos y Empleo en IDE.*

Tradicionalmente, en la mayor parte de los estudios empíricos relacionados con los efectos del tamaño de la empresa y de la estructura de mercado sobre la innovación se utiliza como variable dependiente alguna medida de insumos al proceso innovador. Las dos medidas de insumos más socorridas son: los gastos en IDE y el personal asignado o enrolado en IDE. Estas medidas son una representación aproximada del flujo de recursos destinados a la generación de innovaciones.

Los problemas que surgen al usar los gastos en IDE como medida son los siguientes: la inclusión de la compra de equipo duradero que se amortiza en periodos mucho más cortos a su tiempo de vida útil; y los errores en el registro debido a diferentes métodos de contabilización, al interpretarse ambiguamente las definiciones establecidas por las respectivas instancias u organismos. En cuanto a la utilización del empleo en IDE, las dificultades enfrentadas son: la exclusión del flujo de servicios de los equipos de investigación y materiales de laboratorio; así como los errores de registro como el caso de los gastos en IDE. En general, las medidas de IDE también subestiman las actividades tecnológicas relacionadas con la producción, capturan de manera imperfecta el desarrollo de tecnología en las pequeñas empresas debido a su naturaleza informal, y subestiman el desarrollo de tecnología relacionada con el procesamiento de información (Patel y Pavitt, 1995, pp 20-29).

Las deficiencias de las mediciones en IDE descritas, se confirman con el hallazgo de que el gasto en IDE es menor en comparación a la adquisición de maquinaria y equipo para la innovación. Un estudio de la Comunidad Europea (Evangelista *et al.*, 1997) muestra que mientras la IDE consume el 20 por ciento de los gastos innovadores, la adquisición de tecnología incorporada alcanza el 50 por ciento. El caso mexicano, presenta que la IDE participa con el 18 por ciento y la adquisición de maquinaria y equipo con el 58 por ciento (Conacyt, 1998a). Así es necesario la construcción de un indicador el cual considere tanto la generación como la difusión de la tecnología como lo proponen Papaconstantinou *et al.* (1996).

#### ***b) Acervo de Conocimiento.***

Algunos investigadores han argumentado que una medida apropiada de insumos de la innovación no es únicamente el conocimiento generado en un periodo, sino los servicios que brinda la acumulación de conocimientos y que está a disposición de una empresa. Sin embargo, la conformación de esta variable, acervo de conocimiento, es problemática; en particular Griliches (Cohen y Levin, 1989, p. 1065) identificó tres aspectos del acervo de conocimiento que deben considerarse: la determinación de una tasa de depreciación apropiada; la especificación de los rezagos con los cuales el esfuerzo actual en IDE se adiciona al acervo existente; y el grado en que las derramas del conocimiento generado por otras empresas, por otras industrias, por las agencias gubernamentales o por las universidades complementan el conocimiento generado por la IDE propia de la empresa.

La posibilidad de construir un índice representativo del acervo de conocimientos de una empresa o una industria depende de la factibilidad de precisar los tres parámetros mencionados. Por un lado, la tasa de depreciación

del acervo de conocimiento es endógena al proceso innovador y a la competencia dinámica. La tasa privada de depreciación depende de la obsolescencia y del grado de las externalidades hacia los competidores, por lo cual no puede considerarse un parámetro tecnológico dado. Y por otro lado, dado que la tasa de depreciación, la estructura de rezagos y las derramas difieren a través de las industrias, un flujo correctamente medido de los esfuerzos actuales en IDE no servirá como *proxy* adecuada de los servicios del acervo de conocimientos en las comparaciones interindustriales.

### **c) Otras Medidas de Insumos.**

El flujo o acervo de conocimientos no representa todo el esfuerzo innovador que realizan las empresas, un esfuerzo considerable de innovación se realiza fuera de la operación formal en IDE de una empresa, por ejemplo: la innovación en la línea de producción; el aprendizaje por la experiencia (*learning by doing*), y, generalmente, en las pequeñas empresas no existe operación formal en IDE, la actividad la desarrollan los gerentes e ingenieros de las empresas en parte de su tiempo de trabajo, el cual no está contabilizado (IDE informal).

## **3. Problemática común de las medidas de insumos y productos de la innovación.**

La principal problemática es el supuesto de que el esfuerzo inventivo y la innovación son actividades cualitativamente homogéneas cuando se utilizan las medidas descritas de insumos y productos. En los trabajos iniciales de la literatura, las diferencias entre innovación de proceso y de producto y entre desarrollo experimental e investigación básica y aplicada no estaban completamente consideradas. Al respecto, Lunn (Cohen y Levin, 1989, p. 1066) afirma que las suposiciones de homogeneidad hacen difícil la especificación correcta de modelos empíricos.

Cuando se trabaja bajo este esquema se presentan problemas como los siguientes: algunas variables que se espera afecten la innovación de procesos, no pudieran tener influencia sobre la innovación de productos y viceversa; la importancia de variables explicativas puede diferir entre distintas actividades, por ejemplo el mayor grado de efectividad de las patentes sobre las innovaciones de producto que sobre las de proceso y el mayor efecto de la diversificación sobre la investigación básica que sobre la investigación aplicada y el desarrollo experimental.

Son considerables los esfuerzos actuales para disponer de información detallada del esfuerzo innovador y actualmente existen muchos reportes de las encuestas de innovación llevados a cabo en diversidad de países; sin embargo, todavía existen muchas diferencias en los datos reportados y salvo los países que están

adoptando el Manual Oslo y el estándar CIS-II de Eurostat, los cuales disponen de datos comparables en mayor medida. Esto hará una gran diferencia en los estudios futuros en comparación de la literatura actual, puesto que generalmente los datos utilizados eran agregados y provenían de distintas fuentes. Para el caso de Iberoamérica existen estadísticas especiales para España, Colombia y Chile, además de México<sup>1</sup>. En estos esfuerzos también es importante anotar la presencia de datos acerca de las redes de agentes innovadores y de flujo de conocimiento y tecnología.

### **C. Las Hipótesis de Schumpeter.**

Las ideas de Schumpeter respecto a la innovación son punto de partida de gran parte de la literatura, sin embargo las afirmaciones realizadas por él difieren de las hipótesis empíricas que se le asocian. A este respecto se tienen las siguientes afirmaciones de este autor (Cohen y Levin, 1989):

- La operación de una empresa pequeña (*atomistic firm*) en un mercado competitivo puede ser un vehículo adecuado para la asignación estática de recursos.
- La operación de una empresa grande en un mercado concentrado ha sido “la más poderosa máquina de progreso (tecnológico) y de la expansión a largo plazo de la producción total”.
- “La competencia perfecta es inferior y no tiene justificación para establecerse como modelo de eficiencia ideal”.

Y las dos hipótesis que se le atribuyen son:

- La innovación crece más que proporcionalmente con el tamaño de la empresa.
- La innovación aumenta con la concentración del mercado.

La preocupación de los estudiosos por los efectos del tamaño de la empresa y de la estructura de mercado sobre la innovación ha propiciado la omisión de variables explicativas importantes y potencialmente correlacionadas a tal actividad, por lo cual los resultados obtenidos generalmente están sesgados. Otros enfoques de análisis que no deben de olvidarse son: los efectos sobre el avance técnico de las características nacionales o económicas, tales como las políticas impositivas o la oferta de ingenieros entrenados; la medición de la productividad y su crecimiento, la innovación inducida, la adopción y difusión de innovaciones, y la naturaleza y

---

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Estadísticas (1996), *Encuesta de Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera, 1995*, Santiago de Chile.

Instituto Nacional de Estadística (1997), *Encuesta sobre Innovación Tecnológica en las Empresas 1994*, Madrid.

organización de los procesos de la IDE; el efecto de los factores sociológicos y socio-psicológicos sobre el proceso innovador; y los efectos de la organización interna de la empresa sobre la generación, la adopción y la difusión de las innovaciones.

Las siguientes cuatro revisiones comprensivas de la literatura acerca de la innovación presentan una recopilación exhaustiva y crítica de las investigaciones alrededor de las hipótesis schumpeterianas, pero que también abundan en la importancia de tomar en consideración otros factores que han sido detectados de relevancia. Dichas compilaciones son las siguientes:

- Cohen W.M. y R.C. Levin (1989) "Empirical Studies of Innovation and Market Structure" en Schmalensee R. y R.D. Willing (editores) *Handbook of Industrial Organization*, Volume II, Elsevier Science Publisher B.V., pp. 1059-1107.
- Freeman C. (1994) "The economics of technical change", *Cambridge Journal of Economics*, 18, pp. 463-514.
- Cohen W.M. (1995) "Empirical Studies of Innovative Activity" en Stoneman P. (editor) *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, pp. 182-264.
- Symeonidis G. (1996) "Innovation, Firm Size and Market Structure: Schumpeterian Hypotheses and some New Themes" en *Economics Department Working Papers OECD*, No. 161, Paris.

La discusión que se realizará de las proposiciones de Schumpeter y de los otros factores se basa en los trabajos de Cohen, Levin, y Symeonidis, de tal forma que se sintetizan los hallazgos de Cohen y Levin y después se complementan con las apreciaciones de Symeonidis. El trabajo de Freeman también revisa las aseveraciones schumpeterianas y da una estructura lógica acorde a las conclusiones de la relevancia de la difusión y aprendizaje de la tecnología, así como el marco institucional y legal, en la innovación; sin embargo, este trabajo no se consideró integralmente en la discusión.

## 1. Tamaño de Empresa e Innovación.

Schumpeter resaltó la importancia de las diferencias cualitativas de la actividad innovadora a través de las empresas, y en particular enfatizó el hecho de que las corporaciones grandes y modernas poseen laboratorios formales de IDE. Esta aseveración se ha interpretado en la literatura empírica con la siguiente *proposición empírica*:

"Existe una relación positiva y continua entre el tamaño de empresa y la innovación".

Los argumentos que se ofrecen en favor de la proposición empírica se enlistan a continuación.

1. Las imperfecciones del mercado de capital dan ventaja a las grandes empresas en el financiamiento de proyectos riesgosos de IDE, debido a la mayor disponibilidad y estabilidad de los fondos generados internamente por tales empresas. Además, las empresas grandes tienen acceso a más posibilidades de financiamiento externo y tienen una mayor capacidad financiera interna.
2. Existen economías de escala en la tecnología de IDE y en la producción de innovaciones.
3. La IDE es más productiva en grandes empresas como resultado del complemento entre la IDE y otras actividades no-fabriles (mercadotecnia y planeación financiera) las cuales se desarrollan mejor en las grandes empresas (economías de alcance).
4. Los rendimientos de la IDE son mayores cuando el innovador posee mayores volúmenes de ventas, sobre las cuales puede distribuir los costos fijos de la innovación que regularmente son elevados.
5. Las empresas grandes y diversificadas están en mejor posición para explotar las innovaciones imprevistas resultantes de la investigación básica reduciendo el riesgo asociado a la IDE.
6. Las grandes empresas pueden realizar varios proyectos al mismo tiempo y distribuir el riesgo de la IDE.

Los argumentos tradicionales en contra de la proposición empírica se refieren a que cuando las empresas crecen se presentan las dos situaciones siguientes: la eficiencia de la IDE se ve degradada por la pérdida de control gerencial; y los incentivos de los científicos y empresarios se atenúan conforme su habilidad para capturar beneficios derivados del esfuerzo en IDE se ve disminuida. En particular, Schumpeter también sugirió que la burocratización de la actividad inventiva puede debilitar el desarrollo capitalista.

En la mayor parte de los casos, la interpretación de esta hipótesis schumpeteriana se ha verificado mediante regresiones lineales de alguna medida de innovación (de insumo o producto) sobre una medida de tamaño (ventas o número de empleados). Es común encontrar que las medidas de innovación se especifican en forma de intensidad, por ejemplo la intensidad de la IDE, ya sea en gasto o en personal, se toma como la razón entre los recursos asignados a la IDE entre las ventas o el total de personal, respectivamente; para los productos de la innovación, las patentes son la medida más utilizada en los estudios. En general, los estudios han sido de corte transversal y para industrias específicas, en donde las relaciones detectadas difieren de industria a industria y no confirman la hipótesis de relación positiva entre tamaño e innovación. Otros estudios han incluido condiciones de apropiación de beneficios y de oportunidad tecnológica (las cuales se discutirán más adelante), al mismo tiempo que distinguen los efectos del tamaño de unidad de negocios y de la empresa. En algunos trabajos se han tomado en cuenta medidas directas de la innovación, es decir, la identificación y conteo de innovaciones gestadas en un determinado periodo de tiempo.

Al igual que las patentes, el conteo de innovaciones tiene inconvenientes como son su distinto valor económico y los problemas existentes para hacer comparaciones. Otra problemática de los conteos es la influencia de la innovación de procesos sobre la innovación de productos, así como los efectos conjuntos y aislados de cada tipo de innovación. A pesar de ello, la especificación de innovación tecnológica así como su taxonomía tienen una mayor aceptación debido a la precisión de las definiciones propuestas en el Manual Oslo. Otra medida propuesta en dicho documento es la participación de las innovaciones en las ventas de una empresa; esta es una medida con un valor preciso y de posible comparación intra e interindustrial. Sin embargo, existen problemas en la contabilización sobre todo en el caso de las innovaciones de proceso, ya que éstas se orientan principalmente a la disminución de costos y su impacto se ve plasmado con mayor claridad en el margen precio-costo lo cual, a su vez, conlleva otros problemas de registro de datos, por ejemplo, disponer de índices industriales de precio y costo de las innovaciones. El estándar CIS-II de Eurostat propone dividir las ventas en tres apartados: ventas de nuevos productos, ventas de productos mejorados y ventas de productos sin cambios significativos; dicha clasificación no resuelve claramente el efecto de la innovación de procesos sobre esta dimensión de medida, de tal forma que una empresa innovadora de proceso aparecería como no innovadora de acuerdo a esta medición al no tener forma de reflejar su desempeño innovador. A pesar de sus inconvenientes, es una línea de investigación que debe ser explorada en ejercicios futuros.

Entre las principales razones de divergencia entre los estudios empíricos se tienen las siguientes: la naturaleza no aleatoria y sesgada de las muestras consideradas; el limitado control sobre las características de las empresas y de las industrias, dada la correlación, por ejemplo, de la diversificación, las capacidades complementarias, las economías de escala de la IDE y los recursos financieros con el tamaño de empresa, la agregación de las unidades de negocios en las grandes empresas; los errores de medición derivados de la agregación de los datos; y la exclusión del efecto de la innovación sobre el crecimiento de la empresa y la necesidad de la endogenización del tamaño de la empresa.

Por otro lado, la *proposición débil* se refiere a una interpretación más precisa de la aseveración de Schumpeter con relación al tamaño de las empresas: "los laboratorios de IDE formalmente organizados y administrados por las grandes corporaciones son la mayor fuente de la innovación en la moderna sociedad capitalista". Alrededor de tal afirmación existen los siguientes puntos de controversia: las grandes empresas ejercen la mayor parte de la IDE, sin embargo la productividad de la misma es discutible pues no es claro que contribuyan



mayoritariamente con las innovaciones; la contribución relativa de las pequeñas y grandes empresas depende de las condiciones de la industria, en particular de la estructura de mercado, pues las grandes son más innovadoras en industrias concentradas con grandes barreras a la entrada y las pequeñas son más innovadoras en industrias menos concentradas y menos maduras, según Acs y Audretsch (1987).

El argumento asociado a las economías de escala y de alcance ha sido estudiado con base en relaciones de la productividad de la IDE y el tamaño de empresa, de tal forma que no se miden precisamente dichas economías. Al interior de la empresa este argumento se fundamenta con la existencia de derramas entre proyectos de IDE y el efecto positivo de los grandes equipos de trabajo sobre la productividad de los investigadores derivado tanto de la interacción como del complemento entre ellos. Los análisis empíricos enfrentan la problemática de medición de insumos y productos; sus hallazgos no soportan el argumento schumpeteriano pues en la mayoría de los casos han revelado una presencia predominante de rendimientos decrecientes para el gasto en IDE, así como una mayor productividad innovadora de las pequeñas empresas. El análisis basado en la productividad debe ser ponderado con el valor de las innovaciones; sin embargo, la información disponible solamente refleja la significación de las innovaciones y en este terreno existen distintos patrones de desempeño innovador. Cuando se consideran las patentes, los resultados tampoco son concluyentes.

Entre otros atributos de la empresa relacionados con la innovación y el tamaño se tienen a la generación interna de recursos financieros, la diversificación y otros factores no tradicionales como la atención a clientes y la capacidad gerencial. La capacidad financiera interna y la diversificación son variables correlacionadas al tamaño de las empresas. En cuanto a los fondos internos, su importancia también se debe a la imperfección del mercado de capital y el requerimiento de financiamiento de la actividad innovadora; en este terreno las grandes empresas presentan una mayor capacidad financiera. Las empresas de mayor tamaño también presentan ventajas en el desempeño a través de diferentes actividades industriales, de tal forma que sus canales de distribución y publicidad se pueden constituir en barreras a la entrada; además, la incertidumbre intrínseca de los resultados de la investigación básica hace que las empresas diversificadas tengan más oportunidades en el uso del nuevo conocimiento. Los anteriores factores se analizarán con mayor detalle en el apartado "Características de la Empresa".

Otro aspecto identificado de relevancia son las interacciones entre los distintos agentes innovadores. Las relaciones entre empresas grandes y pequeñas para aprovechar innovaciones ya sea la adquisición de las

segundas por las primeras o la subcontratación de las pequeñas por las de mayor tamaño. También es importante el papel que desempeñan las instituciones como universidades, sociedades técnicas y gobierno en el flujo de conocimiento y tecnología; es decir, la división del trabajo innovador entre las generadoras de conocimiento y las empresas enroladas en su explotación comercial. De igual forma son relevantes las relaciones de las empresas con sus clientes y proveedores.

Los patrones empíricos más robustos identificados por Cohen (1995) y que relacionan la IDE y la innovación con el tamaño de la empresa se describen a continuación: entre las empresas que realizan IDE, este gasto se incrementa monótonicamente –y regularmente de manera proporcional- con el tamaño de la empresa; el número de innovaciones tiende a crecer menos que proporcionalmente conforme mayor tamaño; y la productividad de la IDE decrece con el tamaño de la empresa. La racionalidad completa a estos hallazgos la ofrecen Cohen y Klepper (1996a) y, en conclusión, aseveran que las grandes empresas no tienen desventaja en la competencia en IDE, sino que estas empresas tienen una capacidad superior de beneficiarse de su IDE gracias a las ventajas provenientes del prorrateo los costos, lo cual les permite ejecutar varios proyectos simultáneamente; sin embargo, estos autores reconocen que la ventaja no se debe al tamaño *per se*, sino a las condiciones de apropiación que restringen a las empresas a explotar las innovaciones mediante su propia producción y a que el tamaño actual de la empresa limita el crecimiento relacionado a la innovación.

Lo anterior supone que los costos fijos de la IDE son grandes e independientes del tamaño del mercado, de tal forma que las grandes empresas poseen una posición ventajosa. Sin embargo, la información disponible muestra una heterogeneidad en tales costos, ya sea a nivel de industria, por proyecto o tipo de innovación, incluso a través del tiempo existen diferencias. En el supuesto de que los costos sean elevados, las empresas pequeñas tienen la posibilidad de realizar la IDE conjuntamente para compartir el costo entre varias de estas compañías; pero la evidencia existente indica que las empresas grandes son más propensas a realizar convenios conjuntos que las pequeñas. También este comportamiento participativo no es una práctica generalizada, por ejemplo la industria de la tecnología de la información concentró durante los años ochentas cerca del 40 por ciento de las alianzas tecnológicas (Symeonidis, 1996, p. 18). En síntesis, lo único que se puede esperar cuando los costos de la IDE son elevados es que las empresas sean grandes y no se puede aseverar que estas empresas dispongan de ventajas para la innovación dado que el tamaño y la estructura de mercado se determinan endógenamente.

Symeonidis (1996) propone los siguientes consensos acerca de la relación tamaño de empresa e innovación. La mayoría de las más pequeñas empresas no se involucran en IDE, aunque el grado en que las pequeñas empresas realizan IDE informal es difícil de precisar. La IDE crece más o menos que proporcionalmente con el tamaño de empresa únicamente después de cierto umbral, aunque existen variaciones entre industrias, periodos de tiempo y países. La evidencia acerca de la relación entre productos de la innovación y tamaño de empresa no es concluyente, en algunos casos se ha encontrado que el producto innovador aumenta menos que proporcionalmente y en otros casos concretos el comportamiento es diferente. Las empresas pequeñas parecen producir relativamente más innovaciones u obtener más patentes de acuerdo a su gasto en IDE formal que las compañías grandes.

También Symeonidis identifica tres limitaciones en los estudios de la relación tamaño de empresa e innovación. En primer instancia se refiere a lo poco que se ha aprendido de los mecanismos específicos que presuntamente tienen injerencia en esta materia, tales como economías de escala, restricciones financieras, condiciones de apropiación, etcétera. Este autor plantea que el tamaño de empresa y la innovación están determinadas endógenamente dentro de un complejo sistema donde la oportunidad tecnológica, la interacción estratégica, las características de la demanda y el azar tienen papeles importantes. Por último, dada la alta variabilidad del patrón tamaño-innovación a través de las actividades industriales, podría ser más útil hacer énfasis en factores específicos que afecten la innovación, el tamaño de empresa y la interacción entre estos, que tratar de establecer un patrón global que pudiera no existir.

## 2. Estructura de Mercado e Innovación.

Schumpeter sugirió los cuatro efectos siguientes del poder de mercado y la estructura de mercado sobre la actividad innovadora.

1. La existencia de una expectativa de poder de mercado (*ex post*) es un incentivo para que las empresas inviertan en IDE; lo anterior es el fundamento de las patentes.
2. Una estructura de mercado oligopólica *ex ante* y la posesión de un poder de mercado *ex ante* favorecen la innovación; un oligopolio hace que el comportamiento de los rivales sea más estable y predecible, por tanto reduce la incertidumbre asociada a una rivalidad excesiva tendiente a reducir los incentivos a inventar.
3. Las empresas con mayor poder de mercado *ex ante* se pueden apropiar con mayor facilidad de los rendimientos de la innovación.

4. Bajo el supuesto de que los mercados de capital son imperfectos, los beneficios económicos derivados de la posesión de un poder de mercado *ex ante* proveen a las empresas de los recursos financieros necesarios para invertir en la actividad innovadora.

La más importante refutación a estos argumentos se refiere a que el poder de mercado basado en la ausencia de una fuerte presión competitiva, puede llevar a una actitud no innovadora de las empresas establecidas.

En general, la literatura relacionada revisa directamente la conjetura de la estructura de mercado *ex ante*, y sólo de manera indirecta se estudia el poder de mercado *ex ante* caracterizándolo con las condiciones de apropiación de beneficios. Los efectos hallados de la estructura de mercado sobre la innovación son contrastantes. Por un lado, algunos de los estudios empíricos han validado la hipótesis de Schumpeter: las empresas en mercados concentrados se apropian con mayor probabilidad de los rendimientos de la actividad innovadora. Fellner y Arrow (Cohen y Levin, 1989), bajo el supuesto de apropiación perfecta *ex post*, aseveran teóricamente que las ganancias derivadas de la innovación, en el margen, son mayores en una industria que es competitiva *ex ante* que bajo condiciones de monopolio. Y por último, el aislamiento de las presiones competitivas cultiva la inercia burocrática y desincentiva la innovación, según afirmación de Scherer (Cohen y Levin, 1989).

La mayoría de los análisis referentes a la concentración e IDE muestran una relación positiva entre ellas, sin embargo, unos cuantos estudios han encontrado relaciones negativas y otros más relaciones no lineales en forma de U invertida. En cuanto a la dirección de la causalidad entre innovación y estructura de mercado existen los siguientes motivos: bajo la premisa "éxito produce éxito", la estructura industrial concentrada es resultado de la innovaciones pasadas, la cual a su vez puede afectar las condiciones de la innovación futura; Schumpeter, por su lado, sugirió que el poder de mercado acumulado debido a innovaciones exitosas se debilita conforme entran nuevos competidores. La concentración de un mercado también está influenciada por el tipo de empresa que realiza la innovación, si las establecidas la realizan se incrementa la concentración, y de si el efecto de la innovación sobre la escala mínima eficiente es mayor al crecimiento de la demanda.

La determinación simultánea de la actividad innovadora y de la concentración de mercado toma en consideración una causalidad en ambas direcciones dentro de un sistema complejo, al igual que en el caso del tamaño de empresa. Una alternativa de análisis es el uso de variables instrumentales para medir los efectos de la estructura de mercado sobre la innovación. Otra forma de abordar esta situación es mediante un sistema de ecuaciones, en

particular se han considerado como variables endógenas a la concentración y la intensidad de la IDE, otros más han tomado en cuenta a la publicidad, el margen precio-costo o los rezagos en la inversión en IDE.

Symeonidis (1996) asevera que tanto la endogeneidad de la actividad innovadora y la estructura de mercado como la multiplicidad de los posibles equilibrios son elementos claves para la comprensión de los vínculos entre innovación y estructura de mercado. Dentro de esta temática se han estudiado los factores que determinan la evolución del liderazgo tecnológico y participaciones de mercado en industrias intensivas en IDE. El aprendizaje por la experiencia influye en el comportamiento estratégico de las empresas, al menos en la industria de semiconductores, de tal forma que los líderes adquieren mayores capacidades para mejorar la calidad en comparación a las nuevas empresas, sin embargo la alta participación inicial del mercado decrece conforme nuevas generaciones de productos se introducen. En contraste, dentro de la misma industria de semiconductores, hay casos en donde este mecanismo no ha sido determinante y las empresas entrantes han brincado tecnológicamente (*leapfrogging*) a las establecidas. Así, el aprendizaje por la experiencia es ventajoso para los establecidos en productos donde las innovaciones incrementales requieren de un proceso largo, predecible y continuo. En cambio los brincos tecnológicos ocurren cuando las mejoras son menos predecibles y existen discontinuidades tecnológicas (esto es, cambios drásticos en el tipo de producto o proceso). Los análisis recomendados en esta línea de investigación deberán tomar en consideración las economías estáticas de escala, las economías dinámicas de aprendizaje, la continuidad tecnológica y la estructura organizacional de la empresa.

El ambiente internacional también tiene efectos sobre la innovación, en particular los innovadores domésticos responden a la creciente competencia externa la cual erosiona el poder de mercado local. Esta temática ha sido estudiada con modelos *ad hoc* de corto plazo, sin embargo para su estudio en el largo plazo se requieren de series más largas y de modelos que hagan endógenas a las variables consideradas exógenas en el corto plazo.

El resultado más frecuente es que el efecto de la concentración sobre la intensidad de la IDE depende de otras variables a nivel industrial. Algunas características de la industria relevantes son: *tipo de tecnología* (química, eléctrica, mecánica y tradicional, por citar un ejemplo), *tipos de producto* (duraderos o no duraderos, de consumo final o intermedios), y *oportunidad tecnológica* (alta o baja oportunidad). Al introducir estos controles en las regresiones, se identifica que la concentración pierde significación estadística, lo mismo ocurre al introducir condiciones de apropiación de beneficios, en general, la concentración contribuye poco en la explicación de la

varianza de la IDE. El grado de diferenciación de productos también condiciona la relación concentración e intensidad de IDE. La intensidad de publicidad es una variable determinada conjuntamente con la IDE y la concentración, y es una buena representación de las características del producto. Otras condicionantes de la relación estructura de mercado e innovación son la incertidumbre tecnológica (entendida como el lapso promedio de tiempo entre el inicio del desarrollo de un producto nuevo y su introducción al mercado), la incertidumbre financiera asociada a la IDE, el estadio prevaleciente del ciclo de vida de la tecnología y el ciclo de vida del producto. Pero también se ha aseverado que la innovación durante el siglo XX ha sido una fuerza desconcentradora, basados en el argumento de relación positiva entre la innovación y la entrada de nuevas empresas; adicionalmente, la entrada de empresas parece causar la innovación en el corto plazo.

Al igual que Cohen (1995), Symeonidis (1996) propone que las investigaciones en la relación innovación-estructura de mercado no han sido determinantes. Pero sugiere los siguientes puntos de importancia: existe poca evidencia de una relación positiva entre concentración e intensidad de IDE y se cumple bajo ciertas circunstancias; existe menor evidencia para la relación positiva entre los productos de la innovación y la estructura de mercado; y las características industriales, como la oportunidad tecnológica, explican más la relación de las actividades innovadoras que la estructura de mercado.

Para terminar este apartado de las hipótesis de Schumpeter, se enuncian las cuestiones metodológicas que deben atenderse con relación a lo hallado a lo largo de la literatura e identificadas por Cohen (1995): la interpretación de las relaciones observadas o la investigación de sus orígenes es una tarea difícil y aún más sin la disciplina impuesta por un modelo teórico; la dificultad existente para inferir relaciones dinámicas importantes a partir de análisis transversales y de datos en panel para periodos cortos de tiempo; y la omisión de variables importantes y posiblemente correlacionadas, que influyen a las variables dependientes, puede conducir a inferencias erróneas de los efectos de las variables independientes. Es importante que el estudio de las proposiciones schumpeterianas se realice bajo el marco de un modelo completo de la determinación del progreso tecnológico.

## **D. Otros Elementos de Análisis.**

Cohen y Levin (1989) y Cohen (1995) proponen que las características de la empresa y de la industria explican mejor las diferencias interindustriales de la actividad innovadora que el tamaño y la estructura de mercado. Los aspectos industriales identificados por estos autores son las características de la demanda, la oportunidad tecnológica y las condiciones de apropiación de beneficios. Por su lado, Symeonidis (1996) explica con mayor detalle los mecanismos por los cuales las proposiciones schumpeterianas debieran ser positivas y también explora el comportamiento estratégico de las empresas, el efecto de la demanda y la naturaleza estocástica de la innovación y el crecimiento de las empresas, tocando alguno de los argumentos revisados por los primeros autores pero con diferente enfoque como son la diversificación, las restricciones financieras y las condiciones de apropiación.

En particular, no existe un entendimiento claro y preciso acerca de las fuerzas clasificadas bajo los rubros de oportunidad tecnológica y apropiación de beneficios, sobre todo de cómo deben conceptualizarse y cómo definirse operacionalmente. Aun cuando haya alguna variable bien definida con una hipótesis clara de su influencia, no existen los datos necesarios o confiables para realizar el trabajo empírico. Por otra parte, las condiciones de la demanda, de oportunidad tecnológica y de apropiación que enfrenta una empresa tienden a cambiar más lentamente que el tamaño de empresa y la estructura de mercado; por tanto, dichas condiciones se toman razonablemente como dadas para el análisis de las diferencias interindustriales en la actividad innovadora y en la evolución de la estructura de mercado.

### **1. Características de la Empresa.**

A través de la literatura se ha identificado la importancia de considerar los efectos sobre la actividad innovadora de otras características de la empresa diferentes a su tamaño. Las peculiaridades más analizadas son el flujo de efectivo y la diversificación, de las cuales se ha encontrado que explican menos del 10 por ciento de la varianza en la intensidad de IDE.

El flujo de efectivo es una medida de la capacidad financiera interna de la empresa. El argumento de soporte, como ya se estableció, se debe a la mayor capacidad de las empresas grandes y a las imperfecciones del mercado de capitales ante los elevados costos fijos que típicamente requieren los proyectos de IDE y que son independientes del tamaño del mercado. Existe un desacuerdo con esta racionalización, en el sentido de que el flujo

de efectivo representa la liquidez actual y no es una señal de la rentabilidad futura de la inversión en IDE; otra interrogante se refiere a si el flujo de efectivo representa, más bien, a la rentabilidad de inversiones pasadas. En la mayoría de los casos, se ha encontrado que el flujo de efectivo está asociado con niveles elevados de intensidad en IDE. Para Symeonidis (1996), los trabajos reportados indican que la existencia de restricciones financieras limita la innovación en las pequeñas empresas o en compañías con poco poder de mercado; pero también hace la advertencia de que tales resultados pueden tener interpretaciones alternas y que la existencia de restricciones financieras no implican que los mercados de capitales sean imperfectos.

Ciertos hallazgos muestran que el flujo de efectivo es causante de la IDE en las pequeñas empresas, en particular aquellas pertenecientes a industrias intensivas en IDE. En cambio, se ha detectado que las empresas invierten más en innovación cuando su desempeño cae por debajo de cierto nivel mínimo. Cuando se relaciona la intensidad de IDE y el grado de apalancamiento se detecta una correlación negativa; en este sentido, las empresas pequeñas financian su esfuerzo en IDE con deuda mientras que las grandes empresas lo hacen a través de capital social. Por otro lado, es plausible pensar que el gasto en IDE se determina simultáneamente con otras formas de inversión y otras decisiones financieras. Una arista más de análisis es la fuente de los recursos económicos para la actividad innovadora, en general se ha encontrado que la mayoría de las empresas utilizan recursos propios para el financiamiento de la actividad innovadora (Symeonidis, 1996, p. 23).

Con relación a la diversificación, el principal argumento es la relación entre diversificación de productos y la investigación básica, cuyos resultados son impredecibles; de tal forma que las empresas diversificadas poseen más oportunidades de explotar los nuevos conocimientos. Por otro lado, la diversificación también está relacionada con el tamaño de la empresa, es decir, las empresas grandes y diversificadas están en mejor posición de aprovechar complementariamente las diversas actividades económicas que realizan, así como las economías de escala y alcance asociadas a la IDE; sin embargo, pueden existir actividades para las cuales no se cumpla tal relación. Los dos argumentos anteriores coinciden con el resultado de Arrow (Cohen 1995, p. 200) "el mercado de información es imperfecto y la apropiación será mejor si el conocimiento se aplica internamente que si se vende". Un tercer argumento lo provee Symeonidis (1996), las empresas grandes pueden realizar simultáneamente varios proyectos para disminuir el riesgo de la IDE.



En cuanto a la evidencia empírica, se ha detectado un efecto positivo de un índice de diversificación en regresiones transversales entre las patentes y la intensidad de IDE sobre el tamaño de empresa, pero también se ha hallado que la diversificación puede tener relaciones ambiguas, la cual puede estar determinada por la actividad industrial. La diversificación parece ser más efectiva si ésta se orienta a industrias relacionadas tecnológicamente y en particular aquellas actividades con un alta apropiación de beneficios. También la diversificación puede considerarse como resultado de la acumulación de conocimiento resultante de la inversión intangible en IDE.

Los resultados no son robustos para la diversificación y el flujo de efectivo, y en general existe poca atención a la influencia de otras variables industriales, en adición a problemas de medición, de contabilización (por ejemplo, considerar la IDE como gasto y no como inversión) y de sesgo en las muestras, las cuales están generalmente orientadas a empresas grandes y diversificadas.

Otras posibilidades de análisis a nivel de empresas es la distribución de las intensidades de IDE empresarial dentro de cada industria, en donde el análisis estocástico es adecuado debido a la existencia de determinantes no observables de la IDE. Por otro lado, la alternativa de medir determinantes observables de la actividad innovadora requiere de un conocimiento profundo de la naturaleza de las tecnologías y las tareas realizadas para innovar dentro de las industrias sujetas de estudio. Por ejemplo, es importante tener información acerca de la participación de las distintas actividades innovadoras en el total del gasto realizado. Debido a esta razón, la realización de estudios de caso es recomendable para dar luz acerca de los mecanismos internos del proceso innovador y las determinantes del desempeño innovador. Algunos estudios por actividad industrial han resaltado el papel de la organización del desarrollo de producto y la orientación a la investigación aplicada con el fin de explicar la productividad de la IDE. Otros investigadores han sugerido que las capacidades de las empresas establecidas y entrantes determinan su patrón innovador, las compañías entrantes invierten más en innovaciones radicales o su productividad de la IDE es mayor. Los análisis cualitativos han resaltado la relevancia de las capacidades relacionadas a la IDE (por ejemplo, el vínculo entre mercadotecnia, producción e IDE) determinan el éxito innovador; en el mismo terreno se tiene la capacidad para utilizar y adaptar innovaciones, el tipo de organización del desarrollo de productos, el nivel de experiencia de los ingenieros, la calidad de las fuentes de información y los sistemas de procesamiento de información. Dentro de los factores no tradicionales de éxito en la actividad innovadora se pueden mencionar los identificados por Rothwell *et al.* en el proyecto SAPPHO (Cohen y Levin,

1989): atención privilegiada de las necesidades de los usuarios; mercadotecnia efectiva; gerencia eficiente en el proceso de desarrollo; habilidad para utilizar la tecnología externa y comunicarse con la comunidad científica externa en áreas relevantes a la innovación; y una administración de proyectos en manos de individuos profesionales y experimentados.

Así, la investigación alrededor de las capacidades relacionadas con la actividad y el desempeño innovador sugieren que tanto las habilidades organizacionales y de procedimiento como la experiencia técnica o relacionada con las áreas substantivas de la empresa determinan el grado de desempeño innovador, pero en general, los estudios de caso han considerado que estas capacidades están exógenamente determinadas y no han considerado el efecto de la capacidad de aprendizaje y entendimiento que pueden cambiar dinámicamente tales habilidades. Por otra parte, se ha propuesto que a mayor diversidad en capacidades y actividades innovadoras mayor avance técnico se gestará; existen dos razones complementarias del argumento anterior: la primera se debe al efecto de "selección" que tiene lugar cuando se aplican muchos enfoques a un solo objetivo tecnológico y posteriormente el mercado selecciona el enfoque que proporciona el mayor avance tecnológico; y, en segundo lugar, está el efecto "respiro" en el cual se atribuye un mayor progreso técnico a la mayor diversidad de objetivos no rivales y posiblemente complementarios.

Otras consideraciones que explican las diferencias en la innovación a nivel de la empresa son: las diferencias cualitativas de las actividades de IDE y sus distintos efectos sobre la innovación de proceso y producto; y las disparidades en la composición del gasto innovador también tienen influencias características en la actividad innovadora, en otras palabras, cada tipo de innovación o actividad de IDE contrae distintos desempeños. Dentro de esta corriente, se considera el estudio de la composición de la IDE y sus determinantes, donde la agregación y parcialidad de las estadísticas disponibles son una limitante; sin embargo, la información disponible provee algunas luces sobre la innovación, por ejemplo las innovaciones de proceso corresponden a patentes utilizadas dentro de la misma industria de origen y para las innovaciones de producto la tecnología proviene de otras industrias. A partir de lo anterior, puede inducirse la relevancia del flujo de tecnología con base en la asignación de la IDE a innovaciones de producto o proceso. De igual forma, la distribución del gasto innovador por tamaño de empresa ofrece otras perspectivas; en particular, las empresas grandes están más orientadas a las innovaciones incrementales y de proceso que las empresas pequeñas, debido básicamente a los distintos incentivos que enfrentan, los cuales están

determinados por la incertidumbre de los proyectos de IDE y la novedad de las innovaciones. Otra discusión relevante es la valoración relativa que las empresas otorgan a sus capacidades o a los incentivos que enfrentan.

Las diferencias empresariales en la innovación también apuntan al hecho de que no hay empresa que lleve a cabo todos los tipos de actividades innovadoras o tenga que realizarlas por sí misma. El avance técnico de una industria también se debe a la interacción entre empresas con distintas características. En este sentido, se puede afirmar que existe un patrón óptimo por industria que hace más efectiva la comercialización de nuevos productos y procesos. Por tanto, se debe considerar cómo se divide el trabajo innovador entre los agentes, desde la generación de conocimiento hasta su explotación comercial; dicha división de la actividad innovadora también está influenciada por las condiciones de apropiación de beneficios y de oportunidad tecnológica. Otros factores del comportamiento y desempeño innovador que se consideran son el tipo de los activos de una empresa, la incertidumbre, el comportamiento oportunista, las diferentes organizaciones internas y las relaciones contractuales entre empresas. El análisis de costo de transacción es útil para explicar: por un lado, el papel de actividades internas y complementarias (mercadotecnia y producción) en la generación y comercialización de innovaciones, y por otro, las decisiones de “hacer ó comprar” y de financiamiento a través de capital propio. El comportamiento contractual también influyen en el proceso innovador, por ejemplo la subcontratación de la IDE es frecuente cuando las actividades son rutinarias o bien la demanda por servicios de IDE es mayor cuando existe cierto nivel de experiencia interna para identificar, evaluar y utilizar los servicios externos, así como cuando la IDE a realizar no es incierta y compleja; de lo anterior se ha observado que la IDE externa es complementaria a la intramuros y que las tareas complejas se realizan internamente.

El acervo de conocimiento de una empresa influye en la capacidad de explotar el conocimiento externo, por lo cual el argumento de invertir en IDE para incrementar la capacidad absorbente de la compañía es digno de consideración. La mayor vinculación que realice una empresa (ya sea formal, informal, de financiamiento o por medio de adquisiciones) incide en las habilidades de asimilación de tecnología, además los diferentes vínculos establecidos por las empresas pueden resultar complementarios. También se han tomado en cuenta los factores que favorecen la transmisión de conocimiento, por ejemplo la “adherencia” del conocimiento reflejado en el costo de transmisión, así como las siguientes peculiaridades del mismo: carácter acumulativo, codificación *versus* “taciteo”, articulación, complejidad y la relación con la experiencia de la empresa receptora. Dentro de esta temática es

adecuada la revisión del efecto de cooperación entre empresas, proveedores y clientes en la generación de conocimiento; dicha cooperación puede ser formal o informal entre los agentes mencionados o entre individuos que laboran en ellos.

## 2. Efectos de la Demanda.

Las afirmaciones de Schmookler (Cohen y Levin, 1989) referentes a la demanda de bienes de capital y su relación con las patentes, dio lugar a la controversia entre el *arrastre de la demanda* y el *empuje de la tecnología*. Este economista aseveró que el crecimiento y la dirección de la actividad innovadora están determinados por la demanda más que por el estado del conocimiento tecnológico y científico, como una consecuencia lógica del comportamiento maximizador de beneficios. Dentro de los factores que intervienen en esta discusión, primero se enunciarán los hallazgos relativos a la posición de arrastre de la demanda y en el siguiente punto se discutirán las cuestiones de la oferta tecnológica u oportunidad tecnológica.

Una condición para la supremacía de la demanda es que los conocimientos científicos y tecnológicos sean aplicables a una amplio rango de propósitos industriales. Las empresas realizan inversiones complementarias en investigación aplicada y en desarrollo de productos y procesos debido a la presencia de mercados grandes y con altas tasas de crecimiento. Los resultados empíricos no soportan los argumentos de Schmookler y se tiene un efecto dual del mecanismo marshalliano: por un lado, resultan más relevantes el estado del conocimiento y la complejidad tecnológica de las innovaciones que la condiciones de la demanda, y, por otro, aunque las características de la demanda tienen efecto sobre el comportamiento de las patentes empresariales, es mayor la influencia derivada de las peculiaridades tecnológicas. A pesar de esta debilidad, las innovaciones radicales inducen el crecimiento de la demanda, lo cual a su vez crea los incentivos para innovaciones incrementales subsecuentes. Esto sugiere incluir en la discusión, la cuestión relativa a la causalidad mutua entre la demanda y el desempeño innovador.

Para la explicación de la IDE también se debe considerar la elasticidad precio de la demanda, la cual afecta los rendimientos marginales de dicha inversión, en particular de las innovaciones de proceso o de reducción de costos (así también lo plantean Levin y Reiss, 1984 y 1988). Las innovaciones incrementales son más rentables ante demandas inelásticas, las cuales permiten capturar mayores beneficios de los desplazamientos de la demanda. De lo anterior, se puede concluir la importancia de diferenciar los tipos de innovación al incluir este tipo de variables, pues

la estimación de demandas o elasticidades depende del tipo de bien en cuestión, en especial para las innovaciones radicales es difícil caracterizar las demandas latentes.

Además de las medidas de tamaño y crecimiento del mercado y de la distinción entre tipos de bienes (duraderos y no duraderos, de consumo, intermedios y de capital), algunos trabajos de IDE y condiciones de la demanda han utilizado funciones de demanda con elasticidad constante, estimadas a partir de la matriz insumo-producto, así como otros parámetros industriales a nivel de rama industrial (elasticidades precio e ingreso, y parámetros de desplazamiento de la demanda). Los resultados obtenidos no son robustos y en algunos casos presentan errores de medición o estimación.

Symeonidis (1996) describe el trabajo de Sutton donde la demanda, en particular la diferenciación de productos, tiene influencia sobre la estructura de mercado e innovaciones de productos (nuevos o mejorados). Sutton propone dos parámetros explicativos: la elasticidad de la función de costos de la IDE, característica tecnológica; y el grado de diferenciación de producto horizontal, la cual mide el nivel de fragmentación de la demanda debida a la variedad de gustos o requerimientos de los consumidores con el fin de revelar los rendimientos de nuevos productos. Las conclusiones que propone, en un entorno de alta intensidad de IDE, son las siguientes: la inversión en productos mejorados es mayor en mercados concentrados donde se gesta el efecto estratégico de sobreinvertir en IDE, lo cual se constituye en una barrera a la entrada; y la posibilidad de desarrollo de nuevas variedades que satisfagan las necesidades de un grupo específico de compradores conduce a la proliferación de nuevos productos y atrae nuevas empresas, con lo cual la concentración de tales mercados es baja. Las deducciones de Sutton coinciden con el hallazgo descrito en el punto "Estructura de Mercado e Innovación", en el cual se propone que si las empresas establecidas realizan la innovación entonces la concentración será más elevada; asimismo, el concepto que en la práctica se usa para la diferenciación de productos coincide con el concepto de diversificación ya revisado en el punto de "Características de la Empresa". La influencia de esta característica de la demanda es menor para la IDE de procesos que para la de productos.

Por otro lado, las condiciones de la demanda influyen en el ciclo de vida de una industria, el cual es un enfoque dinámico, que aunado al efecto estratégico, analiza la evolución de la estructura de mercado a lo largo del mencionado ciclo mediante los cambios tecnológicos derivados de la alta oportunidad tecnológica; este análisis será tratado en el siguiente punto.

### 3. La Oportunidad Tecnológica.

Existen diferencias en las oportunidades de avance tecnológico que enfrentan las industrias, sin embargo no existe consenso sobre el concepto de oportunidad tecnológica y la forma operacional de trabajarlo empíricamente. A continuación se describen algunas de las concepciones citadas por Cohen y Levin (1989):

- La *oportunidad tecnológica* es el conjunto de posibilidades de producción la cual traduce los recursos asignados a la investigación en nuevas técnicas de producción que requieren de insumos convencionales, esta acepción corresponde a la definición estándar de la teoría neoclásica de la producción.
- La *oportunidad tecnológica* se representa como uno o más parámetros en una función de producción que relaciona los recursos de la investigación con los incrementos en el acervo de conocimientos, el cual a su vez es argumento, junto con los insumos convencionales, en la función de producción.
- Otras definiciones de oportunidad tecnológica son: la elasticidad del costo unitario respecto al gasto en IDE; un parámetro de desplazamiento que determina la localización de la frontera de posibilidades de innovación tomando en consideración la dirección del cambio técnico; y un parámetro de desplazamiento que determina la localización de la frontera describiendo el toma y daca entre el tiempo y costo de un proyecto de IDE.

Las estimaciones econométricas directas en un marco estructural no permiten la identificación de un parámetro único que represente la oportunidad tecnológica, sin embargo es posible la explicación de la intensidad en IDE a partir la consideración conjunta de la oportunidad tecnológica y las condiciones de apropiación. Los primeros esfuerzos para representar esta variable se han realizado con clasificaciones tecnológicas (por ejemplo: química, eléctrica, mecánica, etcétera) de las actividades industriales y tienen un poder explicativo substancial de las patentes y la intensidad de IDE. El análisis de factores es una metodología adecuada para describir la influencia de la oportunidad tecnológica, así como la medición del avance tecnológico asociado a los cambios en la calidad y variedad de nuevos productos representa un reto empírico. El trabajo de Pavitt (1984) basado en la hipótesis de vincular el alcance de la diversificación y el tamaño promedio de las empresas innovadoras con las características de la tecnología y la demanda, propone una taxonomía tecnológica de las empresas de tal forma que identifica las dos situaciones siguientes: el grado en el cual la actividad innovadora está basada en la ciencia o está dirigida por los requerimientos de los clientes; y el grado en el cual la actividad innovadora se fundamenta en la existencia de grandes costos fijos y economías de aprendizaje significativas.

Otros autores han utilizado parámetros de la función de costos para representar la oportunidad tecnológica y la apropiación de beneficios; en cuanto a la oportunidad tecnológica se ha recurrido a variables *proxy*:

como la edad de la industria (representando los efectos de ciclos de vida tecnológicos), la proporción de IDE dedicada a la investigación básica (o cercanía a la ciencia), la IDE gubernamental (o las oportunidades externas a la IDE privada) y las fuentes externas de conocimiento (como son proveedores de materiales, producción y equipo de investigación, usuarios de los productos, universidades, agencias y laboratorios públicos, sociedades profesionales y técnicas, e inventores independientes), pero dichas aproximaciones han presentado errores de medición. En resumen, dos aspectos comúnmente identificados que influyen la innovación son la cercanía a la ciencia de determinadas actividades industriales (aunque no implica una mayor gasto en IDE) y las fuentes de conocimiento extraindustriales; sin embargo, un estudio reciente Klevorick *et al.* (1993) (descrito en Cohen, 1995) encontró que las fuentes de la “cadena productiva” como son los compradores y proveedores de materiales y equipo contribuyen mucho más al progreso tecnológico que las fuentes no industriales como las universidades y los laboratorios públicos. Esto último también ocurre en el caso mexicano, donde los consumidores, las ferias y exposiciones, y los proveedores están entre las principales fuentes externas de información para la innovación, Conacyt (1998a).

En lo que se refiere al papel de la ciencia, se tiene que a mayor conocimiento científico el costo de una innovación disminuye debido a la mayor cantidad de enfoques para conseguir objetivos tecnológicos o bien por más de éstos propósitos, lo cual a su vez aumenta los rendimientos esperados de las innovaciones. Sin embargo, el efecto de la ciencia no es inmediato y el éxito de las aplicaciones de conocimiento depende de la orientación y estructura de la actividad investigadora y de la actividad industrial en cuestión; por ejemplo, la investigación universitaria es más efectiva en áreas como la agricultura, la biología y la medicina, por su proximidad geográfica y sobre todo en las pequeñas empresas. El campo de la ciencia también sufre cambios debido a su interrelación con la innovación, entre los efectos apreciados están los nuevos incentivos que motivan la investigación universitaria y la pérdida de cualidades de bien público que evidencia el conocimiento científico; a pesar de esto, existe la visión de que la proliferación de la investigación aplicada y el desarrollo experimental más que desplazar a la investigación básica, la estimulan a través de los retos y oportunidades hallados en las primeras actividades. Por otra parte, debido a la naturaleza incierta de la innovación, la ciencia se constituye en una heurística poderosa en el proceso de investigación asociado al cambio tecnológico que disminuye tal incertidumbre; en su tratamiento también es recomendable utilizar modelos estocásticos para considerar a las variables científicas como no observables.

La literatura histórica y los estudios de casos revelan que el desarrollo de la tecnología puede seguir cursos relativamente independientes de las influencias del mercado; en otras palabras, la tecnología tiende a generarse a lo largo de "trayectorias naturales", lo cual significa que el desarrollo tecnológico se gesta a través de un camino relativamente claro, como si se dirigiera a un límite físico que generalmente está inducido por la presencia de "regímenes tecnológicos" haciendo que una industria o complejo de éstas se concentren en determinados problemas técnicos los cuales dominan por ciertos periodos de tiempo, constituyéndose en verdaderos paradigmas. La ventaja de los paradigmas tecnológicos es clarificar las oportunidades tecnológicas y las restricciones al avance técnico. También la ciencia ayuda a las empresas en los momentos en que deben elegir un régimen tecnológico; una posible línea de análisis de esta temática es el impacto de los estándares técnicos en la realización de economías de escala para los usuarios de la tecnología. Las trayectorias naturales del mismo modo pueden verse afectadas por las fuentes externas de conocimiento técnico y las actividades gubernamentales de investigación y fomento, en particular, la actividad del gobierno en este terreno reduce los costos de la innovación, pero su efecto está concentrado en ciertos campos científicos, y de manera indirecta influye con su gasto y la regulación de determinadas actividades. Asimismo, la presencia de trayectorias naturales puede provocar rendimientos crecientes como consecuencia del autoreforzamiento y ciclos de retroalimentación positiva, una vez que la incertidumbre tecnológica se reduce con la adopción de un régimen específico. En síntesis, la vinculación a la ciencia y las trayectorias naturales son formas de afrontar y reducir la incertidumbre de las actividades innovadoras, sobre todo de la IDE; los regímenes tecnológicos también permiten la caracterización de la oportunidad tecnológica mediante la identificación y estimación de parámetros.

En oposición a que las derramas de fuentes extraindustriales aumentan la oportunidad tecnológica de una empresa, se tiene que éstas pueden reducir la IDE realizada al interior de una industria; la aseveración anterior se refuerza puesto que las derramas intraindustriales pueden reducir el incentivo para realizar IDE, porque una empresa debe compartir los beneficios de su inversión con sus competidores. Sin embargo, las derramas tecnológicas provocan ganancias considerables de eficiencia al interior de la empresa o industria receptora, por ejemplo, cuando las derramas de la IDE existen y probablemente de gran magnitud, entonces su tasa de retorno social es mayor a las privadas, según Griliches (Cohen, 1995). Otra dimensión relacionada con las derramas, es la capacidad para absorber conocimiento por parte de las empresas; se ha identificado que la IDE contribuye a mejorar tal habilidad, y por esta



razón las empresas tienen un doble propósito al llevar a cabo la IDE (el primer propósito es la generación y aplicación de conocimiento). Una influencia más de las derramas sobre el gasto en IDE es la orientación del conocimiento científico a los intereses de las empresas; de ahí que las derramas de los proveedores sean absorbidas con menor esfuerzo que las correspondientes a universidades y laboratorios gubernamentales (como lo menciona el trabajo de Klevorick *et al.* 1993 descrito antes).

La literatura institucional ofrece el modelo de ciclo de vida del producto como una alternativa para relacionar la tasa y dirección del progreso técnico a la evolución de los mercados. En las primeras etapas de la evolución industrial, un conjunto numeroso de empresas pequeñas compiten entre sí con innovaciones de producto para ganar mercado. Las innovaciones radicales son introducidas y probadas en el mercado y entonces se elige un "diseño dominante"; posteriormente tiene lugar la estandarización del producto y se hace énfasis en la innovación de proceso, lo cual origina que la industria tome una trayectoria natural y los esfuerzos se orienten a la obtención de beneficios mediante una gran escala en la producción, mecanización y mejora de la productividad. En la última parte del ciclo, la industria se concentra, agotándose las posibilidades de innovación de proceso de tal forma que el diseño dominante es vulnerable a las amenazas de las nuevas propuestas tecnológicas. El ciclo descrito no aplica a todas las actividades industriales y resulta problemático identificar el diseño dominante. El análisis de la interacción entre la evolución de la actividad innovadora y el desenvolvimiento de los mercados puede enriquecerse con elementos que caracterizan la entrada-salida de empresas, precios y estructura de mercado. De igual forma, se debe considerar la existencia de momentos en los cuales la evolución de la tecnología está ligada fuertemente a la estructura de mercado y esto obliga a las empresas establecidas a salirse ante la presencia de cambios radicales en la tecnología de los productos o procesos prevalecientes en una industria. Por otro lado, se debe anotar el limitado conocimiento que existe acerca de los efectos de las innovaciones radicales que fueron generadas por otras industrias; al respecto puede anotarse que en ciertas industrias las empresas entrantes introducen innovaciones de productos y las compañías establecidas de proceso. Otros factores de análisis son: la dificultad para explotar los cambios significativos (no revolucionarios); y los cambios en la estructura de mercado debido a innovaciones radicales que contraen una transformación tecnológica que substituye rápidamente la técnica vigente.

Symeonidis (1996) describe este análisis clasificándolo dentro de los factores estocásticos que determinan la innovación y crecimiento empresarial, así como sus implicaciones a la evolución de la estructura del

mercado a lo largo del ciclo de vida industrial; al respecto propone las siguientes críticas. Este enfoque no es válido para industrias cuya demanda está fragmentada por los diversos gustos de los consumidores. La segunda refutación se refiere a que el modelo no es aplicable a industrias cuyas economías de escala o de alcance en la innovación de procesos son limitadas. Y tercero, la aplicación generalizada de este esquema a todos los países no es recomendable, pues el modelo depende de factores que no han sido muy estudiados como son los eventos tecnológicos (predecibles o no) y las diferencias aleatorias en innovación y crecimiento entre empresas.

#### 4. Condiciones de Apropiación.

Las recompensas apropiables de la actividad innovadora resultan insuficientes por los dos factores siguientes: el grado en que el nuevo conocimiento se transmite a un costo relativamente bajo de su creador a los competidores potenciales y el grado en que tal conocimiento está incorporado en nuevos procesos o productos de tal forma que se pueden copiar o imitar a costos relativamente bajos.

El principal instrumento de apropiación son las patentes, pues éstas proveen, en teoría, una solución al problema de apropiación imperfecta. Por definición, la sociedad otorga un derecho exclusivo, un poder de mercado *ex post*, para incentivar la invención sancionando el uso no autorizado de los inventos. La efectividad de las patentes varía de industria a industria, éstas sólo son consideradas necesarias en determinadas actividades industriales como las industrias farmacéutica, química, electrónica y de maquinaria por su relación positiva con el gasto en IDE y las innovaciones de producto. Algunas de las limitaciones identificadas para las patentes son: la posibilidad de los competidores para “inventar legalmente alrededor” de estos instrumentos; y en algunas industrias relativamente maduras (procesamiento de alimentos y productos metálicos) se presentan dificultades para ejercer sus derechos ante la complejidad legal para reclamarlos. Sin embargo, muy pocas industrias declararon que la información difundida en las patentes sea una restricción para la efectividad de las patentes.

Ante la variabilidad en la efectividad de las patentes, las empresas eligen otros mecanismos como medios de apropiación de beneficios; tales instrumentos se basan ya sea en los altos costos de imitación (o barreras técnicas) o en las inversiones de activos complementarios a la innovación como son la mercadotecnia, el esfuerzo en ventas y el servicio a clientes. El trabajo de Levin *et al.* (1987) identifica que los principales mecanismos recurridos por las empresas son: las inversiones complementarias en ventas y servicio al cliente; el liderazgo tecnológico y

económico, así como la capacidad de aprendizaje, el secreto industrial, en especial para proteger las innovaciones de proceso; y muy pocas industrias, en especial las de alimentos y metálicas, afirman no requerir mecanismo alguno para proteger sus innovaciones de producto.

La ineffectividad de las patentes, con excepción de la industria química, se justifica en parte por la complejidad tecnológica reflejada en altos costos y largos tiempos para imitar las innovaciones; en particular, las industrias concentradas como la aeroespacial y de maquinaria industrial presentan estas características. Sin embargo, las patentes también tienen influencia en los costos de imitación, al menos así sucede en las industrias química y petrolera. Otro efecto relevante de la complejidad tecnológica es la dificultad para realizar ingeniería en reversa, aún en ausencia de patentes. Los estudios empíricos han confirmado que las patentes son menos efectivas que otros mecanismos de apropiación, y aunque son una fuente significativa de recursos no son la más importante. Sin embargo, existen casos donde las patentes presentan ventajas sobre el secreto industrial, por ejemplo: las pequeñas empresas prefieren las patentes para licenciar las innovaciones, a pesar de su protección parcial, en cambio, las grandes empresas optan por explotar innovaciones similares mediante la producción propia y no vender licencias, lo cual puede darse aún sin las patentes.

En contraste a la complejidad tecnológica, las derramas tecnológicas reducen la apropiación no sólo porque conducen a la imitación directa de innovaciones, sino porque también pueden favorecer el desarrollo de productos, que no son imitaciones directas, pero que podrían competir con los originales. Otro efecto de la derrama de conocimiento es la posibilidad de mejorar la capacidad global de la empresa receptora, constituyéndola en un rival amenazador en el largo plazo.

A pesar de las diferencias interindustriales en la apropiación, no existe consenso acerca de si una mayor apropiación incentiva la actividad innovadora. Al respecto, se plantea en primer lugar una *hipótesis simplista* donde la actividad innovadora se incrementa monotónicamente con la apropiación, ya que las derramas tecnológicas crean barreras al esfuerzo innovador. Bajo este esquema, mientras más efectivos sean los medios de apropiación o menos extensivos sean las derramas intraindustriales, mayor será la inversión industrial en actividades innovadoras. Una *hipótesis refinada* la ofrece Spence (Cohen y Levin, 1989, p. 1094): aunque la IDE industrial aumenta con la apropiación (disminuye con las derramas), el producto innovador decrece con la apropiación (crece con las derramas).

Los modelos mas desarrollados que involucran la apropiación plantean que persiste el efecto simplista de las barreras a la innovación debido a las derramas, pero al mismo tiempo existe un incentivo para invertir en capacidad absorbente para poder utilizar las derramas; por tanto, un incremento en las derramas (decremento en la apropiación) tiene un efecto ambiguo en la IDE industrial. También es previsible, bajo supuestos apropiados, que un aumento en la facilidad de imitación desviará la IDE innovadora a IDE imitadora con un efecto ambiguo en la IDE total. Una visión adicional, propone que conforme la IDE propia y rival sean heterogéneas, el conocimiento producido por un competidor puede ser complementario al producido por la inversión de la empresa, elevando en consecuencia el producto marginal de la IDE propia.

La evidencia empirica no es concluyente acerca del efecto neto de la apropiación sobre los incentivos de la IDE y de su variación a través de las industrias. Por ejemplo, las medidas de apropiación no tienen significación estadística, tanto individual como conjuntamente, en la explicación de la intensidad de IDE a nivel industrial; por otro lado, tales medidas tienen un efecto positivo y significativo a nivel de unidad de negocios.

Para tener un mayor entendimiento de las consecuencias empiricas de la apropiación imperfecta se requieren pruebas que distingan claramente entre los diferentes mecanismos mediante los cuales las derramas afectan los incentivos de la IDE enfocada a la innovación, imitación e inversión en capacidad tecnologica intrinseca. A pesar de los resultados empiricos acerca del efecto directo y ambiguo de la apropiación sobre los incentivos de la IDE, vale la pena considerar los efectos indirectos derivados de la elección del tamaño de empresa y la limitación para vender las innovaciones en forma desincorporada. El tamaño *ex ante* de la empresa es un determinante de los rendimientos de la IDE cuando no existen expectativas de crecimiento; y en cuanto al segundo efecto indirecto, este obliga a las empresas a utilizar otros instrumentos como el secreto industrial y las ventajas del liderazgo tecnologico para aprovechar las innovaciones por sí mismas. Algunos estudios han explorado variables como el grado de incorporación del conocimiento en la maquinaria, la eficacia relativa de patentes y secreto industrial, y la estructura de mercado de las industrias productoras y usuarias de tecnologia.

## ***E. Sistemas de Ecuaciones.***

En este apartado se revisarán los estudios que involucran la endogenización de la actividad innovadora y de la estructura de mercado con el propósito de presentar sintéticamente los elementos utilizados en estos trabajos sin abundar en su desarrollo o soporte teórico. Los principales argumentos para el análisis de los efectos simultáneos de estas variables ya se han enunciado en los apartados anteriores y para recapitular se resumen a continuación:

- Las relaciones de causalidad entre la innovación y la concentración de mercado no son unidireccionales, debido por ejemplo a que el éxito pasado de innovaciones afecta la estructura de mercado la cual, a su vez, afecta la innovación futura.
- El comportamiento innovador de las empresas establecidas y entrantes.
- El efecto de las innovaciones sobre las economías de escala en comparación al crecimiento de la demanda.
- La dinámica de la innovación, el crecimiento de las empresas y la estructura de mercado. Aunque su tratamiento es problemático debido a la falta de información, los análisis realizados se limitan a relaciones estáticas y los pocos estudios dinámicos, en general, son estocásticos.

Asimismo, se han discutido los factores que también intervienen en la relación entre la estructura de mercado y el proceso innovador. Tales factores pueden agruparse de la siguiente forma:

- Tecnología: el tipo de tecnología, la oportunidad y la incertidumbre tecnológica, y el ciclo de vida de la tecnología.
- Características de la Demanda: la clase del producto, el tipo de innovación, el tamaño y crecimiento del mercado, y la diferenciación de productos.
- Interacción Estratégica.
- Condiciones de Apropiación de Beneficios.
- Características de la Empresa: diversificación, gasto en publicidad y flujos de efectivo.
- Marco Institucional: vinculación entre agentes generadores de conocimiento y empresas.
- Azar: variables no observables.

En síntesis, al considerar las variables anteriores se encuentra una menor explicación de la varianza de la actividad innovadora por parte de la concentración. Sin embargo, se debe señalar que al considerar tales factores como exógenos en un sistema donde la innovación y la concentración se determinan endógenamente, el equilibrio resultante no es único. Además, los resultados econométricos son difíciles de interpretar porque la innovación puede afectar directa o indirectamente a la estructura de mercado y de varias formas: debido a los costos fijos de la IDE se

modifica el patrón de crecimiento de las empresas en una industria o varía la escala mínima eficiente de producción (ya sea que aumente o disminuya), o porque la actividad innovadora facilita u obstaculiza la entrada de pequeñas empresas.

Los trabajos que se examinarán son los siguientes en orden cronológico y de los cuales se citará brevemente el modelo de referencia sin entrar en detalles, el sistema de ecuaciones considerado para el ejercicio empírico y las relaciones significativas halladas:

- Farber, S. (1981), "Buyer Market Structure and R&D Effort: a Simultaneous Equations Model". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. LXIII, Agosto, No. 3, pp. 336-345.
- Levin, R.C. y P.C. Reiss (1984), "Test of a Schumpeterian Model of R&D and Market Structure" en Griliches Z. (editor) *R&D, Patents, and Productivity*, NBER, The University of Chicago Press, pp. 175-208.
- Lunn, J. (1986), "An Empirical Analysis of Process and Product Patenting: a Simultaneous Equation Framework", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. XXXIV, Marzo, pp. 319-330.
- Hula, D.G. (1988), "Advertising, new product profit expectations, and the firm's R&D investment decisions", *Applied Economics*, 20, pp. 125-142.
- Levin, R.C. y P.C. Reiss (1988), "Cost-Reducing and Demand-Creating R&D with Spillovers", *Rand Journal of Economics*, 19, pp. 538-556.

### 1. Farber, Stephen: "Buyer Market Structure and R&D Effort: a Simultaneous Equations Model".

Este documento resalta la importancia de incluir en el análisis el papel de la estructura de mercado de los compradores según Demsetz, ya que los estudios han considerado sólo a la concentración de los productores. Las relaciones se establecen a partir de un modelo de optimización desarrollado por Needham, utilizando la condición de primer orden para el gasto en IDE:

$$R_{S(t)} = \pi(t-1)\varepsilon^r$$

donde  $R$  es el gasto en IDE,  $S$  las ventas,  $\pi$  el margen precio-costo y  $\varepsilon^r$  es la elasticidad de la demanda con respecto al gasto en IDE. Acerca de la publicidad asevera que está conjuntamente determinada con los insumos de la empresa. En lo referente a la concentración, Farber discute los efectos de la concentración de los productores y de los compradores, así como la influencia de las barreras a la entrada considerando dentro de esta categoría a la IDE y a la

publicidad, y toma el argumento de Martin para aproximar la participación de mercado de largo plazo ( $CR^*$ ) del grupo dominante:

$$CR - CR_{-1} = \lambda[CR^*(GR, BE^*) - CR_{-1}]$$

El sistema de ecuaciones que propone es el siguiente:

- Ecuación de intensidad en IDE:

$$R/S = \alpha_0 + \alpha_1\pi_{-1} + \alpha_2SCR + \alpha_3SCR^2 + \alpha_4BCR + \alpha_5BCR * SCR + \alpha_6 A/S + \alpha_7BE + \alpha_8CONS + \alpha_9TO$$

- Ecuación de intensidad en Publicidad.

$$A/S = \beta_0 + \beta_1\pi_{-1} + \beta_2BCR + \beta_3SCR + \beta_4SCR^2 + \beta_5GR + \beta_6DUR + \beta_7BE + \beta_8CONS + \beta_9 R/S$$

- Ecuación de la Concentración de los Productores:

$$CR = \gamma_0 + \gamma_1GR + \gamma_2BE^* + \gamma_3CR_{-1}$$

Tabla 1. Descripción de Variables del Modelo de Farber (1981)

<i>Variable</i>	<i>Significado</i>
$\pi_{-1}$	Margen precio-costo rezagado un periodo
A/S	Gasto en publicidad entre ventas
BCR	Concentración de los compradores
BE, BE*	Medida de las barreras financieras y técnicas
CONS	Medida de la orientación a los consumidores
CR	Concentración de los productores
CR <sub>-1</sub>	Concentración rezagada de los productores
DUR	Índice de durabilidad del producto
GR	Tasa de crecimiento de la industria
R/S	Gasto en IDE entre ventas
SCR	Concentración de los productores
TO	Medida de oportunidad tecnológica

Farber utilizó los siguientes datos, Tabla 2, para realizar su ejercicio empírico, tomados principalmente de la sección de industria del Censo de Población 1960 de los Estados Unidos y considerando 50 ramas industriales.

Tabla 2. Datos utilizados por Farber (1981).

<i>Variable</i>	<i>Datos</i>
ASSETS	Valor de los activos
CDR	Medida de barrera técnica, razón de desventaja en costo: valor agregado promedio por empleado de las plantas menores con el 50% de las ventas entre el valor agregado promedio por empleado de las plantas mayores con el 50% de las ventas
CE	Oportunidad tecnológica: variable <i>dummy</i> indicando si la industria posee tecnología química o eléctrica
CONS	Demanda, porcentaje de la producción industrial que es consumo privado
DUR	Demanda, variable <i>dummy</i> para productos de consumo duraderos
KR	Medida de barreras financieras, $KR = MES * ASSETS / SHIPMENTS$
M	Oportunidad tecnológica: variable <i>dummy</i> indicando si la industria se considera moderadamente progresiva
MES	Medida de barrera técnica, escala mínima eficiente: tamaño promedio de las mayores unidades productivas que detentan el 50% de las ventas
MESD20	Medida de barrera técnica, si $CDR < 0.80$ entonces $MESD20 = MES$ sino $MESD20 = 0$
R/S ó ES/N	Razón ajustada de ingenieros y científicos empleados
RBFS	Apropiación, Medida de poder monopsonico enfrentado por la industria: tamaño promedio de la empresa que compra a la industria entre tamaño promedio de la empresa de la industria
RELWAGE	Razón de salario promedio para ingenieros y científicos
SHIPMENTS	Valor de los embarques

Las relaciones significativas halladas sobre las regresiones de las ecuaciones utilizando Mínimos Cuadrados en 2 Etapas (2SLS, por sus siglas en inglés) son los siguientes.



Tabla 3. Relaciones esperadas y obtenidas por Farber (1981)

Variable	ES/N		A/S		SCR	
	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido
Constante		+ c		- c		+ b
$\pi_1$	+	+ b	+	+	No aplica	
BCR	-	- a	No previsto [1]	- b	No aplica	
SCR	+	- a	+	+ b	No aplica	
SCR <sup>2</sup>	-	Omitida	-	- b	No aplica	
SCR*BCR	+	+ a	No aplica		No aplica	
A/S	+	+ a	+		+	+
ES/N	No aplica		+	+ a	+	+ b
MESD20	-	- a	-	+ a	+	+ b
KR	-	- a	-	+	+	+ a
CONS	-	- a	+	+ c	No aplica	
SCR <sub>1</sub>	No aplica		No aplica		+	+ a
GR	No aplica		+	+ b	+	+
M	+	+	No aplica		No aplica	
CE	+	- c	No aplica		No aplica	
DUR	No aplica		No previsto	- b	No aplica	
RELWAGE	Variable de Control ES/N	-	No aplica		No aplica	
RBFS	Variable de Control BCR	- b	No aplica		No aplica	
R <sup>2</sup>		0.80		0.63		0.80

Niveles de Significación: a=1%, b=5%, c=10%.

[1] Pero podría esperarse negativo al igual que la ecuación de ES/N, ya que publicidad e IDE se consideran complementarias.

## 2. Levin, Richard C. y Peter C. Reiss: "Tests of a Schumpeterian Model of R&D and Market Structure".

En este artículo se presenta un modelo de optimización bien integrado y desarrollado, en donde explícitamente las condiciones de primer orden dan lugar a las ecuaciones, que bajo una serie de supuestos, son tomadas para la investigación práctica. El problema de optimización que enfrenta cada empresa se engloba en un modelo cuyas variables de control son la producción y los gastos en IDE y publicidad:

$$\begin{aligned} \text{Max } \Pi_i &= [p(Q, A) - c(x_i, Z)]q_i - x_i - a_i \\ q_i, x_i, a_i \end{aligned}$$

donde:  $p(Q, A)$  es la función inversa de la demanda que depende de la producción de la industria,  $Q = \sum_i q_i$ , y del

gasto industrial en publicidad,  $A = \sum_i a_i$ ;  $c(x_i, Z)$  es la función de costos unitarios de la empresa  $i$  que depende del

gasto empresarial en IDE,  $x_i$ , y del gasto industrial en IDE,  $Z = \sum_i x_i$ . Las condiciones de primer orden, bajo ciertos supuestos, son:

$$\begin{aligned} p(1 - \frac{s_i}{\varepsilon}) &= c \\ -(c_1 + c_2\theta_i)q_i &= 1 \\ p_2q_i &= 1 \end{aligned}$$

aquí,  $\varepsilon = p/Qp_1$  es la elasticidad precio de la demanda,  $s_i$  es la participación de mercado de la empresa  $i$ , y  $\theta_i = dZ/dx_i$  es la variación conjetural de la IDE que representa las derramas tecnológicas y la apropiación de beneficios. Mediante una serie de transformaciones y supuestos, las condiciones de primer orden se convierten en las siguientes ecuaciones estructurales:

$$\begin{aligned} (1) \quad \frac{1}{n} &= \varepsilon(R + S) \\ (2) \quad \frac{R}{1 - (R + S)} &= \alpha + \frac{\gamma\theta}{n} \\ (3) \quad S &= \frac{\phi}{\varepsilon n} \end{aligned}$$

donde:  $1/n$  representa el índice Herfindahl de concentración, considerando un equilibrio simétrico;  $R$  y  $S$  las razones de IDE y publicidad contra ventas, respectivamente;  $\frac{R}{1 - (R + S)}$  es la razón de  $R$  entre los ingresos no asignados a IDE y publicidad, la cual se considera como la intensidad de IDE;  $\alpha = -(c_1x/c)$  es la elasticidad del costo unitario con respecto a  $x$  manteniendo constante a  $Z$ , una medida de oportunidad tecnológica;  $\gamma = -(c_2Z/c)$  es la elasticidad del costo unitario respecto a  $Z$  manteniendo constante a  $x$ , medida de apropiación, y  $\phi = \frac{\partial Q}{\partial A} \frac{A}{Q}$  es la elasticidad de la demanda respecto a la publicidad.

El segundo término de la ecuación (2) tiene tres componentes que representan las distintas dimensiones de la apropiación derivadas de la inclusión de las derramas tecnológicas en el modelo.  $\gamma$  representa la dimensión tecnológica ya que representa el grado en el cual una empresa se beneficia de un incremento en el esfuerzo común en IDE; la dimensión estructural está representada por la concentración ( $1/n$ ) ya que una empresa se

apropiará de los beneficios del conocimiento común de acuerdo a su participación de mercado, y la dimensión conductual se asocia con  $\theta$ , el valor de este parámetro define el tipo de equilibrio, por ejemplo si  $\theta = 1$  se obtiene un equilibrio de Nash o si  $\theta = 0$  se obtiene un equilibrio de polizón (*free-rider*).

Para especificar las ecuaciones a considerar en el ejercicio empírico se supone que las funciones de costos e inversa de la demanda tienen elasticidades constantes, de tal forma que se obtienen las regresiones siguientes:

- Ecuación de Concentración:

$$\log H = a_0 + a_1(\log \varepsilon) + a_2[\log(R + S)] + e_1$$

- Ecuación de Intensidad en IDE:

$$\frac{R}{1 - (R + S)} = \left[ \begin{array}{l} b_0 + b_1ELEC + b_2CHEM + b_3BIO + b_4MECH \\ + b_5BASIC + b_6AGE + b_7AGE^2 + b_8GOVRDS + u \end{array} \right] + \theta H [c_0 + c_1PROD + c_2BORROW + c_3GOVRDS + v] + e_2$$

- Ecuación de Publicidad:

$$\log S = d_0 + d_1[g_0 + g_1PCE + g_2DUR + g_3(PCE * DUR) + w] - d_2 \log \varepsilon + d_3 \log H + e_3$$

En estas regresiones los parámetros  $\alpha$ ,  $\gamma$  y  $\phi$  están estimados con variables *proxy* que representan la oportunidad tecnológica, la apropiación de beneficios y las características de la demanda, respectivamente.

Tabla 4. Descripción de Variables del Modelo de Levin y Reiss (1984)

<i>Variable</i>	<i>Significado</i>
$\epsilon$	Elasticidad precio de la demanda
AGE	Oportunidad tecnológica, número de años que la actividad industrial tiene de vigencia en el Censo de las Manufacturas sin cambios substanciales
BASIC	Oportunidad tecnológica, gastos en investigación básica entre el gasto total en IDE
BIO	Oportunidad tecnológica, variable <i>dummy</i> para industrias cuya base tecnológica es biológica
BORROW	Apropiación, IDE incorporada en insumos entre el total de IDE usada, donde esta última es la suma de los gastos propios en IDE de procesos e IDE incorporada en insumos
CHEM	Oportunidad tecnológica, variable <i>dummy</i> para industrias cuya base tecnológica es química
DUR	Demanda, variable <i>dummy</i> para bienes de consumo duradero
ELEC	Oportunidad tecnológica, variable <i>dummy</i> para industrias cuya base tecnológica es eléctrica
GOVRDS	Oportunidad tecnológica y Apropiación, gastos en IDE financiados por el gobierno entre el valor de los embarques
H	Índice Herfindahl de concentración
MECH	Oportunidad tecnológica, variable <i>dummy</i> para industrias cuya base tecnológica es mecánica
PCE	Demanda, gastos en consumo privado entre ventas industriales
PROD	Apropiación, porcentaje de los gastos industriales asignados a innovaciones de producto
R	Gastos en IDE financiados por la empresa entre el valor de los embarques
RDINT ó $R/(1-R-S)$	Intensidad de la IDE
S	Gastos en Publicidad entre la producción industrial

Las variables provienen de diferentes fuentes como la Oficina de Censos, el Departamento de Comercio y la Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos y corresponden a 20 ramas industriales en un panel de datos correspondientes a los años de 1963, 1967 y 1972. Los resultados de las regresiones fueron sometidos en adición a las pruebas de significación de los coeficientes a pruebas de hipótesis para verificar la magnitud de ciertos coeficientes; en la Tabla 5 se resumen los resultados de las regresiones con variables instrumentales.

Tabla 5. Relaciones esperadas y obtenidas por Levin y Reiss (1984)

Variable	log H		RDINT		log S	
	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido [1]	Esperado	Obtenido
Constante		- b		+		Omitida
Log ε	+	-	No aplica		-	+
log (R+S)	+	+ a	No aplica		No aplica	
Log H	No aplica		No aplica		+	+ a
ELEC	No aplica		+	+ a2	No aplica	
CHEM	No aplica		?	-	No aplica	
BIO	No aplica		?	+ b	No aplica	
MECH	No aplica		?	+	No aplica	
BASIC	No aplica		+	+ a1	No aplica	
AGE	No aplica		+	- b2	No aplica	
AGE <sup>2</sup>	No aplica		-	+ b2	No aplica	
GOVRDS	No aplica		+	+ a1	No aplica	
H	No aplica		?	- b2	No aplica	
H*PROD	No aplica		+	+ a1	No aplica	
H*BORROW	No aplica		+	Omitida	No aplica	
H*GOVRDS	No aplica		+	Omitida	No aplica	
PCE	No aplica		No aplica		+	+ a
DUR	No aplica		No aplica		-	+ a
PCE*DUR	No aplica		No aplica		-	-

Niveles de Significación: a = 1% prueba una cola, b = 1% prueba dos colas

A1 = 5% prueba una cola, b1 = 5% prueba dos colas

A2 = 10% prueba una cola, b2 = 10% prueba dos colas.

[1] Resultados para γ y θ no restringidos. θ es arbitrario pero constante para todas las industrias

### 3. Lunn, John: "An Empirical Analysis of Process and Product Patenting: A Simultaneous Equation Framework".

El sistema de ecuaciones propuesto por Lunn es un modelo *ad hoc*, recopila las conclusiones de distintos autores para formar las relaciones que verificará empíricamente. La principal característica de este modelo es la distinción entre patentes de productos y de proceso, mediante el control de características como la oportunidad tecnológica, la demanda y el flujo de efectivo (peculiaridad de la empresa).

- Ecuaciones de Innovación:

$$PROCESS = \alpha_0 + \alpha_1 CONC + \alpha_2 CASH + \alpha_3 MKT + \alpha_4 KAP + \alpha_5 TECH + \varepsilon_1$$

$$PRODUCT = \beta_0 + \beta_1 CONC + \beta_2 CASH + \beta_3 MKT + \beta_4 ADV + \beta_5 TECH + \varepsilon_2$$

- Ecuación de Concentración:

$$CONC = \gamma_0 + \gamma_1 PROCESS + \gamma_2 MKT + \gamma_3 GROW + \gamma_4 MES + \gamma_5 CDR + \varepsilon_3$$

- Ecuación de Publicidad:

$$ADV = \delta_0 + \delta_1 CONC + \delta_2 CASH + \delta_3 CONS + \delta_4 FIRM + \delta_5 PRODUCT + \varepsilon_4$$

Tabla 6. Descripción de Variables del Modelo de Lunn (1986)

<i>Variable</i>	<i>Significado</i>
ADV	Gastos de publicidad y otras gastos de ventas entre el total de ventas y transferencias
CASH	Razón de la suma del resultado de operación mas depreciación entre el total de ventas y transferencias por línea de negocios de una industria
CDR	Razón del valor agregado industrial por trabajador de las plantas del 50% inferior del valor agregado de una industria entre el valor agregado promedio por trabajador en las plantas del 50% superior del valor agregado industrial.
CONC	Razón de concentración para cuatro empresas, CR4
CONPAT	Porcentaje de patentes en la industria para bienes de consumo
CONS	Variable <i>dummy</i> para industrias de bienes de consumo
FIRM	Total de activos de las líneas de negocios dividido entre el número de líneas de negocios reportados a la FTC. Se tomo el logaritmo de este valor
GROW	Cambio porcentual en el total real de ventas y transferencias por línea de negocio entre 1974 y 1975.
KAP	Razón del total de activos entre el total de ventas y transferencias por línea de negocios de una industria
MES	Producción por empresa del 50% superior de las empresas en la industria y normalizado por la producción total de la industria.
MKT	Logaritmo del valor industrial de los embarques
NCONS	Número de patentes referentes a bienes de consumo concedidas a empresas de la industria
PROCESS	Número de patentes de proceso concedidas a empresas de la industria
PRODUCT	Número de patentes de producto concedidas a empresas de la industria
TECH	Variable <i>dummy</i> para industrias tecnológicamente progresivas

En la Tabla 7 se presentan los resultados de las regresiones con Mínimos Cuadrados en 2 Etapas para un total de 191 ramas industriales de los Estados Unidos. Al igual que Levin y Reiss (1984), los datos provienen de diferentes fuentes

Tabla 7 a. Relaciones esperadas y obtenidas por Lunn (1986)

<i>Variable</i>	PROCESS		PRODUCT	
	<i>Esperado</i>	<i>Obtenido</i>	<i>Esperado</i>	<i>Obtenido</i>
Constante [1]		-		-
CONC	+	+ b	+	+
CASH	+	+ b	+	+ b
MKT	+	+ c	+	+ c
KAP	+	+ b	No aplica	
ADV	No aplica		+	- a
TECH	+	+ c	+	+ c
R <sup>2</sup>		0.230		0.255

Niveles de Significación: a 10%, b 5%, c 1%.

[1] No reportó nivel de significación.

Tabla 7 b. Relaciones esperadas y obtenidas por Lunn (1986)

Variable	CONC		ADV	
	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido
Constante [1]		+		+
PROCESS	?	+ c	No aplica	
PRODUCT	No aplica		+	+
MKT	-	- c	No aplica	
GROW	-	-	No aplica	
MES	+	+ c	No aplica	
CDR	-	-	No aplica	
CONC	No aplica		+	+ b
CASH	No aplica		+	+
CONS	No aplica		+	+ c
FIRM	No aplica		+	- c
R <sup>2</sup>		0.242		0.276

Niveles de Significación: a 10%, b 5%, c 1%.

[1] No reportó nivel de significación.

#### 4. Hula, David G.: "Advertising, new product profit expectations, and the firm's R&D investment decisions".

El trabajo de Hula también se fundamenta en un modelo de optimización en donde la función inversa de demanda puede estar influenciada por el gasto publicitario de otros productos y la IDE esta orientada a nuevos productos, aunque el trabajo no revisa la relación de la actividad innovadora y estructura de mercado se consideró por revisar los vinculos entre IDE y publicidad de manera explicita. El problema de maximización de beneficios que cada empresa afronta es el siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & \pi = \pi' + \hat{\pi} \\ & Q_j, A_j, RD, A \end{aligned}$$

donde los beneficios del periodo actual son

$$\pi = \sum_i P_i(Q_i, \mathbf{A})Q_i - C(\mathbf{Q}) - \sum_i A_i - RD;$$

los gastos en publicidad de cada producto se integran en el siguiente vector

$$\mathbf{A} = (A_1, \dots, A_j, \dots, A_n);$$

de igual forma la producción de cada bien en  $\mathbf{Q}$

$$\mathbf{Q} = (Q_1, \dots, Q_j, \dots, Q_n);$$

los beneficios esperados del nuevo producto es la multiplicación de la suma de los valores presentes de todos los beneficios futuros de dicho producto por la probabilidad de éxito del proyecto,  $p(RD)$ , que depende del gasto en IDE,

$$\hat{\pi} = p(RD) \int_0^v \int_u^{\infty} e^{-rt} g(\pi | t, A, \mathbf{A}) \pi d\pi dt,$$

de tal forma que  $A$  es cualquier gasto de publicidad para el nuevo producto,  $t$  designa el tiempo,  $r$  es la tasa de descuento de los beneficios futuros,  $g(\pi | t, A, \mathbf{A})$  es la función de densidad de probabilidad condicional para los beneficios derivados del nuevo producto dado el tiempo, el gasto de publicidad para el nuevo producto y para los productos existentes, y  $u$  y  $v$  son las cotas inferior y superior sobre las cuales los beneficios  $\pi$  pueden fluctuar en cualquier tiempo y para cualquier nivel de gasto publicitario. La presencia del gasto en publicidad, tanto del nuevo producto como de los existentes, en la función de beneficios permite considerar las derramas o externalidades de este gasto y está representado por  $\beta_i$  en las condiciones de primer orden.

$$\frac{\partial \pi}{\partial Q_i} = \frac{\partial P_i(Q_i, \mathbf{A})}{\partial Q_i} Q_i + P_i(Q_i, \mathbf{A}) - \frac{\partial C(\mathbf{Q})}{\partial Q_i} = 0 \quad \forall i$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial A_i} = \frac{\partial P_i(Q_i, \mathbf{A})}{\partial A_i} Q_i + \beta_i - 1 = 0 \quad \forall i$$

$$\beta_i = \sum_{j \neq i} \frac{\partial P_j(Q_j, \mathbf{A})}{\partial A_i} Q_j + p(RD) \frac{\partial}{\partial A_i} \int_0^v \int_u^{\infty} e^{-rt} g(\pi | t, A, \mathbf{A}) \pi d\pi dt$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial RD} = -1 + \frac{dp(RD)}{dRD} \int_0^v \int_u^{\infty} e^{-rt} g(\pi | t, A, \mathbf{A}) \pi d\pi dt = 0$$

$$\frac{\partial \pi}{\partial A} = p(RD) \frac{\partial}{\partial A} \int_0^v \int_u^{\infty} e^{-rt} g(\pi | t, A, \mathbf{A}) \pi d\pi dt = 0$$

El sistema de ecuaciones que el autor propone se ofrece a continuación, aunque la liga entre las condiciones de primer orden y dichas ecuaciones no es del todo directa como en el caso del trabajo de Levin y Reiss (1984). El autor resalta dos conclusiones de su modelo: una expectativa de mayores beneficios de productos nuevos, la cual es generada por la publicidad anticipada de tales productos, propicia un nivel óptimo superior de gasto empresarial en IDE, y la presencia de publicidad para los productos actuales, la cual incrementa la demanda de un



nuevo producto en potencia, aumenta los beneficios esperados atribuibles al nuevo producto y sube el nivel óptimo empresarial del gasto en IDE en relación con el que existiría en ausencia de tal externalidad.

- Ecuación de ventas:

$$S = a_0 + a_1ADV + a_2R \& D + a_3AS + a_4DUM + u_0$$

- Ecuación de IDE:

$$R \& D = b_0 + b_1ADV + b_2DIV + b_3TO + b_4\pi + b_5S^2 + b_6DUM + u_1$$

- Ecuación de Diversificación:

$$DIV = c_0 + c_1ADV + c_2\pi + c_3R \& D + u_2$$

Tabla 8. Descripción de Variables del Modelo de Hula (1988)

<i>Variable</i>	<i>Significado</i>
S	Ventas totales de la empresa (ingreso)
ADV	Gasto en publicidad de la empresa
R&D	Gasto en IDE de la empresa
AS	Activos totales de la empresa
DUM	Variable <i>dummy</i> para empresas que producen fundamentalmente bienes para otros productores (será cero cuando la empresa venda principalmente productos de consumo final)
DIV	Diversificación de la empresa representada por el número de actividades industriales en que participa
TO	Índice de oportunidad tecnológica aplicable a la empresa
$\pi$	Beneficios de la empresa
$S^2$	El cuadrado de las ventas totales, considerada exógena

Las ecuaciones propuestas están respaldadas en cuatro relaciones consideradas por el autor: la teoría publicidad-beneficios-IDE, coeficientes  $a_1$  y  $b_4$ ; la teoría de la demanda, coeficiente  $b_1$ ; la teoría publicidad-diversificación-IDE, coeficientes  $c_1$  y  $b_2$ ; y la hipótesis publicidad-ventas-IDE, coeficientes  $a_1$  y  $b_5$ .

En particular, es de interés la forma como se construyeron los índices de oportunidad tecnológica para cada actividad industrial. Dicho índice es el coeficiente para la IDE en una regresión con mínimos cuadrados ordinarios de esta variable y una constante sobre las ventas para las empresas que pertenecen a una actividad industrial. Este coeficiente es un indicador burdo de las oportunidades tecnológicas derivadas de la relevancia de la IDE para una industria.

Los resultados obtenidos corresponden a datos de 191 empresas de los Estados Unidos para el año de 1972, cuyas fuentes también son diversas. El método aplicado para estimar el sistema en su forma estructural es mínimos cuadrados en 2 etapas.

Tabla 9. Relaciones esperadas y obtenidas por Hula (1988)

Variable	S		R&D		DIV	
	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido
Constante		+ c		+		+ c
ADV	+	-	+	+ c	+	+
R&D	+	+ c	No aplica		+	-
AS	+	+ c	No aplica		No aplica	
DUM	-	- c	-	+	No aplica	
DIV	No aplica		+	-	No aplica	
TO	No aplica		+	+ c	No aplica	
$\pi$	No aplica		+	-	+	+
S <sup>2</sup>	No aplica		+	+ c	No aplica	

Niveles de Significación: a 5%, b 2.5%, c 1%.

5. Levin, Richard C. y Peter C. Reiss: "Cost-reducing and demand-creating R&D with spillovers".

Este artículo presenta un modelo de optimización donde se hace diferencia explícita entre las innovaciones de producto y de proceso, al igual que Lunn (1986), y es una extensión al trabajo de Levin y Reiss (1984). El problema de maximización que cada empresa enfrenta es:

$$\begin{aligned} \text{Max} \quad & [P_i(q_i, Q, y_i, Y_i) - C_i(x_i, X_i)]q_i - x_i - y_i - f_i \\ & q_i, x_i, y_i \end{aligned}$$

donde  $x_i$  es el gasto en IDE de proceso realizado por la empresa,  $X_i = x_i + w_x \sum_{j \neq i}^N x_j = x_i + w_x X$  es el acervo de conocimiento disponible para la empresa,  $w_x$  representa el grado de las derramas de la IDE de proceso,  $N$  es número de empresas en equilibrio en la industria,  $C_i(x_i, X_i)$  es la función de costo unitario,  $f_i$  son los costos fijos incurridos para la producción de  $q_i$ ,  $Q$  es un índice de la producción industrial,  $y_i$  es el gasto en IDE de producto realizada por la

empresa,  $Y_i = y_i + w_y \sum_{j \neq i}^N y_j = y_i + w_y Y$  es la suma ponderada de la IDE de producto en una industria,  $w_y$  es un

parámetro análogo a  $w_x$ ,  $P_i = \frac{\partial U}{\partial Q} G_i(y_i, Y_i) = P(Q)G_i$  es la función inversa de la demanda,  $P(Q)$  es un índice

de precios de la industria y  $G_i = G_i(y_i, Y_i)$  es un argumento de la función agregada de utilidad de las preferencias de los consumidores  $U(Q) = U(G_1q_1 + G_2q_2 + \dots + G_Nq_N)$ .

Bajo determinados supuestos, por ejemplo de equilibrio simétrico, las condiciones de primer orden y la condición de cero beneficios son:

$$P \left[ 1 - \frac{1}{\varepsilon N} \right] = C$$

$$- \left[ \frac{\partial C}{\partial x} + \frac{\partial C}{\partial X} \right] q = 1$$

$$\left[ \frac{\partial P}{\partial y} + \frac{\partial P}{\partial Y} \right] q = 1$$

$$[P - C]q = x + y + f$$

donde  $\varepsilon$  es la elasticidad precio de la demanda. Si se manipulan dichas condiciones anteriores se obtiene las ecuaciones siguientes:

$$H = \frac{1}{N} = \varepsilon(R + D + F),$$

donde  $H$  es el índice Herfindahl de concentración,  $R$  es la razón de gasto industrial en IDE de proceso entre ventas,  $D$  es la razón de gasto en IDE de producto entre ventas y  $F$  es la razón de los costos fijos,

$$D = \alpha_y \left[ 1 - \frac{H}{\varepsilon} \right] + \gamma_y \left[ \frac{1}{1 + w_y(N-1)} - \frac{H}{\varepsilon} \right],$$

$\alpha_y$  es la elasticidad de la calidad de producto respecto a la IDE propia de producto, dado que los efectos de las derramas son fijos, y  $\gamma_y$  es la elasticidad de la calidad de producto respecto a la IDE común de producto, y

$$\frac{R}{1 - (R + D + F)} = \alpha_x + \frac{\gamma_x}{1 + w_x(N-1)},$$

$\alpha_x$  es la elasticidad del costo unitario respecto a la IDE propia de proceso, también con efectos fijos de las derramas, y  $\gamma_x$  es la elasticidad del costo unitario respecto a la IDE común de proceso.

Las dos últimas ecuaciones, que representan las intensidades de la IDE de producto y proceso, tienen dos términos similares los cuales poseen interpretaciones análogas. El primer término incluye una  $\alpha$ , la cual es una representación de las oportunidades tecnológicas que enfrenta la empresa tanto para la IDE de proceso como para la de producto. El segundo término representa dos aspectos de la apropiación: la amplitud y la productividad de las derramas técnicas.

Al igual que Levin y Reiss (1984) se proponen regresiones derivadas de las tres ecuaciones anteriores y que conforman un sistema estructural:

- Ecuación de Concentración:

$$\ln H = \beta_0 + \beta_1 \ln \varepsilon + \beta_2 \ln(R + D + F) + \psi_1, \text{ o bien}$$

$$\ln H = \beta_0 + \beta_1 \ln \varepsilon + \beta_2 \ln(R + D + A + F) + \psi_1$$

donde  $A$  representa la razón de gastos en publicidad entre ventas.

- Ecuación de intensidad de la IDE de proceso:

$$\frac{R}{1 - (R + D + A + F)} = \delta_0 + \delta_1 \alpha_x + \delta_2 \frac{\gamma_x}{1 + w_x(N - 1)} + \psi_2$$

- Ecuación de intensidad de la IDE de producto:

$$\frac{D}{1 - (R + D + A + F)} = \lambda_0 + \lambda_1 \alpha_y + \lambda_2 \frac{\gamma_y}{1 - \frac{H}{\varepsilon}} \left[ \frac{1}{1 + w_y(N - 1)} - \frac{H}{\varepsilon} \right] + \psi_3$$

Las ecuaciones de IDE se estiman con un procedimiento similar al realizado por Levin y Reiss (1984), es decir, las alfas y gamas de estas ecuaciones se substituyen con variables *proxy* tanto de la oportunidad tecnológica como de la apropiación de beneficios, respectivamente. Para la aproximación de las  $w$ 's se realizó un análisis de componentes principales para la IDE de proceso y de producto. Con base en la tabla de resultados se describirán todas las variables utilizadas en el ejercicio empirico el cual se realizó para 116 actividades industriales con datos provenientes de muy diversas fuentes; los autores aparentemente realizaron tres regresiones para las ecuaciones de IDE pues incluyen tres constantes (una para la alfa, otra para la gama y una más para la  $w$ ).

Tabla 10. Relaciones esperadas y obtenidas por Levin y Reiss (1988)

Variable	Ln H		IDE Proceso		IDE Producto	
	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido [1]	Esperado	Obtenido
Ln $\epsilon$	+	+ (0.72)	No aplica		No aplica	
ln (R+D+A+F)	+	+ (21.93)	No aplica		No aplica	
ASSEMBLY	No aplica		+	- (-3.22)	No aplica	
CHEM	No aplica		+	+ (2.06)	-	+ (2.14)
CEMENT	No aplica		No previsto [1]	- (-2.26)	No previsto [1]	+ (3.23)
SEMI	No aplica		No previsto [1]	+ (4.34)	No previsto [1]	- (-2.45)
ENERGY	No aplica		+	+ (2.29)	-	- (-4.52)
MATER	No aplica		?	? (0.01)	No aplica	
MATER*	No aplica		?	- (-0.91)	No aplica	
ENERGY						
EQUIP	No aplica		?	- (-0.84)	No aplica	
ELECTRON	No aplica		No previsto	+ (0.22)	No previsto	+ (3.09)
PC1	No aplica		-	- (-0.18)	No aplica	
PC2	No aplica		?	+ (0.14)	No aplica	
METAL	No aplica		No aplica		-	- (-2.60)
PCESHR	No aplica		No aplica		+	- (-3.10)
USERS	No aplica		No aplica		?	+ (0.42)
USERS*	No aplica		No aplica		?	- (-0.74)
ENERGY						
PD1	No aplica		No aplica		-	- (-0.49)
PD2	No aplica		No aplica		?	+ (0.54)

Niveles de Significación: se proporcionan los valores del estadístico asintótico  $t$

[1] Estas variables se incluyeron porque mejoraron las regresiones.

? Efecto ambiguo

Tabla 11. Descripción de Variables del Modelo de Levin y Reiss (1988)

<i>Variable</i>	<i>Significado</i>
H	Índice Herfindahl de concentración
C	Gasto en IDE financiado por las empresas
S	Total de ventas y transferencias por línea de negocios
$\phi$	Porcentaje de patentes industriales que están relacionadas con procesos
$R=\phi C/S$	Fracción de las ventas gastado en IDE de proceso
$D=(1-\phi)C/S$	Fracción de las ventas gastado en IDE de producto
A	Fracción de las ventas gastado en publicidad y otros gastos de ventas
F	Fracción de las ventas gastado en gastos fijos asignables y no asignables
MATER	Oportunidad tecnológica, variable <i>dummy</i> : 1 si los proveedores de materiales son significativos al progreso tecnológico
EQUIP	Oportunidad tecnológica, variable <i>dummy</i> : 1 si los proveedores de equipo de producción son significativos al progreso tecnológico
USERS	Oportunidad tecnológica, variable <i>dummy</i> : 1 si los usuarios del producto son significativos al progreso tecnológico
CHEM	Oportunidad tecnológica, variable <i>dummy</i> : 1 si la tecnología o producto es principalmente química
METAL	Oportunidad tecnológica, variable <i>dummy</i> : 1 si la industria es principalmente de procesamiento de metal
SEMI	Oportunidad tecnológica, variable <i>dummy</i> : 1 si la industria es de semiconductores
ELECTRON	Apropiación, variable <i>dummy</i> : 1 si la industria es de electrónica
ENERGY	Oportunidad tecnológica, fracción del costo de materiales que están relacionados a energía
PCESHR	Participación del consumo privado en la producción
PC1	Primer componente principal que mide la amplitud de las derramas de procesos
PC2	Segundo componente principal que mide la amplitud de las derramas de procesos
PD1	Primer componente principal que mide la amplitud de las derramas de productos
PD2	Segundo componente principal que mide la amplitud de las derramas de productos

### **III. La Encuesta Nacional sobre Innovación de Conacyt.**

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) llevó a cabo en el año de 1997 la primer Encuesta Nacional sobre Innovación tanto en el sector manufacturero como en el de servicios, el propósito de este estudio fue conocer la situación de la actividad innovadora en las empresas manufacturadas y de servicios. En esta sección se reportarán las características del estudio así como los principales resultados concernientes al sector manufacturero divididos en los siguientes temas: naturaleza innovadora, insumos del proceso innovador, productos de la actividad innovadora y factores que favorecen u que obstaculizan la innovación. Para disponer de mayores detalles puede consultarse el "Informe de la Encuesta Nacional sobre Innovación en el Sector Manufacturero 1997". Conacyt (1998b).

#### ***A. Características de la Encuesta.***

El cuestionario de la encuesta se diseñó de acuerdo con el Manual Oslo de la OECD/Eurostat (1997) y los estándares de "Community Innovation Survey II" (CIS-II) de Eurostat para recolectar información de 1,322 empresas en el periodo comprendido entre 1994 y 1996. En términos generales, los tópicos incluidos en el mencionado instrumento fueron los siguientes: estructura de la empresa, actividades económicas, información sobre las actividades de innovación de la empresa, recursos dedicados a las actividades de innovación en 1996, factores que influyen en las actividades de innovación, fuentes de información para la innovación entre 1994 y 1996, cooperación en innovación entre 1994 y 1996, la innovación más significativa, y factores que obstaculizan la innovación.

Las empresas fueron elegidas con el criterio de una mayor propensión a innovar. de esta forma se incluyeron a empresas con 50 o más empleados, a 300 de las 500 empresas más importantes del país y a las pertenecientes a clases de actividad con un mayor gasto en IDE y un importante valor de su producción relativo al total manufacturero. Conacyt recomienda considerar que los resultados obtenidos no deben interpretarse como una conducta generalizada de la industria manufacturera del país, puesto que la representatividad de todos los tamaños de empresa está restringido, y que la información solamente atañe a las empresas incluidas en la muestra. Las

distribuciones de la muestra de acuerdo al tamaño de la empresa y a su subsector de actividad económica se brindan en las Tabla 12 y 13, respectivamente.

Tabla 12 Estratificación de la muestra por número de empleados en 1996

<i>Estrato</i>	<i>Empresas</i>	<i>Porcentaje</i>
Pequeña (de 50 a 100 empleados)	542	41.0
Mediana (de 101 a 250 empleados)	426	32.2
Grande (más de 250 empleados)	354	26.8
<b>Suma</b>	<b>1,322</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Conacyt (1998a).

Tabla 13. Distribución de la muestra según los subsectores manufactureros

<i>Subsector</i>	<i>Empresas</i>	<i>%</i>
Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco	218	16.5
Textiles, Prendas de Vestir e Industrias del Cuero	59	4.5
Industria de la Madera y Productos de Madera. Incluye muebles	49	3.6
Papel y Productos de Papel, Imprentas y Editoriales	88	6.7
Sustancias Químicas, Derivados del Petróleo, del Carbón, de Hule y de Plástico	326	24.7
Productos Minerales No Metálicos. Excluye Derivados del Petróleo y Carbón	62	4.7
Industrias Metálicas Básicas	61	4.6
Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo. Incluye Instrumentos de Precisión	444	33.6
Otras Industrias Manufactureras	15	1.1
<b>Suma</b>	<b>1,322</b>	<b>100.0</b>

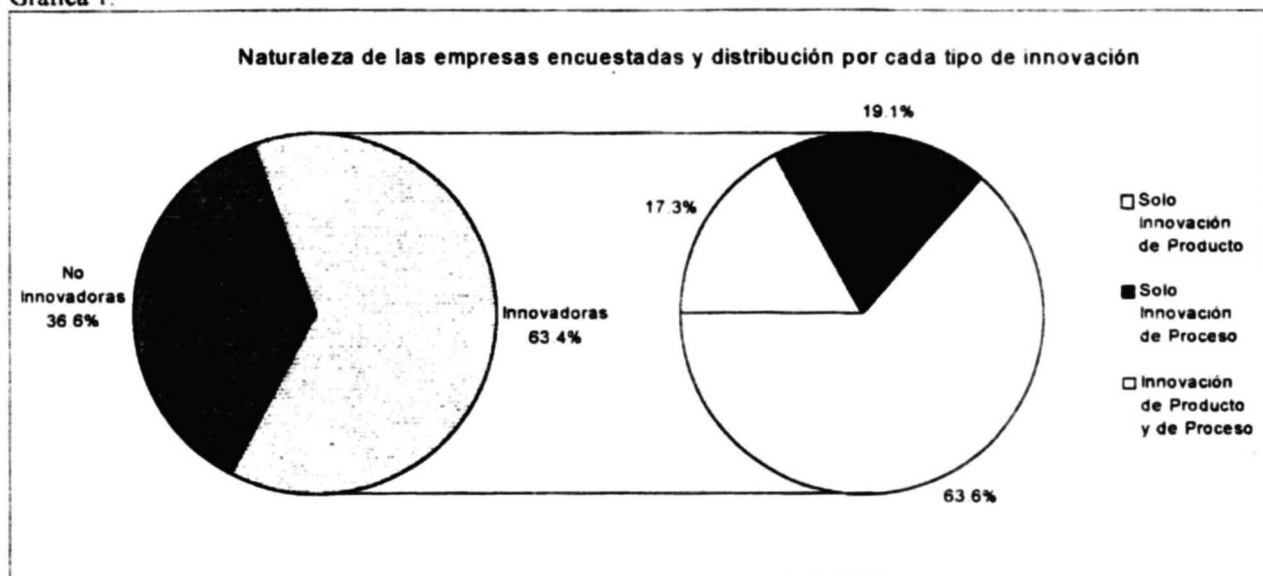
Fuente: Conacyt (1998b)

## **B. Naturaleza Innovadora.**

En la Gráfica 1 se presenta la distribución de las empresas de acuerdo a su vocación innovadora, donde se puede apreciar que 838 empresas de las 1,322 declararon ser innovadoras, el 63.4 por ciento. Asimismo, se observa una fuerte vinculación entre los dos tipos de innovación ya que el 63.6 por ciento de las empresas innovadoras instrumentaron ambos tipos. Por otro lado, los datos reflejan una tendencia creciente conforme aumenta el tamaño de la empresa, así se tiene que las empresas innovadoras representan el 56.8 por ciento de las empresas pequeñas, el 60.8 por ciento de las empresas medianas y el 76.6 por ciento de las empresas grandes. En la Tabla 14 se presentan las diez ramas de actividad con más empresas innovadoras y, en contraste, la Tabla 15 muestra las diez ramas de actividad con mayores porcentajes de empresas innovadoras.



Gráfica 1.



Fuente: Conacyt (1998a).

Tabla 14. Distribución de las empresas innovadoras por rama de actividad

Rama de Actividad	Participación %	Porcentaje de Innovadoras
Elaboración de Productos de Plástico	10.38	57.6
Fabricación y/o Ensamble de Maquinaria, Equipo y Accesorios Eléctricos. Incluye para la Generación de Energía Eléctrica	10.14	66.9
Industria Automotriz	5.85	62.8
Fabricación de Otras Sustancias y Productos Químicos	5.73	78.7
Industria de las Bebidas	5.25	68.8
Fabricación de Sustancias Químicas Básicas. Excluye las Petroquímicas Básicas	4.89	80.4
Fabricación y Reparación de Muebles principalmente de Madera. Incluye Colchones	3.82	68.1
Manufactura de Celulosa, Papel y sus Productos	3.58	57.7
Fabricación de Otros Productos Metálicos. Excluye Maquinaria y Equipo	3.34	63.6
Industria Farmacéutica	3.10	72.2
Resto de las ramas manufactureras	43.91	60.2 <sup>II</sup>
<b>Suma</b>	<b>100.00</b>	<b>63.4</b>

Fuente: Conacyt (1997 y 1998a).

[I] Promedio de las 44 ramas restantes.

Tabla 15 Principales ramas de actividad por su porcentaje de empresas innovadoras

<i>Rama de Actividad</i>	<i>Porcentaje de Innovadoras</i>	<i>Empresas en la muestra</i>
Fabricación de Envases y Otros Productos de Madera y Corcho.		
Excluye Muebles	100.0	2
Industria de las Fibras Artificiales y/o Sintéticas	100.0	1
Otras Industrias Manufactureras	93.3	15
Fabricación de Materiales de Arcilla para la Construcción	90.0	10
Elaboración de Conservas Alimenticias. Incluye Concentrados para Caldos. Excluye las de Carne y Leche exclusivamente	81.8	11
Industria del Hule	81.8	11
Fabricación de Sustancias Químicas Básicas. Excluye las Petroquímicas Básicas	80.4	51
Fabricación de Otras Sustancias y Productos Químicos	78.7	61
Fabricación y/o Ensamble de Máquinas de Oficina, Cálculo y Procesamiento Informático	75.0	8
Industria Farmacéutica	72.2	36

Fuente: Conacyt (1997).

Al revisar las empresas innovadoras de producto, se tiene que el 51.3 por ciento de las compañías entrevistadas así lo declararon, y en su composición por tamaño de empresa se advierte un patrón creciente pues 44.1 por ciento de las empresas pequeñas de la muestra lo afirmaron, 48.6 por ciento de las medianas y 65.5 por ciento de las grandes. Por otro lado, las empresas que declararon realizar innovaciones de proceso representaron el 52.4 por ciento del total. De igual forma, se identificó un comportamiento creciente en esta última actividad según el tamaño de empresa. 44 por ciento de las empresas pequeñas encuestadas declararon este tipo de innovación, 50 por ciento de las empresas medianas y el 67.8 por ciento de las grandes. Al comparar las tendencias de ambos tipos de innovación, se aprecia un patrón más acentuado para la innovación de proceso.

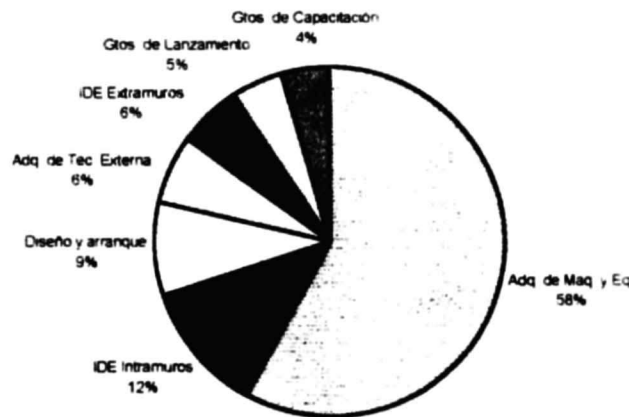
Tres cuartas partes de las empresas innovadoras de producto instrumentaron innovaciones incrementales, puesto que el 28 por ciento de las empresas realizaron innovaciones novedosas solo para la empresa y el 47 por ciento comercializaron productos nuevos o mejorados con una novedad a nivel del mercado nacional, mientras que el restante 25 por ciento de las empresas innovadoras llevaron a cabo innovaciones con una novedad a nivel internacional, lo cual significa que únicamente el 12.7 por ciento del total de la muestra desarrollaron innovaciones radicales. Las empresas grandes comprenden el 49.7 por ciento de las innovadoras de productos radicales, en tanto que las empresas medianas y pequeñas tienen una participación similar, 25.7 y 24.6 por ciento respectivamente.

### C. Insumos de la Innovación.

Los insumos de la actividad innovadora se presentan en cuatro dimensiones: el gasto innovador, los recursos humanos, las fuentes de información y el financiamiento. Las empresas grandes concentran el 56.8 por ciento del gasto en actividades innovadoras durante 1996, seguidas por las medianas con el 24.8 por ciento y las pequeñas con el 18.4 por ciento. En cambio, las empresas pequeñas tuvieron que este gasto representó el 7.1 por ciento de las ventas, seguidas por las grandes empresas con el 4.1 por ciento y las medianas con el 3.6 por ciento. En la Gráfica 2, se muestra la participación de las diferentes actividades innovadoras en el gasto total, tales actividades son: IDE intramuros; IDE extramuros; adquisición de maquinaria y equipo relacionada con la innovación de productos o procesos; adquisición de otra tecnología externa ligada a la innovación (patentes, licencias, etc.); diseño industrial o actividades de arranque de la producción de productos tecnológicamente nuevos o mejorados; capacitación vinculada a actividades innovadoras; y lanzamiento al mercado de innovaciones

Gráfica 2.

Participación de los costos en el Gasto Total en Innovación



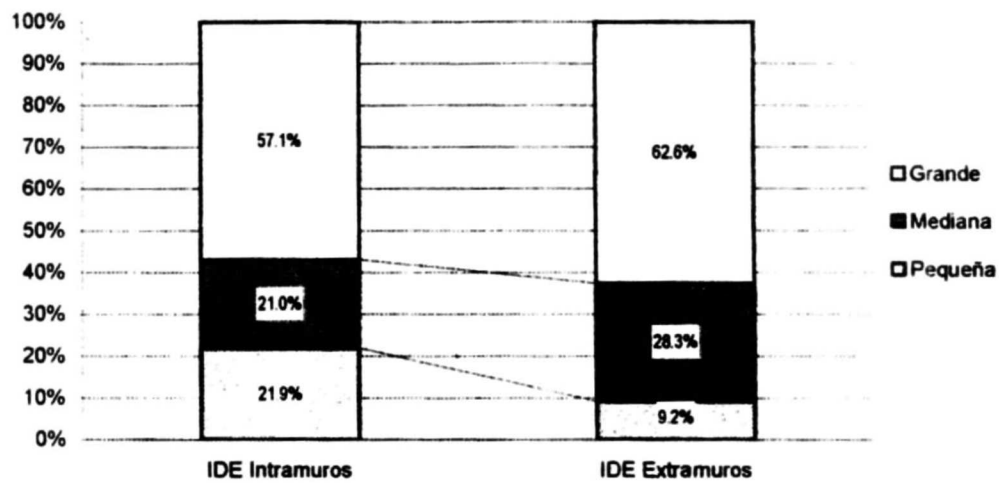
Fuente: Conacyt (1998a).

Cabe resaltar que la adquisición de maquinaria y equipo relacionada con la innovación (AME) representa la mayor participación, 58 por ciento, en el gasto total, en conjunto la IDE representa el 18 por ciento, 12 por ciento de la interna y 6 por ciento de la extramuros. La AME también se concentró en las empresas grandes que detentan el 54 por ciento de este gasto y las empresas medianas y pequeñas con el 23.3 y 19.7 por ciento,

respectivamente. En la Gráfica 3 se presenta la distribución de ambos gastos en IDE, donde se percibe una preponderancia de las compañías grandes.

Gráfica 3.

**Distribución del gasto en IDE de 1996 según tamaño de empresa**

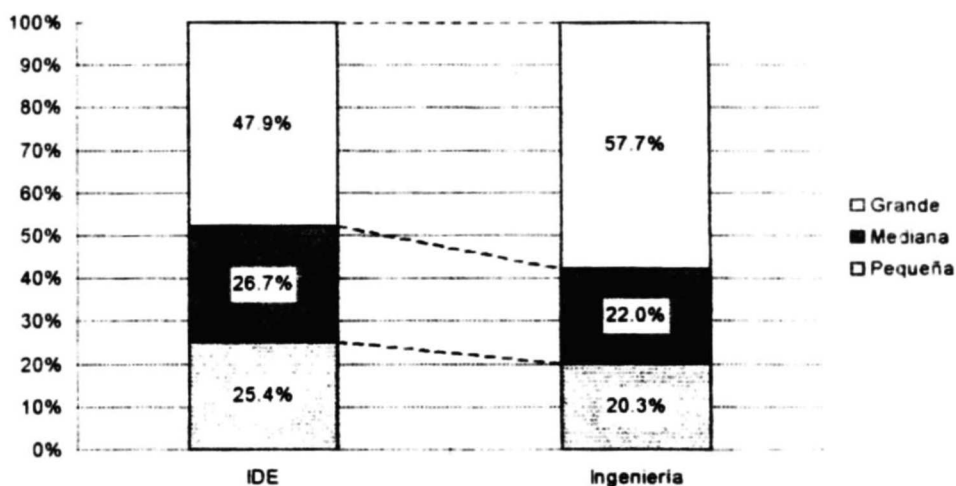


Fuente: Conacyt (1998a).

La organización formal para llevar a cabo la innovación resultó mayor dentro de las empresas grandes e innovadoras, puesto que el 81.2 por ciento declararon tener unidad de ingeniería y el 50.2 por ciento unidad de IDE, para la mediana empresa las cifras ascendieron a 58.7 y 26.3 por ciento, respectivamente, y para las pequeñas fueron de 44.5 y 26.9 por ciento. La Gráfica 4 ilustra como se reparte el personal ocupado en actividades de IDE e ingeniería donde es notoria la concentración del empleo en la empresa grande; la media de personal ocupado en IDE asciende a 4.2 personas y en ingeniería a 6.7 empleados.

Grafica 4.

**Distribución del personal ocupado en actividades de IDE e Ingeniería**

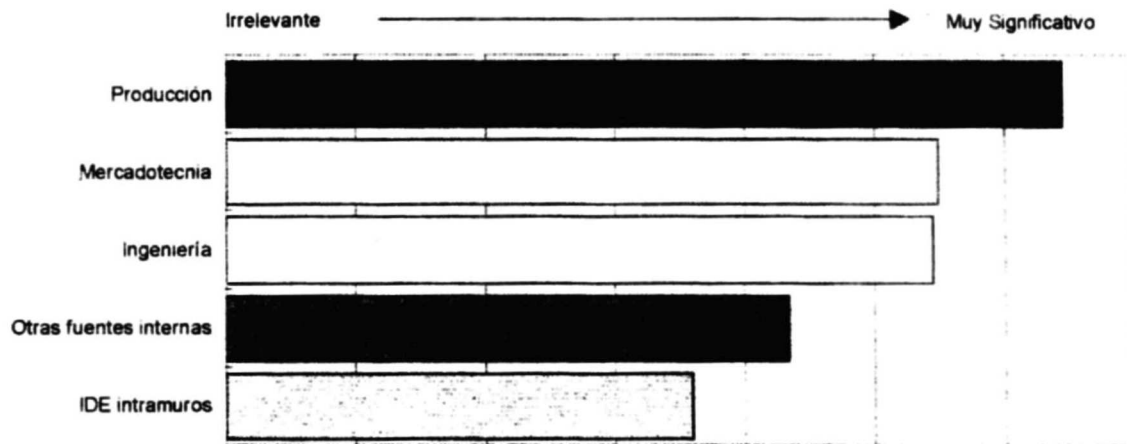


Fuente: Conacyt (1998a).

En las Gráficas 5 y 6 se ilustran las valoraciones de las distintas fuentes de información tanto internas como externas. En conjunto se aprecia un predominio de las fuentes internas (producción, mercadotecnia e ingeniería), aunque la fuente principal corresponde a clientes; por otro lado, es notoria también la especialización de las fuentes, ya que se atienden elementos de la demanda (clientes y mercadotecnia), aspectos operativos y tecnológicos (producción e ingeniería) e inventores externos de tecnología (ferias y exposiciones, y proveedores). En un análisis por tamaño de empresa de las fuentes internas resulta que las empresas grandes se preocuparon más por los aspectos operativos y tecnológicos, ingeniería y producción, lo cual presume una orientación a la innovación de procesos; mientras que las empresas pequeñas presentan una estrategia dual, producción y mercadotecnia, que indicaría de cierta manera una orientación a la innovación incremental de producto.

Gráfica 5.

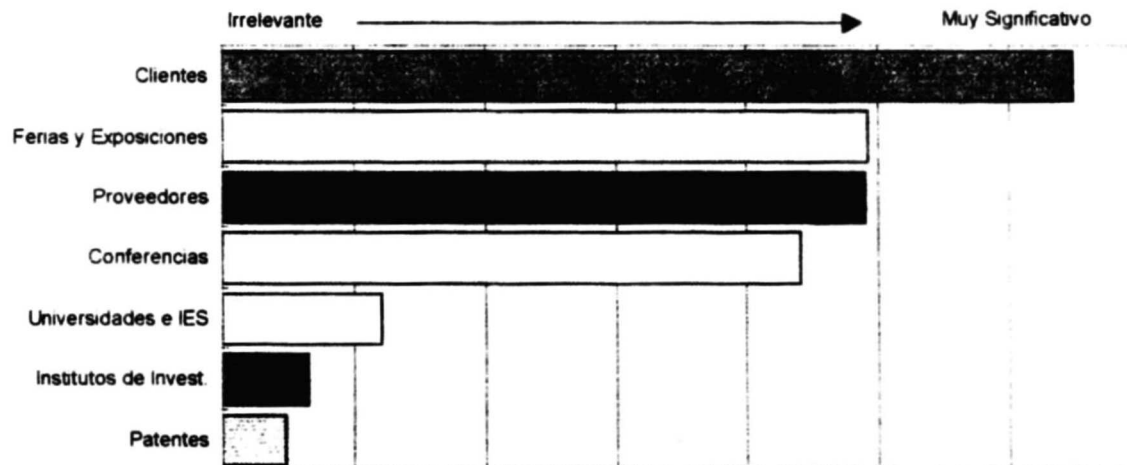
**Valoración de la importancia de las Fuentes Internas de Información para la realización de Innovaciones**



Fuente: Conacyt (1998a).

Gráfica 6.

**Valoración de la importancia de las Fuentes de Información Externas para la realización de Innovaciones**



Fuente: Conacyt (1998a).

El 90 por ciento de las empresas innovadoras identificó a los recursos propios como la principal fuente de financiamiento de la innovación, en segundo lugar, con el 23 por ciento de las innovadoras, están las instituciones bancarias privadas; y en tercer lugar, con el 15 por ciento, se identificaron a los recursos de empresas subsidiarias o asociadas. Por tamaño de empresa, las pequeñas empresas presentaron la mayor participación (36 por ciento) dentro

de las empresas pequeñas e innovadoras que utilizaron sus propios recursos para financiar su actividad innovadora, después están las empresas grandes con el 34 por ciento y las medianas con el 31 por ciento.

#### **D. Productos de la Innovación.**

La media de innovaciones de producto asciende a 6.8, donde las empresas grandes reportaron el mayor promedio como se aprecia en la Tabla 16. El 17.9 por ciento de las empresas innovadoras obtuvo la concesión de, al menos, una patente durante el periodo 1994-96, de tal forma que las empresas grandes con patentes otorgadas representaron el 23.2 por ciento de las empresas innovadoras de este tamaño, 16.2 por ciento para las medianas y 14.6 por ciento en el caso de las pequeñas. El número promedio de patentes otorgadas resultó de 4, también con un comportamiento creciente de acuerdo al tamaño de las empresas; debido al número total de patentes reportadas en la Encuesta, el Conacyt aclara que se incluyeron empresas pertenecientes a compañías transnacionales que recibieron patentes, tanto en el país como en el extranjero. Para el periodo de estudio, el 14.1 por ciento de las empresas innovadoras manifestaron haber solicitado patentes en México y el 13.8 por ciento lo hicieron en el extranjero, las empresas grandes resultaron ser las más propensas a solicitar patentes, sobre todo en el extranjero.

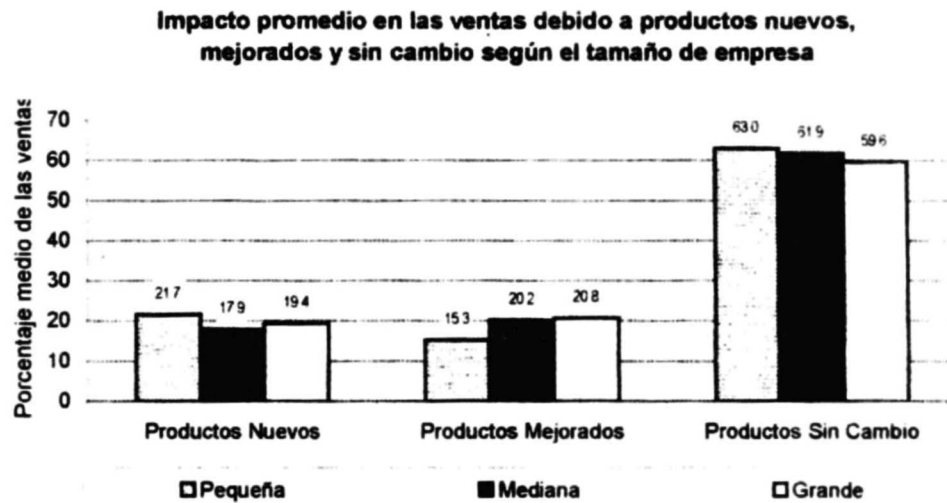
Tabla 16. Promedio de Productos nuevos o mejorados introducidos entre 1994 y 1996, según estrato

<i>Estrato</i>	<i>Promedio de Productos</i>
Pequeña	5.5
Mediana	6.5
Grande	8.4
<b>Todos los estratos</b>	<b>6.8</b>

Fuente: Conacyt (1998b).

La Gráfica 7 muestra el impacto promedio de los productos nuevos o mejorados en las ventas totales de las empresas. Para productos nuevos la media fue del 20.3 por ciento y para los mejorados ascendió a 19.7 por ciento; los datos no presentan diferencias significativas de estas variables a nivel de tamaño de empresa. Al considerar únicamente a las empresas innovadoras de producto la participación promedio de los productos nuevos o mejorados en las ventas ascendió a 41.9 por ciento; las grandes empresas mostraron una participación media del 49.6 por ciento, las medianas 39.1 por ciento y las pequeñas 35.4 por ciento.

Gráfica 7.



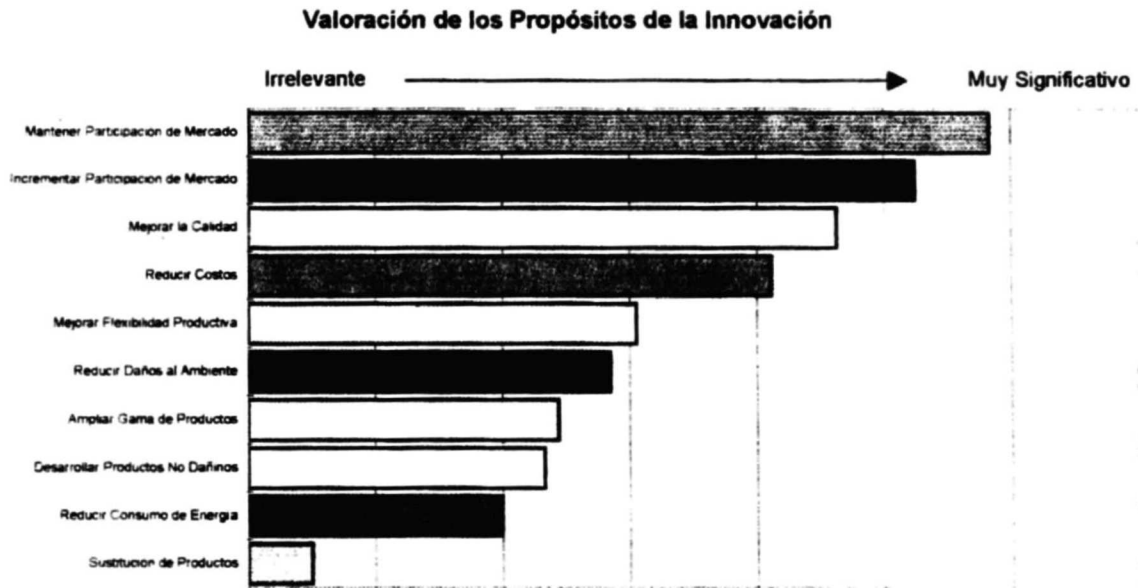
Fuente: Conacyt (1998a).

### ***E. Propósitos y Obstáculos de la Actividad Innovadora.***

Los principales motivos para innovar percibidos por las empresas innovadoras son: mantener la participación en el mercado, aumentar la participación en el mercado y crear nuevos mercados, mejorar la calidad, y reducir costos. Estos cuatro factores denotan un comportamiento competitivo y de diferenciación de productos de las compañías innovadoras. Estas razones también resultaron las más importantes cuando se considera la información por tamaño de empresa.



Gráfica 8.



Fuente: Conacyt (1998a).

Las empresas innovadoras y no innovadoras consideraron que las principales barreras del proceso innovador son: los costos elevados de innovar, el riesgo económico excesivo, las legislaciones vigentes restrictivas y la falta de financiamiento adecuado. En la Gráfica 9 se ilustran las valoraciones emitidas por las empresas acerca de cada uno de los obstáculos al proceso innovador, distinguiendo entre innovadoras y no innovadoras, los cuatro impedimentos anotados anteriormente permanecen como los más relevantes entre las compañías innovadoras y entre las no innovadoras.

Gráfica 9.



Fuente: Conacyt (1998a).

## **IV. Descripción del modelo.**

Con el objeto de tener una panorámica general, hasta el momento se han discutido el papel de la innovación en el contexto macroeconómico e internacional, la concepción detallada del proceso innovador, la revisión comprensiva de cada uno de los argumentos alrededor de este tema y la información existente para México. Antes de seguir adelante con el desarrollo de la propuesta de este trabajo, se resumirá la racionalidad de la actividad innovadora dentro de las empresas a fin de precisar el marco de referencia, así como se delimitará el ámbito teórico del modelo propuesto en este trabajo.

### ***A. Racionalidad de la Innovación.***

La innovación es una actividad esencialmente dual, Schmookler la describió como los dos filos de unas tijeras (Freeman, 1982). El primer aspecto se refiere a que el proceso innovador abarca la identificación de una necesidad o, en términos económicos, de un mercado potencial para nuevos productos o procesos. Por otro lado, se requiere de conocimiento técnico que generalmente está disponible, pero que también existe la necesidad de nueva información científica y tecnológica resultante de las tareas de investigación. Las actividades de desarrollo y diseño experimental, producción piloto y mercadotecnia se desenvuelven dentro de un proceso de emparejamiento de las posibilidades tecnológicas con las demandas del mercado. Aunque la profesionalización de la IDE industrial evidencia una respuesta al mencionado proceso, persisten sus características de incertidumbre, investigación y tanteo.

Retomando las opiniones de Schumpeter, las empresas innovan para conseguir mayores beneficios, es decir, se aprovechan de la nueva tecnología como una fuente de ventajas competitivas. En el caso de la innovación de procesos, o de mejora de la productividad, la empresa obtiene una ventaja en costos frente a sus competidores y, a su vez, beneficios superiores mediante dos estrategias posibles: en primer lugar, puede ganar mayores márgenes si aplica el precio prevaleciente en el mercado, o bien, puede utilizar, dependiendo de la elasticidad de la demanda, una combinación de menor precio y mayor margen que sus competidores con el fin de ganar mercado. En cuanto a la innovación de producto, la empresa adquiere una ventaja monopólica debido a una patente (monopolio legal), al rezago necesario para que los competidores puedan imitarla, o a cualquier otro mecanismo de apropiación de

beneficios; con tal poder monopólico, la compañía será capaz de fijar un precio mayor que el correspondiente a un mercado competitivo, y en consecuencia ganará rentas adicionales

Así como la innovación brinda ventajas competitivas en las dos modalidades mencionadas, las empresas también innovan para defender su posición competitiva o participación de mercado. Una empresa puede tener un papel reactivo e innovar para prevenir perder mercado frente a un competidor innovador. De igual forma, la empresa puede tomar un papel activo para ganar una posición estratégica en el mercado con relación a sus rivales, por ejemplo, mediante el desarrollo de estándares técnicos superiores y su posterior implantación en sus productos o procesos. A lo largo del tiempo, como ya se describió, las nuevas tecnologías compiten con las establecidas y eventualmente las reemplazarán; estos procesos de difusión tecnológica son normalmente lentos y están acompañados de mejoras incrementales tanto a las tecnologías establecidas como a las nuevas

### ***B. Justificación del Modelo.***

Las proposiciones schumpeterianas, como ya se describió, están orientadas básicamente a la influencia de la estructura de mercado y el tamaño de empresa sobre la innovación, de manera unidireccional; sin embargo, los hallazgos empíricos reconocen la necesidad del tratamiento de la causalidad en ambos sentidos. En la sección de la literatura, ya se anotaron los argumentos de la necesidad de endogenizar estas tres variables y, particularmente, en el apartado de "Sistemas de Ecuaciones" se sintetizaron los principales argumentos para tratar el análisis simultáneo de la estructura de mercado y la actividad innovadora. Así como se bosquejaron algunos trabajos significativos en esta materia. Además de la endogenización de las dos variables mencionadas, se discurió largamente en la necesidad de introducir en el análisis otros elementos como son las características de la empresa, la peculiaridades de la demanda, la oportunidad tecnológica y las condiciones de apropiación de beneficios.

Así el modelo que se presenta pretende considerar los puntos antes señalados y traer a la discusión elementos, de alguna forma ya discutidos, pero que son motivo de la investigación actual, como es el caso de la difusión de la tecnología incorporada en maquinaria y equipo. En particular, el trabajo de Papaconstantinou *et al.* (1996) resalta la deficiencia de las medidas basadas únicamente en la IDE, pues no reflejan la sofisticación tecnológica de las industrias, de tal manera que los indicadores que resultan más apropiados son aquellos que combinan la IDE realizada y la tecnología adquirida externamente. Asimismo, los resultados reportados para el caso

mexicano ilustran la gran porción del gasto innovador en adquisición de maquinaria y equipo relacionada con la innovación, la cual asciende al 58 por ciento. Dos líneas de trabajo que se dejan pendientes son la endogenización del tamaño de la empresa y de la IDE. En cuanto al primer caso, se recomienda disponer de series de tiempo para considerar el aspecto dinámico de este proceso, es decir, el crecimiento de las empresas. y, respecto a la IDE, los resultados a obtener se enriquecerán significativamente con la consecuente complicación de su interpretación, pero además queda la pregunta referente a un tratamiento similar para la adquisición de tecnología incorporada.

Con la finalidad de representar el comportamiento endógeno de la estructura de mercado y de la actividad innovadora en adición del esfuerzo publicitario, se plantea reproducir, hasta cierto punto, el trabajo realizado Schulenburg y Wagner (1991) cuyo modelo *ad hoc* consiste de tres ecuaciones que representan cada una de las variables mencionadas; específicamente, se toman en cuenta el gasto en publicidad, una medida de producto de la innovación y la concentración de mercado. El principal argumento de la consideración simultánea de la innovación y la publicidad es que ambos se derivan de situaciones de información imperfecta. La falta de conocimiento de los consumidores acerca de los productos nuevos o mejorados incentiva a los productores a realizar gastos publicitarios. En manera análoga, el conocimiento imperfecto del espacio de bienes/servicios y de las posibilidades de producción es el fundamento para llevar a cabo la innovación tanto de productos como de procesos. Aunque dichos incentivos desaparecerían bajo el supuesto de costos nulos, esto no es un argumento plausible a pesar de las imperfecciones existentes en los mecanismos de apropiación de beneficios o de que la generación de conocimientos sea pública o privada.

### **C. Publicidad e Innovación.**

La discusión del papel de la publicidad en el proceso innovador se ha circunscrito a los siguientes puntos: actividad complementaria a la IDE (para aprovechar la diversificación y en apoyo a la apropiación de beneficios), inversión cuyos efectos perduran más allá del periodo de ejecución y característica de las grandes empresas como barrera a la entrada. Con la finalidad de precisar estos conceptos, conviene repasar rápidamente la concepción de la publicidad y sus interrelaciones con la estructura de mercado y la innovación, según lo expuesto por Schmalensee (1986). Este autor distingue cuatro tipos de publicidad: informativa de precios, informativa de atributos del producto o de diferenciación, persuasiva y señaladora de la calidad del producto. En general, la conclusión

derivada de los modelos que estudian estos tipos de publicidad indican una "sobreinversión", que en consecuencia presume la existencia de ineficiencia. Sin embargo, Schmalensee señala que las conclusiones no son determinantes y que se debe esperar más trabajo al respecto.

Al comparar los modelos de competencia por medio de publicidad y de precios, se puede aseverar que las empresas aprovecharán ambos instrumentos de acuerdo a su influencia sobre la sensibilidad de la participación en el mercado, tal sensibilidad es un determinante de los beneficios esperados, en otras palabras, una empresa acapara los beneficios de sus rivales mediante la expansión de su participación de mercado. Entre las posiciones acerca de si la publicidad es competitiva o no, más bien hay que considerar que el impacto de la publicidad sobre la estructura de mercado no corresponde únicamente a uno de estos polos. Además, existe la posibilidad de que la mencionada influencia dependa de los atributos del producto, de la naturaleza de la publicidad y de la información de los consumidores.

Dentro de este análisis de la publicidad, la concepción de estructura de mercado abarcará los siguientes elementos: la concentración de los productores, la diferenciación de productos y las condiciones de entrada. La concentración de los productores está influenciada por las economías de escala en la publicidad. La diferenciación de productos existe si las marcas rivales no se consideran sustitutos perfectos, de tal forma que el efecto de la diferenciación es mayor cuando las elasticidades propia y cruzada de la demanda respecto al precio son pequeñas en promedio, aunque existen algunos contraejemplos a esta aseveración como lo expone Schmalensee. Las condiciones de entrada están afectadas por el elevado gasto en publicidad pre-entrada, por el efecto de largo plazo de la publicidad o por la publicidad de lanzamiento (introducción) de nuevos productos; se puede considerar que en los dos últimos casos la publicidad se constituye en un costo hundido, pero este argumento no tiene la robustez de la sobreinversión en capacidad productiva como barrera a la entrada.

#### ***D. Argumentos del Modelo.***

Volviendo al análisis propuesto por Schulenburg y Wagner, el modelo *ad hoc* que se verificará con datos de la Encuesta Nacional de Innovación 1997 y de otras fuentes se muestra en la Tabla 17 indicando el nivel de agregación de los datos, de tal forma que se tiene una ecuación para cada una de las variables endógenas y se espera que todas las relaciones indicadas tengan un signo positivo, excepto el efecto ambiguo del poder sindical sobre la

innovación como se verá más adelante. A continuación se enunciarán las consideraciones de cada una de las variables incluidas en cada ecuación.

Tabla 17. Modelo de tres ecuaciones.

<i>Variable Endógena</i>	<i>Relaciones entre variables endógenas</i>			<i>Variables exógenas</i>			
Publicidad [empresa]		Innovación	Concentración	Consumo Privado [industria rama]			
Innovación [empresa]	Publicidad		Concentración	Capital Humano [empresa]	Tamaño de Empresa [empresa]	IDE [empresa]	Poder Sindical [industria rama]
Concentración [industria clase]	Publicidad	Innovación		Intensidad de Capital [industria clase]	Nivel Salarial [industria clase]		

### 1. Relaciones de la Ecuación de Publicidad.

Dentro de esta ecuación se explica la forma en que la publicidad está determinada por la actividad innovadora, la concentración del mercado y el consumo privado

#### *La Innovación sobre la Publicidad.*

Schulenburg y Wagner proponen que bajo el supuesto de información imperfecta del espacio de bienes considerado por los consumidores, se justifica la existencia del gasto publicitario para solventar dicha imperfección en lo referente a innovaciones de producto. Por ello, se espera que la medida de producto de la innovación afecte positivamente a la intensidad de la publicidad de las innovaciones. Farber (1981), por su lado y aunque no utiliza una medida de producto, afirma que la IDE es complementaria a la publicidad de tal forma que incrementa la elasticidad de la demanda respecto a la publicidad y que ambas son el resultado de un proceso de optimización a la manera de Dorfman-Steiner; de la misma manera lo concluyen Levin y Reiss (1984) en su modelo de maximización de beneficios. Lunn (1986) recurre también al complemento existente entre la IDE y la publicidad basado en el argumento de la diferenciación de productos y asevera que las innovadoras de producto son más propensas a realizar publicidad que las de proceso.

### *La Concentración sobre la Publicidad.*

En mercados con competencia oligopolística existen típicamente actividades de publicidad de diferenciación de productos, la cual se gesta de dos formas: la primera se refiere al caso donde las compañías producen bienes similares y la publicidad se realiza para proveer información de precios, la segunda forma trata de la situación en que la publicidad no tiene información del producto y únicamente es persuasiva, es decir, afecta las preferencias de los consumidores en ciertas marcas, por lo que la publicidad funciona como una señal de la calidad de un "bien de experiencia". En dichos mercados concentrados donde las marcas son conocidas por los consumidores, las empresas utilizan al mismo tiempo las competencias en precios y en publicidad. De esta manera, Schulenburg y Wagner proponen que la concentración del mercado afecte positiva y significativamente la intensidad publicitaria de una industria. Por su lado, Levin y Reiss (1984) deducen de su modelo esta influencia positiva y directa de la concentración sobre el gasto publicitario; el mecanismo se basa en el argumento también propuesto por Dorfman-Steiner, en el cual la elasticidad precio de la demanda es menor en mercados concentrados por lo cual implica una mayor intensidad de la publicidad (ver en el apartado "Sistemas de Ecuaciones" la ecuación derivada). En cambio, Farber (1981) plantea una relación en forma de U invertida con la concentración de los productores, a la manera de lo hallado respecto a la relación de la intensidad en IDE y la estructura de mercado.

### *El Consumo Privado sobre la Publicidad.*

El argumento sugerido por Schulenburg y Wagner es que en mercados con información imperfecta, los consumidores privados están pobremente informados; por un lado, están poco informados acerca de los bienes y de los niveles de calidad que están disponibles en el mercado, y por otro lado, disponen de pocos datos referentes a precios. En contraste, los consumidores corporativos y profesionales están mucho mejor informados a causa de su inversión en recolectar y procesar dicha información. Por tanto, es de esperarse que los gastos de publicidad sean mayores en industrias orientadas al consumo privado. Strickland y Weiss (1976) recurren a la diferenciación de productos para aseverar que los bienes de consumo son más diferenciables que los bienes intermedios y que la publicidad es más efectiva para llegar a millones de consumidores, en tanto que los vendedores de una empresa son más efectivos para atacar mercados con pocos compradores. Lunn (1986) toma la evidencia de Ornstein y Martin para establecer que el gasto publicitario es mayor en la industrias de bienes de consumo final que en las de intermedios.



## 2. Relaciones de la Ecuación de Innovación.

Esta ecuación establece los efectos de la publicidad, la concentración, el capital humano, el tamaño de la empresa y la IDE sobre la medida de producto de la innovación. La discusión relativa a la influencia de la estructura de mercado y tamaño de mercado se omitirá, puesto que ya ha sido abordada en el apartado de "Las Hipótesis de Schumpeter".

### *La Publicidad sobre la Innovación.*

De acuerdo con la propuesta de Schumpeter, en mercados caracterizados por competencia imperfecta existen incentivos para realizar gastos elevados en actividades innovadoras, por lo cual a mayor publicidad se esperaría un mayor producto innovador. Hula (1988) plantea al respecto que la presencia de publicidad para los productos vigentes incrementará la demanda de un nuevo producto, lo que a su vez eleva la magnitud de los beneficios esperados atribuibles a tal producto y con el consecuente aumento de los incentivos y de la inversión en IDE. El tercer argumento recurrido por Schulenburg y Wagner está relacionado con el papel de la publicidad para señalar la calidad de los productos, el solo hecho de difundir la calidad superior de una marca no es suficiente pues a largo plazo se perdería credibilidad si la empresa no invierte real y continuamente en innovaciones tangibles.

Farber (1981) recurre al argumento de una influencia complementaria y positiva de la publicidad sobre la IDE ya que se determinan conjuntamente, en su elaboración también se basa en la capacidad de la publicidad para expandir la demanda y de la IDE para crear barreras a la entrada, con la consecuente elevación mutua de la productividad marginal de estos gastos. Aunque resalta el efecto de la publicidad sobre los nuevos productos debido a una mayor demanda, no considera importante el papel de la publicidad como medio de diferenciación de productos puesto que la IDE puede no estar orientada a este propósito. Lunn (1986) utiliza la propuesta de Farber, pero hace la distinción que las innovaciones de productos de consumo estarán más influenciadas por la publicidad debido a que la diferenciación es más plausible en este terreno.

### *El Capital Humano y el gasto en IDE sobre la Innovación.*

Tanto el capital humano como el gasto en IDE son insumos de la tecnología de innovación. Suponiendo que dicha tecnología posee economías de escala se preve que a mayores niveles de capital humano y gasto en IDE se obtengan mayores niveles del producto de la innovación. Por otro lado, si se consideran como

barreras a la entrada tanto al capital humano como al gasto en IDE, entonces existirá un efecto indirecto positivo de tales variables sobre la innovación, ya que como barreras generan una estructura imperfecta de mercado la cual presumiblemente afectará de manera positiva a la actividad innovadora.

#### *El Poder Sindical sobre la Innovación.*

Según Connolly *et al.* (Schulenberg y Wagner, 1991) los sindicatos se constituyen en un impuesto distorsionador sobre el rendimiento de las inversiones en capital intangible, como lo son las innovaciones, de tal forma que las elevadas ganancias de dichas inversiones son absorbidas en parte por mayores salarios y beneficios marginales, menores jornadas de trabajo, entre otros; a esta influencia negativa sobre la innovación se le llama hipótesis de búsqueda de rentas. Una evidencia de lo anterior es que las empresas con sindicatos presentan un menor valor de sus acciones bursatilizadas fundamentadas en inversiones de IDE. En contraste a este efecto negativo de los sindicatos, existe un argumento contrario identificado como la hipótesis de salarios al alza. Al luchar los sindicatos por mayores salarios reales, las empresas tienen el incentivo de invertir tanto en innovación de procesos para incrementar la sustitución de capital por trabajo como en innovación de producto para elevar la productividad de la mano de obra. La preeminencia de uno u otro efecto dependerá de los contratos entre sindicatos y empresas; por ejemplo, si los contratos agilizan el ajuste de salarios y condiciones de trabajo entonces prevalecerá la hipótesis de búsqueda de rentas ya que los empresarios esperarán que los sindicatos absorban una porción de las rentas de la innovación.

### **3. Relaciones de la Ecuación de Concentración.**

#### *La Publicidad y la Innovación sobre la Concentración.*

Dasgupta (1986) asevera que el principal objetivo de la IDE es la creación de barreras a la entrada. La naturaleza de la actividad inventora de las empresas existentes define límites a la entrada de nuevas empresas, es decir, la IDE puede ser un elemento principal en la rivalidad empresarial; de esta forma, las innovaciones de producto o proceso generarán un poder de mercado *ex post*. Por su lado, Farber (1981) también recurre al argumento de que la IDE y la publicidad son barreras a la entrada, aunque como lo expone Schmalensee (1986) el argumento relacionado con la publicidad es menos robusto. Levin y Reiss (1984 y 1988) deducen una relación directa y positiva

de la IDE, la publicidad y los costos fijos con la concentración a partir de un modelo de maximización de beneficios. Lunn (1986) expone el argumento de que éxito genera éxito, afirmando que las empresas que innovan prosperan y crecen con el consecuente incremento de su participación de mercado y aumento de la concentración, pero sugiere que las innovaciones de proceso tienen una mayor influencia sobre la estructura de mercado, debido a que la disminución de costos es una determinante de la concentración.

*La Intensidad de Capital y el Nivel Salarial sobre la Concentración.*

Las economías de escala, el nivel de salario y la intensidad de capital de una industria también se consideran como barreras a la entrada e influyen en la estructura de mercado según Scherer (Schulenburg y Wagner, 1991); por tanto la intensidad de capital y el nivel de salarios tendrán una influencia positiva sobre la concentración del mercado. Farber (1981) y Lunn (1986) hacen la misma consideración de barreras a la entrada, pero consideran otras variables como el mínimo eficiente de escala y la razón de desventaja en costo (esta última con una relación negativa).

## V. Resultados.

La intención de esta sección es presentar las particularidades de la instrumentación del modelo, los resultados obtenidos y la interpretación de los mismos. Pero antes, se anotaran las principales diferencias de este ejercicio empírico en comparación con el trabajo de Schulenburg y Wagner (1991). En primer lugar, no se replicó en su totalidad el modelo *ad hoc* propuesto por estos autores; en particular, no se incluyó la variable de aranceles en el modelo. Tales gravámenes se constituyen en barrera al comercio internacional disminuyendo la competencia al interior del país y, en consecuencia, se favorece la concentración del mercado doméstico. La economía de México se ha sometido a un proceso de apertura comercial desde de la década de los ochenta, reafirmado con la adhesión al GATT en 1986 y acelerado por el Tratado de Libre Comercio de Norte América a partir de 1994 y por otros tratados similares con diversos países latinoamericanos, de tal forma que las barreras arancelarias y no arancelarias se han reducido considerablemente; por ejemplo, en 1998 las importaciones provenientes de los Estados Unidos representaron el 74.3 por ciento del total, las cuales estuvieron exentas en un 80 por ciento, DOC (1999), aunque persisten barreras no arancelarias. De acuerdo a lo anterior, tenderá a disminuir el efecto planteado de los aranceles sobre la concentración conforme las importaciones estén libres de tales gravámenes.

La segunda diferencia estriba en la agregación de los datos, mientras que los autores referidos realizaron su trabajo con información a nivel de rama de actividad en una comparación internacional (Alemania y Estados Unidos), en este trabajo los resultados corresponden tanto a datos a nivel de empresa provenientes de la Encuesta Nacional de Innovación 1997 como a información agregada a nivel de clase y rama de actividad proveniente de otras fuentes como son el Censo Económico de 1994, la Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Tecnología y Capacitación (ENESTYC) de 1995 y una estimación de la Matriz de Insumo-Producto a 1993.

La tercer discrepancia se refiere a la inclusión de la adquisición de tecnología incorporada en la ecuación de innovación fundamentada en los hallazgos de los estudios acerca de la Comunidad Europea y de 10 países de la OECD (Evangelista *et al.*, 1997 y Papaconstantinou *et al.*, 1996, respectivamente), en ellos se muestra que este gasto representa una porción considerable del gasto innovador y se destaca su papel en la difusión de la tecnología incorporada en maquinaria y equipo. Asimismo, se incluyeron la IDE y el crecimiento del mercado en la

ecuación de la concentración y la IDE en la ecuación de la publicidad, de acuerdo a lo sugerido por Farber (1981), Levin y Reiss (1984), Lunn (1986) y Hula (1988)

La cuarta diferencia es el desglose de la IDE en interna y externa, lo cual implica una interpretación diferenciada de esta actividad. En primer lugar, la IDE intramuros simboliza la creación interna de conocimiento o tecnología para realizar innovaciones apoyada fundamentalmente en los recursos propios de la empresa, en cambio, la IDE extramuros es tanto generación como difusión de conocimiento y tecnología, pues además de basarse en los recursos de la empresa se sirve de los recursos disponibles a quien otorga este servicio a la empresa. La IDE extramuros también puede reflejar el grado de vinculación o cooperación con otros agentes del proceso innovador como son proveedores, empresas consultoras o de investigación, laboratorios y universidades

Otro diferendo se refiere a la metodología aplicada por Schulenburg y Wagner para eliminar elementos atípicos, es decir, el uso variables *dummy* para cada una de las ramas industriales. En el presente trabajo también se utilizaron este tipo de variables pero no debe otorgarse la misma interpretación, ya que su uso estribó en la recomendación generalizada de controlar las diferencias industriales debidas a características no observadas; por esta razón, también se incluyeron las variables que representan la taxonomía tecnológica de Pavitt<sup>2</sup>.

Antes de describir la instrumentación realizada es importante señalar que siendo la Encuesta Nacional de Innovación 1997 el primer esfuerzo de gran alcance para recolectar datos específicos de la actividad innovadora en México, fue necesaria la depuración de la base de datos con el fin de tener información consistente. Debido al considerable nivel de "no respuesta" en las preguntas esenciales para el modelo propuesto, se tomó en cuenta para este estudio el 50.9 por ciento de las 1,322 empresas que integraron el estudio; así las empresas que cumplieron con la disponibilidad y la consistencia requerida de información ascendieron a 673, por lo cual las características estadísticas de la submuestra no son iguales a las de la Encuesta, pero la decisión de exclusión solamente fue en base a los criterios mencionados y no a un juicio discrecional. El subconjunto extraído está conformado tanto de empresas innovadoras como de no innovadoras, de tal forma que 370 firmas son innovadoras, en la Tabla 18 se presenta el porcentaje de innovadoras por subsector de la manufactura de esta submuestra. Por tamaño de empresa se tiene que 41.9 por ciento son pequeñas empresas, 34.3 por ciento de medianas y 23.8 por ciento de grandes; los porcentajes

---

<sup>2</sup> La taxonomía tecnológica de Pavitt consta de cuatro grupos de industrias a saber: basadas en la ciencia, dominadas por el proveedor, intensivas en escala y oferentes especializados

relativos a cada estrato de empresas innovadoras son 53.2 por ciento para las pequeñas, 53.7 por ciento para las medianas y 60 por ciento para las grandes.

Tabla 18. Distribución de la submuestra según los subsectores manufactureros.

<i>Subsector</i>	<i>Empresas</i>	<i>% Innovadoras</i>
Productos Alimenticios, Bebidas y Tabaco	100	53.0
Textiles, Prendas de Vestir e Industrias del Cuero	41	65.9
Industria de la Madera y Productos de Madera. Incluye muebles	35	68.6
Papel y Productos de Papel, Imprentas y Editoriales	49	53.1
Sustancias Químicas, Derivados del Petróleo, del Carbon, de Hule y de Plástico	165	58.8
Productos Minerales No Metálicos. Excluye Derivados del Petróleo y Carbon	33	48.5
Industrias Metálicas Básicas	33	33.3
Productos Metálicos, Maquinaria y Equipo. Incluye Instrumentos de Precisión	209	51.7
Otras Industrias Manufactureras	8	100.0
<b>Suma</b>	<b>673</b>	<b>55.0<sup>[1]</sup></b>

[1] Porcentaje promedio de empresas innovadoras en la submuestra.

Para los conceptos que no se disponían dentro de la base de datos de la Encuesta de Innovación, se acudió a otras fuentes. Así el consumo privado se obtuvo de una estimación de la matriz de insumo-producto al año de 1993, CIE-México (1993); los datos de valor agregado censal bruto, intensidad de capital nivel salarial y personal ocupado del Censo Económico de 1993, INEGI (s.f.); los índices Herfindahl de concentración también corresponden al Censo Económico de 1993 y fueron facilitados por el Conacyt; la taxonomía tecnológica de Pavitt a nivel de clase de actividad fue elaborada y facilitada por el Mtro. Mario Capdevielle Allevato de la Universidad Autónoma de México-Xochimilco; y el porcentaje de empresas con sindicato se tomó de la ENESTYC 1995, INEGI-STPS (1997).

### **A. Instrumentación del Modelo.**

Previo a la presentación de la construcción del ejercicio empírico, se brindará la argumentación de las variables que se adicionaron al modelo establecido en la sección anterior. Como ya se mencionó, en el sistema de ecuaciones se incluyeron el gasto en IDE en la ecuación de publicidad y concentración; el crecimiento de mercado en la ecuación de concentración; la adquisición de maquinaria y equipo relacionados con la innovación y la variable *dummy* para empresas innovadoras de producto en la ecuación de innovación; y las variables *dummy* de rama de actividad y de la taxonomía tecnológica de Pavitt se utilizaron para controlar los efectos de industria o característica tecnológica.

### *Ecuación de Publicidad.*

La IDE se integró a la ecuación de publicidad de acuerdo a lo expuesto por Farber (1981), Lunn (1986) y Hula (1988). Farber ofrece un sistema en donde la IDE y la publicidad son endógenas con base en la premisa de que ambas son insumos determinados conjuntamente por la empresa, puesto que la creación de barreras a la entrada y el aumento de la demanda de la empresa, derivados respectivamente de estas dos variables, resultan complementarios debido a que el incremento en una de ellas elevará la productividad marginal de la otra. Lunn recurre al argumento expuesto por Farber, pero resalta el efecto derivado de un aumento en la demanda, afirma que una empresa aplicará simultáneamente las dos estrategias siempre y cuando la diferenciación de productos sea factible, estableciendo un comportamiento diferenciado para la innovación de proceso y de producto, de tal forma que la publicidad estará relacionada con las innovaciones de producto y no con las de proceso. Hula desarrolla un modelo de optimización del cual deriva las dos conclusiones siguientes: el mayor beneficio esperado de un nuevo producto generado por la publicidad anticipada de tal producto deviene en un nivel superior de gasto óptimo en IDE para la empresa, y la presencia de publicidad para los productos vigentes, la cual eleva la demanda de un potencial producto nuevo, incrementa el beneficio esperado atribuible a ese producto nuevo y hace que el nivel óptimo empresarial de gasto en IDE sea superior al prevaleciente en ausencia de tal externalidad. En síntesis, las conclusiones de Hula apoyan los argumentos de incremento de la demanda de la publicidad y su complementariedad con la IDE.

### *Ecuación de Innovación.*

La inclusión de la AME en la ecuación de innovación se justifica por dos razones: la importancia de ésta en el gasto innovador total y su papel en la difusión de tecnología. Con relación a la primera, se tiene que en la Comunidad Europea el gasto en adopción y difusión de tecnología a través de maquinaria y equipo abarca el 50 por ciento del gasto innovador de las empresas, mientras que el gasto en IDE alcanza el 20 por ciento (Evangelista *et al.*, 1997), en México, la AME representa el 58 por ciento del gasto innovador y la IDE participa con el 13 por ciento (Conacyt, 1998b). La difusión de tecnología, elemento del proceso innovador, se refiere a todos los mecanismos a través de los cuales las empresas adquieren nueva tecnología de fuentes externas (Papaconstantinou *et al.*, 1996).

marcando una diferencia con la generación de la misma, tarea que se atribuye a la IDE. Las dos modalidades mediante las cuales se difunde la nueva tecnología son:

- Difusión desincorporada, en forma de patentes, invenciones no patentadas, licencias, divulgación de saber-hacer, marcas registradas, diseños, patrones, y servicios informáticos, científicos y tecnológicos.
- O bien, difusión incorporada en maquinaria, equipo y componentes requeridos para el proceso productivo.

La difusión de tecnología desincorporada se fundamenta tanto en las derramas del nuevo conocimiento o la nueva tecnología como en la capacidad absorbente de las empresas o industrias para asimilar y explotar la tecnología inédita. Las derramas son posibles gracias a las características de bien público que posee el conocimiento, de tal forma que los beneficios económicos derivados no se restringen a la empresa o institución que lo desarrolló. La capacidad absorbente determina el grado en que las empresas o industrias receptoras pueden incorporar conocimiento o innovaciones de otras empresas o industrias a sus productos o procesos productivos, esta capacidad regularmente se refuerza con la realización interna de IDE y otras inversiones intangibles como el desarrollo del capital humano. En resumen, la demanda de nueva tecnología (el proceso de difusión) impulsa la oferta (el proceso de creación), de tal forma que creación y difusión son complementos dentro de la actividad innovadora.

La difusión de tecnología incorporada consiste en la introducción de maquinaria, equipo y componentes con nueva tecnología en los procesos productivos o productos de las empresas. Al igual que en la difusión de tecnología desincorporada, la capacidad absorbente de las empresas también es relevante para la difusión de tecnología incorporada. La razón detrás de este tipo de difusión son las derramas debidas a los precios que los usuarios industriales pagan por sus insumos intensivos en IDE o aquellos que los consumidores pagan por productos también intensivos en IDE; las presiones competitivas en las industrias oferentes permiten que los precios no reflejen precisamente la valoración de los usuarios, la productividad marginal, o la calidad de los nuevos bienes. Por tanto, las empresas o industrias receptoras se pueden apropiar de parte de los beneficios de esfuerzos ajenos en IDE, así como su productividad se ve incrementada gracias a los gastos en IDE de las industrias que proveen de insumos intermedios y bienes de capital. Sin embargo, si las industrias oferentes de tecnología están concentradas y tienen un fuerte poder monopolístico, entonces éstas podrán fijar precios más elevados y se apropiarán de una mayor parte de los beneficios sociales; en este sentido, la evidencia muestra que los oferentes de tecnología están concentrados en actividades manufactureras intensivas en IDE como son computación, aeroespacial, maquinaria eléctrica, partes de



instrumentos electrónicos y de equipos de comunicaciones, drogas y medicinas, y las industrias científicas y químicas (Papaconstantinou *et al.*, 1996).

Con la inclusión de la AME<sup>3</sup> se contempla el esfuerzo innovador de una empresa para aprovechar la tecnología disponible externamente aún cuando la actividad industrial a que pertenece este caracterizada por una baja IDE, en otras palabras, un nivel bajo de gasto en IDE no implica que el grado de sofisticación tecnológica de una compañía lo sea también. La difusión y el uso extensivos del conocimiento y la tecnología generan mayores beneficios económicos que la creación y explotación comercial inicial de los mismos por parte de sus autores, en otras palabras, el desempeño económico de las empresas, ya sea industriales o de servicios, depende de poner a trabajar el conocimiento y la tecnología sin importar quienes los desarrollen. Por ejemplo, en un estudio de 10 países pertenecientes a la OECD la tasa de retorno social para la difusión de tecnología incorporada en el sector de servicios resultó ser muy superior que la correspondiente para la IDE en el sector manufacturero (ver en la Introducción, p. 1). Así, la AME tendrá un efecto positivo sobre la actividad innovadora puesto que las empresas usuarias esperan obtener beneficios extras a partir de este tipo de inversión, a pesar de que las industrias oferentes estén concentradas en cuyo caso tales beneficios serán menores pero existirán.

A diferencia del modelo de Schulenburg y Wagner, en la ecuación de innovación se consideró al personal ocupado en actividades de IDE en lugar de la medida de capital humano de los referidos autores la cual atiende a la calidad de la mano de obra. A pesar de esta diferencia, los argumentos ofrecidos de la influencia del capital humano sobre la innovación (economías de escala y barreras a la entrada) no se contraponen con la medida utilizada en el presente trabajo, aunque si representa otra dimensión de este concepto, es decir, en lugar de considerar la calidad se tomó en cuenta la cantidad de recursos humanos dedicados específicamente a una de las actividades claves del proceso innovador, la IDE.

La variable *dummy* para identificar las empresas innovadoras de producto se incluyó en la ecuación de innovación de acuerdo al análisis de Lunn (1986) y Levin-Reiss (1988), quienes distinguen explícitamente entre las innovaciones de producto y de proceso (o la IDE orientada por tipo de innovación en el caso de Levin y Reiss); esta variable evidenciará el papel de la innovación de producto dentro de esta ecuación. Por definición de la medida de innovación contemplada para el estudio, número de innovaciones de producto por empleado, existirá *a priori* una

---

<sup>3</sup> La variable de adquisición de tecnología desincorporada no resultó significativa en la ecuación de innovación.

relación directa y positiva con la variable *dummy* en cuestión, pero no es posible establecer de antemano el efecto de la variable *dummy* para las innovadoras de proceso sobre las innovaciones por empleado<sup>4</sup>, a pesar de que 63.6 por ciento de las empresas innovadoras de toda la muestra realizaron ambos tipos de innovación (para la submuestra de este ejercicio empírico: 56.6 por ciento llevaron a cabo ambos tipos de innovación, 20.5 por ciento innovaciones de producto y 22.7 por ciento de proceso).

#### *Ecuación de Concentración.*

Existen dos visiones opuestas acerca de la influencia del crecimiento del mercado sobre la concentración. Por un lado, Farber (1981) propone un efecto positivo del crecimiento del mercado y de las barreras a la entrada sobre la concentración basado en la condición de largo plazo para la participación óptima en el mercado del grupo dominante, propuesta por Martin<sup>5</sup>, la cual depende de dichas variables. En cambio, Lunn (1986) afirma que los mercados crecientes y dinámicos tienden a ser menos concentrados, por lo cual la relación entre concentración y crecimiento del mercado se espera que sea negativa.

La IDE se incluyó en la ecuación de concentración de acuerdo a Farber (1981) y Levin y Reiss (1984 y 1988). En su trabajo, Farber considera a la IDE como barrera a la entrada (también por la condición de Martin), razón por la cual prevé un efecto positivo sobre la concentración. Según los modelos de optimización de Levin y Reiss existe una influencia directa y positiva de la IDE sobre la concentración; en su segundo trabajo distinguen entre IDE de proceso y de producto, aunque la relación sugerida engloba ambos tipos de IDE y no separa el efecto de cada una de ellas.

Una de las principales recomendaciones de la literatura referente a la relación entre innovación y estructura de mercado se refiere al papel de otras características industriales en la explicación de esta relación, entre ellas se tiene el tipo de tecnología, la oportunidad e incertidumbre tecnológica, las clases de bienes, el tamaño y crecimiento del mercado, la diversificación, y la apropiación de beneficios. Por esta razón, en las regresiones se incluyeron variables *dummy* para identificar la rama de actividad y la categoría de la taxonomía de Pavitt a que

---

<sup>4</sup> La variable *dummy* de empresas innovadoras de proceso no mostró significación estadística en la ecuación de innovación.

<sup>5</sup> En el punto dedicado al artículo de Farber del apartado de "Sistemas de Ecuaciones" se expone la mencionada condición.

pertenece cada empresa<sup>6</sup>, las cuales cubren las diferencias entre actividades manufactureras y patrones tecnológicos, respectivamente; la inclusión del crecimiento de mercado en la ecuación de concentración también obedeció a esta recomendación.

A continuación se presentan las tres regresiones de las ecuaciones que conforman el sistema y la descripción de cada variable se brinda en la Tabla 19.

$$PUB\_VTAS = \alpha_1 + \alpha_2 INNOV\_EMP + \alpha_3 HECO\_VAC + \alpha_4 CPRIV\_VB + \alpha_5 IDEI\_VTAS + \alpha_6 IDEE\_VTAS + \varepsilon_1$$

$$INNOV\_EMP = \beta_1 + \beta_2 PUB\_VTAS + \beta_3 HECO\_VAC + \beta_4 PIDE\_TAM + \beta_5 TAM + \beta_6 AME\_VTAS + \beta_7 IDEI\_VTAS + \beta_8 IDEE\_VTAS + \beta_9 PE\_SIND + \beta_{10} INNPROD + \beta_{43} RA3550 + \beta_{56} RA3823 + \beta_{59} RA3841 + \varepsilon_2$$

$$HECO\_VAC = \gamma_1 + \gamma_2 PUB\_VTAS + \gamma_3 INNOV\_EMP + \gamma_4 AFN\_PO31 + \gamma_5 RT\_PO31D + \gamma_6 CVACB + \gamma_7 IDEI\_VTAS + \gamma_8 IDEE\_VTAS + \gamma_{23} RA3113 + \gamma_{27} RA3119 + \gamma_{28} RA3121 + \gamma_{39} RA3512 + \gamma_{40} RA3521 + \gamma_{42} RA3540 + \gamma_{47} RA3691 + \gamma_{49} RA3720 + \gamma_{59} RA3841 + \gamma_{71} PAV1 + \varepsilon_3$$

Tabla 19. Descripción y fuentes de las variables del Sistema.

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>
<b>VARIABLES ENDÓGENAS</b>	
PUB_VTAS	Gasto de lanzamiento de las innovaciones entre las ventas de la empresa en el año de 1996, de la Encuesta de Innovación (Conacyt, 1997) y a nivel de empresa.
INNOV_EMP	Número de innovaciones de producto entre 1994 y 1996 entre el número de empleados en 1996, de la Encuesta de Innovación (Conacyt, 1997) y a nivel de empresa.
HECO_VAC	Índice Económico Herfindahl de Concentración para el Valor Agregado Censal Bruto (VACB) de 1993, del Censo Económico 1994 (INEGI, 1994) y a nivel de actividad industrial.
<b>VARIABLES EXÓGENAS</b>	
<i>Ecuación de Publicidad</i>	
CPRIV_VB	Consumo Privado entre Valor Bruto de la Producción, de la matriz insumo-producto actualizada a 1993 (CIE-México, 1993) y a nivel de rama de actividad.
IDEI_VTAS	Gasto en IDE Intramuros entre ventas de la empresa en 1996, de la Encuesta de Innovación (Conacyt, 1997) y a nivel de empresa.
IDEE_VTAS	Gasto en IDE Extramuros entre ventas de la empresa en 1996, de la Encuesta de Innovación (Conacyt, 1997) y a nivel de empresa.

<sup>6</sup> En la ecuación de publicidad, también se revisaron las variables *dummy* para identificar el tipo de bien (de consumo duraderos y no duraderos, intermedios y de capital), así como el tamaño y crecimiento de mercado, pero no resultaron significativas.

Tabla 19. Descripción y fuentes de las variables del Sistema (continuación)

<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>
<i>Ecuación de Innovación</i>	
PIDE_TAM	Personal ocupado en actividades de IDE entre número de empleados durante el año de 1996, de la Encuesta de Innovación (Conacyt, 1997) y a nivel de empresa.
TAM	Número de Empleados en 1996, de la Encuesta de Innovación (Conacyt, 1997) y a nivel de empresa.
AME_VTAS	Adquisición de Maquinaria y Equipo relacionada con la innovación entre las ventas de la empresa en 1996, de la Encuesta de Innovación (Conacyt, 1997) y a nivel de empresa.
IDEI_VTAS	<i>Idem.</i>
IDEE_VTAS	<i>Idem.</i>
PE_SIND	Porcentaje de empresas con sindicato, de la ENESTYC (INEGI-STPS, 1997) y a nivel de rama de actividad. Para representar el Poder Sindical.
INNPROD	Variable <i>dummy</i> indicando si la empresa es innovadora de producto, de la Encuesta de Innovación (Conacyt, 1997).
RA3550	Rama de actividad "Industria del Hule".
RA3823	Rama de actividad "Fabricación y/o Ensamble de Máquinas de Oficina, Cálculo y Procesamiento Informático".
RA3841	Rama de actividad "Industria Automotriz".
<i>Ecuación de Concentración</i>	
AFN_PO31	Activos Fijos Netos entre Personal Ocupado al 31 de diciembre de 1993, de los Censos Económicos 1994 (INEGI, s.f.) y a nivel de clase de actividad. Para representar la Intensidad de Capital.
RT_PO31D	Remuneraciones Totales entre Personal Ocupado al 31 de diciembre de 1993, de los Censos Económicos 1994 (INEGI, s.f.) y a nivel de clase de actividad. Para representar el Nivel Salarial.
CVACB	Crecimiento del valor agregado censal bruto entre 1988 y 1993, de los Censos Económicos de 1989 y 1994, INEGI (1992 y s.f.) y a nivel de clase de actividad. Para representar el crecimiento del mercado.
IDEI_VTAS	<i>Idem.</i>
IDEE_VTAS	<i>Idem.</i>
PAV1	Clases de actividad Basadas en la Ciencia según la taxonomía tecnológica de Pavitt.
RA3113	Rama de actividad "Elaboración de Conservas Alimenticias. Incluye Concentrados para caldos. Excluye las de Carne y Leche exclusivamente".
RA3119	Rama de actividad "Fabricación de Cocoa, Chocolate y Artículos de Confeitería".
RA3121	Rama de actividad "Elaboración de Otros Productos Alimenticios para el Consumo Humano".
RA3512	Rama de actividad "Fabricación de Sustancias Químicas Básicas. Excluye las Petroquímicas Básicas".
RA3521	Rama de actividad "Industria Farmacéutica".
RA3540	Rama de actividad "Industria del Coque. Incluye Otros derivados del Carbón Mineral y del Petróleo".
RA3691	Rama de actividad "Fabricación de Cemento, Cal, Yeso y Otros Productos a base de Minerales No Metálicos".
RA3720	Rama de actividad "Industrias Básicas de Metales No Ferrosos. Incluye el Tratamiento de Combustibles Nucleares".
RA3841	Rama de actividad "Industria Automotriz".

## B. Las Regresiones y su Interpretación.

Con fines de referencia, al sistema de ecuaciones correspondiente al descrito en la sección "Descripción del Modelo" más la AME en la ecuación de innovación se le denominara *sistema original* y al que contiene el resto de las variables adicionales expuestas en esta sección se le llamará *sistema extendido*. En las Tablas 20 y 21 se presentan de manera resumida los resultados de las regresiones aplicando mínimos cuadrados ordinarios (OLS) del sistema original y extendido. Las Tablas 22 y 23 reportan las regresiones correspondientes a mínimos cuadrados en dos etapas y en tres etapas (2SLS y 3SLS, respectivamente) para el sistema extendido. En todas estas tablas también se proporcionan los signos previstos por la literatura para cada coeficiente. Para mayores detalles, en el Anexo 1 se ofrecen las salidas arrojadas directamente por el programa Eviews. Este apartado está dedicado a discutir la validez de las ecuaciones en términos de los estadísticos  $F$  y de Wald, a exponer los resultados para las regresiones con OLS y a discurrir sobre la endogenidad de la publicidad, la innovación y la concentración con base a los resultados de 2SLS y 3SLS.

Tabla 20 Relaciones esperadas y obtenidas para el sistema original con OLS

Variable	PUB_VTAS		INNOV_EMP		HECO_VAC	
	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido
Constante		+		+ d 4		+
PUB_VTAS	No aplica		+	-	+	-
INNOV_EMP	+	+ 3	No aplica		+	+
HECO_VAC	+	-	+	-	No aplica	
CPRIV_VB	+	+	No aplica		No aplica	
PIDE_TAM	No aplica		+	+ d 4	No aplica	
TAM	No aplica		+	- d 4	No aplica	
AME_VTAS	No aplica		+	+ c 2	No aplica	
IDEI_VTAS	No aplica		+	+	No aplica	
IDEE_VTAS	No aplica		+	+ c 3	No aplica	
PE_SIND	No aplica		?	-	No aplica	
AFN_PO31	No aplica		No aplica		+	+ d 4
RT_PO31D	No aplica		No aplica		+	+ d 4
Prob(estadístico F)		0.394067		0.000000		0.000000
R <sup>2</sup>		0.004447		0.181988		0.403521

Niveles de Significación: a=15%, b=10%, c=5%, d=1% para los estadísticos  $t$ .

1=15%, 2=10%, 3=5%, 4=1% para los estadísticos  $t$  con el ajuste de White.

? Efecto ambiguo.

La prueba  $F$  aplicada sobre las regresiones con OLS (ver Tablas 20 y 21) muestra que en el caso de la ecuación de publicidad no se puede rechazar la hipótesis nula de coeficientes igual a cero, sin embargo, esta misma ecuación en el sistema extendido obtuvo un estadístico  $F$  con una probabilidad de rechazar erróneamente la hipótesis nula de 15 por ciento, mientras que en el sistema original resultó de 39.4 por ciento. A pesar de lo anterior y como se puede apreciar en las Tablas 22 y 23, con la prueba de Wald aplicada a las regresiones con 2SLS y 3SLS si se rechaza la hipótesis de coeficientes nulos para las tres ecuaciones del sistema extendido. En el Anexo 2 se proporcionan los detalles de las pruebas realizadas.

Tabla 21. Relaciones esperadas y obtenidas para el sistema extendido con OLS

Variable	PUB_VTAS		INNOV_EMP		HECO_VAC	
	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido
Constante		+		+ 1		- d 4
PUB_VTAS	No aplica		+	-	+	- 3
INNOV_EMP	+	+ 1	No aplica		-	+
HECO_VAC	+	-	+	-	No aplica	
CPRIV_VB	+	+ 1	No aplica		No aplica	
PIDE_TAM	No aplica		+	+ d 4	No aplica	
TAM	No aplica		+	- d 4	No aplica	
AME_VTAS	No aplica		+	+ b	No aplica	
IDEI_VTAS	+	+ c 1	+	-	+	+ b 3
IDEE_VTAS	+	-	+	+ c 3	+	-
PE_SIND	No aplica		?	-	No aplica	
INNPROD	No aplica		+	+ d 4	No aplica	
AFN_PO31	No aplica		No aplica		+	+ d 4
RT_PO31D	No aplica		No aplica		+	+ d 4
CVACB	No aplica		No aplica		?	+ d 4
RA3113	No aplica		No aplica		No previsto	+ d 3
RA3119	No aplica		No aplica		No previsto	+ c 4
RA3121	No aplica		No aplica		No previsto	+ d 4
RA3512	No aplica		No aplica		No previsto	- d 4
RA3521	No aplica		No aplica		No previsto	- d 4
RA3540	No aplica		No aplica		No previsto	- c 4
RA3550	No aplica		No previsto	+ c	No aplica	
RA3691	No aplica		No aplica		No previsto	- d 4
RA3720	No aplica		No aplica		No previsto	+ d 4
RA3823	No aplica		No previsto	+ c	No aplica	
RA3841	No aplica		No previsto	+ c	No previsto	- c 4
PAVI	No aplica		No aplica		No previsto	+ d 3
Prob(estadístico $F$ )		0.150223		0.000000		0.000000
$R^2$		0.012060		0.287252		0.570923

Niveles de Significación: a=15%, b=10%, c=5%, d=1% para los estadísticos  $t$ .

1=15%, 2=10%, 3=5%, 4=1% para los estadísticos  $t$  con el ajuste de White.

? Efecto ambiguo.

En la regresión de la publicidad con OLS del sistema extendido, solamente la IDE intramuros cumple con la expectativa teórica y de significación estadística, mientras que la innovación y el consumo privado obtienen el signo positivo esperado sin ser significativos; la concentración y la IDE extramuros resultan con signo contrario al esperado y no son significativas (Tabla 21). Cuando se aplica el ajuste de White para la heteroscedasticidad, la innovación y el consumo privado mejoran su significación sin llegar a rechazar la hipótesis de coeficiente nulo, en cambio, la IDE intramuros ya no obtiene la significación estándar requerida para rechazar la hipótesis nula de la prueba  $t$ . En síntesis, se puede establecer que la IDE intramuros y la publicidad son complementarias, de manera que las innovaciones llevadas a cabo al interior de la empresa requieren de publicidad, la cual a su vez incrementa la productividad marginal de la IDE interna. La innovación, la concentración y el consumo privado en las regresiones para ambos sistemas con OLS muestran los mismos signos y en el caso del sistema original ninguna variable es significativa, excepto cuando se aplica la corrección de White en cuyo caso la innovación se vuelve significativa y con signo positivo (este resultado se discutirá más adelante en la descripción de los resultados con 2SLS y 3SLS). Los argumentos acerca de la relación positiva entre la publicidad y la concentración no están soportados, tales argumentos son: la preeminencia de la publicidad con fines de diferenciación de productos en mercados oligopolísticos, y la mayor intensidad de la publicidad en mercados concentrados donde la elasticidad precio de la demanda es menor. De igual forma, no está respaldado por los resultados el razonamiento de que los mercados de bienes de consumo privado incentivan la publicidad debido a que los consumidores están poco informados o a que este tipo de bienes son más propensos de diferenciación.

Las variables significativas en la regresión de innovación del sistema extendido, Tabla 21, son: el personal ocupado en IDE, el tamaño de empresa, la AME, la IDE extramuros, la variable *dummy* de innovadoras de producto y las variables *dummy* de tres ramas de actividad (industria del hule; fabricación y/o ensamble de máquinas de oficina, cálculo y procesamiento informático; e industria automotriz). El personal de IDE, la AME, la IDE externa y las innovadoras de producto cumplen la previsión teórica de una influencia positiva y las tres ramas de actividad mencionadas también muestran un signo positivo, en cambio, el tamaño de empresa resulta con signo negativo contrario a lo esperado por la corriente schumpeteriana. Las variables que representan a la publicidad, la concentración, la IDE intramuros y el poder sindical no son significativas y además tienen signo negativo, contrario a lo predicho teóricamente para las tres primeras. Al aplicar la corrección de heteroscedasticidad sugerida por White,

la AME y las variables de las tres ramas de actividad pierden su significación estadística mientras que el personal de IDE, el tamaño de empresa, la IDE extramuros y la *dummy* de innovadoras de producto se mantienen significativas, asimismo, las variables no significativas permanecen como tales después del ajuste de White. Que el efecto del tamaño de empresa sobre la innovación sea negativo apoya el hallazgo reportado por Cohen (1995) de que la productividad "innovadora" decrece con el tamaño, al otorgar la acepción de productividad al número de innovaciones por empleado; Symeonidis (1996), aunque desestima los resultados en esta materia, también asevera que hay cierta evidencia acerca de que las pequeñas empresas generan relativamente más innovaciones que las grandes de acuerdo a su gasto formal en IDE. El argumento de economías de escala en la tecnología innovadora está respaldado por el signo positivo y la significación estadística del personal ocupado en IDE y de la IDE extramuros, sin embargo, debe anotarse que la IDE interna no resultó significativa. La significación estadística de la variable *dummy* para las empresas innovadoras de producto confirma que esta ecuación representa primordialmente a este tipo de innovación y que la innovación de proceso no está vinculada al producto innovador en cuestión.

En la regresión de innovación correspondiente al sistema original con OLS, Tabla 20, resultan significativas las variables de personal de IDE, tamaño de empresa, la AME y la IDE externa, con los mismos signos que en caso extendido de tal forma que el tamaño es la única que no satisface la previsión teórica, las variables no significativas son nuevamente la publicidad, la concentración, la IDE interna y el poder sindical, también con signo negativo salvo la IDE interna que obtiene un signo positivo. Esta misma regresión con la corrección de White mantiene significativas a las mismas variables, aunque para la AME el tamaño de error tipo I aumenta a 10 por ciento. Así, la evidencia de este ejercicio respalda el argumento de beneficios extras para las empresas usuarias derivados de las referidas derramas de la tecnología incorporada. Por otro lado, la ausencia de influencia de la publicidad sobre la innovación descarta el efecto expansivo de la publicidad sobre la demanda de innovaciones de producto. En coincidencia con lo reportado por Cohen (1995) y Symeonidis (1996), no se muestra un efecto de la concentración sobre la innovación, por lo cual la explicación de la actividad innovadora residirá más en otros factores, tales como las características de la empresa, de la demanda, de oportunidad tecnológica y de apropiación de beneficios; asimismo, por la ausencia de esta relación no se puede confirmar el efecto indirecto de barrera a la entrada de la IDE externa y del personal ocupado en IDE. Si se considera que la IDE intramuros no es significativa en la ecuación de innovación mientras que la IDE externa y la AME sí lo son, entonces en las empresas innovadoras



de producto se puede confirmar de la existencia de una capacidad absorbente de tecnología, tanto incorporada como desincorporada, fundamentada por el personal de IDE ya que existe la habilidad para identificar y aprovechar los servicios externos de IDE así como la maquinaria y equipo que se requieren para llevar a cabo la innovación; en este sentido, se puede establecer que la IDE interna refuerza la capacidad absorbente de las empresas innovadoras, pero con un efecto indirecto a través de la AME y la IDE extramuros. En este ejercicio, ninguno de los dos efectos opuestos del poder sindical sobre la innovación se evidenciaron, es decir, ni la hipótesis de búsqueda de rentas cuya influencia sobre la actividad innovadora es negativa ni la hipótesis de salarios al alza cuyo efecto es positivo.

Para la regresión de la concentración del sistema extendido con OLS, Tabla 21, las variables significativas son la IDE intramuros, la intensidad de capital, el nivel salarial, el crecimiento del mercado, la *dummy* para clases de actividad basadas en la ciencia y nueve ramas de actividad; la IDE intramuros, la intensidad de capital y el nivel salarial cumplen con las expectativas teóricas al obtener un signo positivo, el crecimiento del mercado también muestra un signo positivo. La publicidad, la innovación y la IDE extramuros son las variables que no son significativas en esta ecuación; a pesar de esto, la innovación presenta el signo positivo previsto mientras que la publicidad y la IDE externa no cumplen las expectativas. Al aplicar el ajuste de White, la publicidad se torna significativa pero con el mencionado signo negativo; el resto de las variables se muestran de acuerdo a lo ya descrito. De esta manera, la intensidad de capital y el nivel salarial se pueden considerar como barreras a la entrada según lo planteado por Scherer (Schulenburg y Wagner, 1991); lo mismo se puede afirmar para la IDE interna según lo propone Farber (1981) y Levin y Reiss (1984), aunque la IDE extramuros no tiene este papel pues no resultó significativa. En este sentido se puede decir, y de acuerdo a lo establecido en el párrafo anterior, que la IDE intramuros es una barrera a la entrada en cuanto genera capacidad absorbente de tecnología. En lo referente al crecimiento del mercado, la influencia que resulta determinante es la expuesta por Farber donde las barreras a la entrada y el crecimiento del mercado favorecen la concentración. Las nueve ramas de actividad que resultaron significativas tienen la característica de ser consistentes con el signo que obtuvieron, es decir, las cuatro ramas con signo positivo tienen un promedio alto de concentración con relación a la media manufacturera (elaboración de conservas alimenticias; fabricación de cocoa, chocolate y artículos de confitería, elaboración de otros productos alimenticios de consumo humano; e industrias básicas de metales no ferrosos) y lo correspondiente ocurre con las ramas con signo negativo las cuales poseen promedios de concentración menores a la media (fabricación de

sustancias químicas básicas; industria farmacéutica; industria del coque; fabricación de cemento, cal, yeso y otros productos a base de minerales no metálicos; e industria automotriz). Un resultado notorio es que las clases de actividad catalogadas como basadas en la ciencia están vinculadas a una mayor concentración de mercado. A este respecto se pueden brindar las siguientes dos explicaciones: la cercanía a la ciencia se relaciona con la diversificación en donde las grandes empresas de industrias concentradas pueden aprovechar mejor esta situación; el segundo argumento es que la estabilidad de un oligopolio reduce la incertidumbre asociada a una competencia excesiva, puesto que dicho nivel de competencia podría reducir los incentivos de una actividad primordialmente investigadora, cuyos resultados son bastante impredecibles por su fuerte vínculo con el campo científico.

El comportamiento de las variables en la regresión de concentración del sistema original con OLS, Tabla 20, es básicamente el mismo que para el sistema extendido. Las variables significativas son la intensidad de capital y el nivel salarial, ambas cumplen con el signo esperado. Nuevamente la publicidad y la innovación no resultan significativas y la primera tiene un signo negativo. Cuando se utiliza la corrección de White no hay cambios, y a diferencia de lo que sucede en la regresión del sistema extendido, la variable de publicidad no es significativa. Nuevamente, lo detectado por este trabajo confirma que ni la innovación ni la concentración tienen influencia una sobre la otra. En particular, para esta regresión se debe anotar que los argumentos que vinculan la innovación con la concentración fundamentalmente se refieren a un poder de mercado o concentración *ex post*, es decir, al constituirse la innovación en una barrera a la entrada afecta la futura estructura de mercado que a su vez influenciará la innovación posterior; por tanto la naturaleza *ex ante* de la concentración considerada explica que la relación en cuestión no se manifieste. Un razonamiento similar muestra que no se cumple el planteamiento de por Farber (1981) que considera a la publicidad como barrera la entrada.

Tabla 22 Relaciones esperadas y obtenidas para el sistema extendido con 2SLS

Variable	PUB_VTAS		INNOV_EMP		HECO_VAC	
	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido
Constante		-		+ b		- d
PUB_VTAS	No aplica		+	-	+	-
INNOV_EMP	+	+ d	No aplica		+	+
HECO_VAC	+	+	+	-	No aplica	
CPRIV_VB	+	+	No aplica		No aplica	
PIDE_TAM	No aplica		+	+ d	No aplica	
TAM	No aplica		+	- d	No aplica	
AME_VTAS	No aplica		+	+ b	No aplica	
IDEI_VTAS	+	+ b	+	+	+	+ a
IDEE_VTAS	+	-	+	+ b	+	-
PE_SIND	No aplica		?	-	No aplica	
INNPROD	No aplica		+	+ d	No aplica	
AFN_PO31	No aplica		No aplica		+	+ d
RT_PO31D	No aplica		No aplica		+	+ d
CVACB	No aplica		No aplica		?	+ d
RA3113	No aplica		No aplica		No previsto	+ d
RA3119	No aplica		No aplica		No previsto	+ b
RA3121	No aplica		No aplica		No previsto	+ d
RA3512	No aplica		No aplica		No previsto	- d
RA3521	No aplica		No aplica		No previsto	- d
RA3540	No aplica		No aplica		No previsto	- c
RA3550	No aplica		No previsto	+ c	No aplica	
RA3691	No aplica		No aplica		No previsto	- d
RA3720	No aplica		No aplica		No previsto	+ d
RA3823	No aplica		No previsto	+ c	No aplica	
RA3841	No aplica		No previsto	+ c	No previsto	- c
PAV1	No aplica		No aplica		No previsto	+ d
<i>Prob(estadístico Wald)</i>		0.005858		0.000000		0.000000
<i>R<sup>2</sup></i>		-0.028393		0.267421		0.563831

Niveles de Significación: a=15%, b=10%, c=5%, d=1% para los estadísticos *t*.

? Efecto ambiguo.

Tabla 23. Relaciones esperadas y obtenidas para el sistema extendido con 3SLS

Variable	PUB_VTAS		INNOV_EMP		HECO_VAC	
	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido	Esperado	Obtenido
Constante		-		+ b		- d
PUB_VTAS	No aplica		+	-	+	-
INNOV_EMP	+	+ d	No aplica		+	+
HECO_VAC	+	+	+	-	No aplica	
CPRIV_VB	+	+	No aplica		No aplica	
PIDE_TAM	No aplica		+	+ d	No aplica	
TAM	No aplica		+	- d	No aplica	
AME_VTAS	No aplica		+	+ b	No aplica	
IDEI_VTAS	+	+ b	+	+	+	+ b
IDEE_VTAS	+	-	+	+ b	+	-
PE_SIND	No aplica		?	-	No aplica	
INNPROD	No aplica		+	+ d	No aplica	
AFN_PO31	No aplica		No aplica		+	+ d
RT_PO31D	No aplica		No aplica		+	+ d
CVACB	No aplica		No aplica		?	+ d
RA3113	No aplica		No aplica		No previsto	+ d
RA3119	No aplica		No aplica		No previsto	+ b
RA3121	No aplica		No aplica		No previsto	+ d
RA3512	No aplica		No aplica		No previsto	- d
RA3521	No aplica		No aplica		No previsto	- d
RA3540	No aplica		No aplica		No previsto	- c
RA3550	No aplica		No previsto	+ b	No aplica	
RA3691	No aplica		No aplica		No previsto	- d
RA3720	No aplica		No aplica		No previsto	+ d
RA3823	No aplica		No previsto	+ b	No aplica	
RA3841	No aplica		No previsto	+ b	No previsto	- c
PAVI	No aplica		No aplica		No previsto	+ d
<i>Prob(estadístico Wald)</i>		0.005511		0.000000		0.000000
<i>R<sup>2</sup></i>		-0.029067		0.278078		0.545922

Niveles de Significación: a=15%, b=10%, c=5%, d=1% para los estadísticos *t*.

? Efecto ambiguo.

A fin de facilitar la lectura de los resultados, en las Tablas 24, 25 y 26 se presentan los resultados de las regresiones con OLS, 2SLS y 3SLS por ecuación. A partir de estas tablas se pueden describir claramente las distinciones entre la regresión con OLS y las correspondientes a 2SLS y 3SLS. Para la ecuación de publicidad, Tabla 24, el cambio más importante con 2SLS y 3SLS es que la innovación ahora es significativa, también la IDE intramuros lo es al igual que en la regresión con OLS; sus signos continúan siendo los previstos por la teoría. Las variables de concentración, consumo privado e IDE extramuros no tienen significación estadística, en estas regresiones, la concentración muestra un signo positivo a diferencia de la regresión con OLS, en tanto que el consumo privado y la IDE externa mantienen sus mismos signos. De lo anterior, sólo se constata la endogeneidad de la innovación con respecto a la publicidad, validando el argumento de información imperfecta de los consumidores acerca del espacio de nuevos o mejores bienes de tal forma que la innovación influye positivamente sobre la publicidad; asimismo, esta relación sustenta el razonamiento de que la estrategia de diferenciación de productos es propicia para las innovaciones de este tipo.

Tabla 24. Ecuación de Publicidad

<i>Variables</i>	<i>OLS</i>	<i>OLS</i>	<i>2SLS</i>	<i>3SLS</i>
Constante	+	+	-	-
INNOV_EMP	+ 3	+ 1	+ d	+ d
HECO_VAC	-	-	+	+
CPRIV_VB	+	+ 1	+	+
IDEI_VTAS	No aplica	+ c 1	+ b	+ b
IDEE_VTAS	No aplica	-	-	-
<i>Prob(estadístico F)</i>	0.394067	0.150223	No aplica	No aplica
<i>Prob(estadístico Wald)</i>	No aplica	No aplica	0.005858	0.005511
$R^2$	0.004447	0.012060	-0.028393	-0.029067
Número de casos	673	673	673	673

Niveles de Significación: a=15%, b=10%, c=5%, d=1% para los estadísticos *t*.

1=15%, 2=10%, 3=5%, 4=1% para los estadísticos *F* con el ajuste de White.

En cuanto a la ecuación de innovación, Tabla 25, no hay diferencias entre los resultados de la regresión con OLS y las de 2SLS y 3SLS; de esta forma las variables significativas son el personal en IDE, el tamaño de empresa, la AME y la IDE extramuros, entre las cuales el tamaño obtiene un signo contrario a lo esperado. Los resultados claramente excluyen el efecto endógeno de la publicidad y la concentración sobre la innovación. En cuanto a las ramas de actividad significativas en esta ecuación, destaca la industria automotriz pues es la quinta entre las cinco ramas que concentran el 41 por ciento de las innovaciones de producto, aunque su porcentaje de empresas

innovadoras es ligeramente menor a la media, 62.8 por ciento (Conacyt, 1997 y 1998b). por otro lado, resulta interesante que las ramas industria del hule y fabricación y/o ensamble de maquinas de oficina, calculo y procesamiento informático sean significativas, pues coincide con sus elevados porcentajes de empresas innovadoras, 81.8 y 75 por ciento respectivamente (Conacyt, 1997).

Tabla 25. Ecuación de Innovación.

<i>Variables</i>	<i>OLS</i>	<i>OLS</i>	<i>2SLS</i>	<i>3SLS</i>
Constante	+ d 4	+ 1	+ b	+ b
PUB_VTAS	-	-	-	-
HECO_VAC	-	-	-	-
PIDE_TAM	+ d 4	+ d 4	+ d	+ d
TAM	- d 4	- d 4	- d	- d
AME_VTAS	+ c 2	+ b	+ b	+ b
IDEI_VTAS	+	-	+	+
IDEE_VTAS	+ c 3	+ c 3	+ b	+ b
PE_SIND	-	-	-	-
INNPROD	No aplica	+ d 4	+ d	+ d
RA3550 <sup>[1]</sup>	No aplica	+ c	+ c	+ b
RA3823 <sup>[2]</sup>	No aplica	+ c	+ c	+ b
RA3841 <sup>[3]</sup>	No aplica	+ c	+ c	+ b
<i>Prob(estadístico F)</i>	0.000000	0.000000	No aplica	No aplica
<i>Prob(estadístico Wald)</i>	No aplica	No aplica	0.000000	0.000000
<i>R<sup>2</sup></i>	0.181988	0.287252	0.267421	0.278078
Número de casos	673	673	673	673

Niveles de Significación: a=15%, b=10%, c=5%, d=1% para los estadísticos *t*.

1=15%, 2=10%, 3=5%, 4=1% para los estadísticos *t* con el ajuste de White.

[1] Industria del Hule.

[2] Fabricación y/o Ensamble de Máquinas de Oficina. Cálculo y Procesamiento Informático.

[3] Industria Automotriz.

En la ecuación de concentración, Tabla 26, la IDE intramuros no es significativa en la regresión con 2SLS (aunque tendría una significación estadística al nivel de 15 por ciento), pero se muestra significativa con 3SLS. La intensidad de capital, el nivel salarial y el crecimiento de mercado continúan siendo significativas y con signo positivo según lo previsto en la discusión teórica. Las variables no significativas, por tanto, son la publicidad, la innovación y la IDE externa entre las cuales solo la innovación tiene signo positivo. De manera análoga a la ecuación de innovación donde la publicidad y concentración no tienen el previsto efecto endógeno, las variables publicidad e innovación no resultan endógenas respecto a la concentración.

Tabla 26. Ecuación de Concentración.

<i>Variables</i>	<i>OLS</i>	<i>OLS</i>	<i>2SLS</i>	<i>3SLS</i>
CONSTANTE	+	- d 4	- d	- d
PUB_VTAS	-	- 3	-	-
INNOV_EMP	+	+	+	+
AFN_PO31	+ d 4	+ d 4	+ d	+ d
RT_PO31D	+ d 4	+ d 4	+ d	+ d
IDEI_VTAS	No aplica	+ b 3	+ a	+ b
IDEE_VTAS	No aplica	-	-	-
CVACB	No aplica	+ d 4	+ d	+ d
RA3113 <sup>[1]</sup>	No aplica	+ d 3	+ d	+ d
RA3119 <sup>[2]</sup>	No aplica	+ c 4	+ b	+ b
RA3121 <sup>[3]</sup>	No aplica	+ d 4	+ d	+ d
RA3512 <sup>[4]</sup>	No aplica	- d 4	- d	- d
RA3521 <sup>[5]</sup>	No aplica	- d 4	- d	- d
RA3540 <sup>[6]</sup>	No aplica	- c 4	- c	- c
RA3691 <sup>[7]</sup>	No aplica	- d 4	- d	- d
RA3720 <sup>[8]</sup>	No aplica	+ d 4	+ d	+ d
RA3841 <sup>[9]</sup>	No aplica	- c 4	- c	- c
PAVI <sup>[10]</sup>	No aplica	+ d 3	+ d	+ d
<i>Prob(estadístico F)</i>	0.000000	0.000000	No aplica	No aplica
<i>Prob(estadístico Wald)</i>	No aplica	No aplica	0.000000	0.000000
<i>R<sup>2</sup></i>	0.403521	0.570923	0.563831	0.545922
Número de casos	673	673	673	673

Niveles de Significación: a=15%, b=10%, c=5%, d=1% para los estadísticos *t*.

1=15%, 2=10%, 3=5%, 4=1% para los estadísticos *t* con el ajuste de White.

- [1] Elaboración de Conservas Alimenticias. Incluye Concentrados para caldos. Excluye las de Carne y Leche exclusivamente.
- [2] Fabricación de Cocoa, Chocolate y Artículos de Confeitería.
- [3] Elaboración de Otros Productos Alimenticios para el Consumo Humano.
- [4] Fabricación de Sustancias Químicas Básicas. Excluye las Petroquímicas Básicas.
- [5] Industria Farmacéutica.
- [6] Industria del Coque. Incluye otros derivados del Carbón Mineral y del Petróleo.
- [7] Fabricación de Cemento, Cal, Yeso y Otros Productos a base de Minerales No Metálicos.
- [8] Industrias Básicas de Metales No Ferrosos. Incluye el Tratamiento de Combustibles Nucleares.
- [9] Industria Automotriz.
- [10] Clases de Actividad Basadas en la Ciencia según la taxonomía tecnológica de Pavitt.

### C. Interpretación Conjunta de los Resultados.

Este apartado tiene la finalidad de ampliar la comprensión del fenómeno innovador a través de un análisis integral del modelo descrito. Para lograr lo anterior, se utilizará la hipótesis de una causalidad bidireccional que puede concederse al tratarse de un sistema de ecuaciones. De esta forma, la precedencia de una variable sobre la otra, en ciertas ocasiones, no se tomará de la especificación de la ecuación, además de que no se verificó la causalidad de las mismas; para ello se recurrirá a los diferentes planteamientos existentes al respecto, con el objeto de disponer de elementos sólidos para las aseveraciones propuestas.

La idea es desarrollar una mecánica de la actividad innovadora a partir de los resultados con 3SLS del sistema extendido. En la visión de conjunto se aprecian dos bloques: uno conformado por las ecuaciones de publicidad e innovación; y el segundo lo constituye la ecuación de concentración. Como se describirá adelante, la relación entre estos bloques es indirecta y hasta cierto punto solamente coincidente.

Dentro del primer bloque el vínculo entre las ecuaciones de publicidad e innovación es directo y explícito, es decir, la variable de innovación es significativa en la regresión de publicidad. Así pues, la actividad innovadora al interior de este bloque se gesta de tal forma que se obtendrán más innovaciones entre mayores insumos se provean a la tecnología de innovaciones de producto, dichos insumos corresponden, por un lado, a la adopción de tecnología generada en el exterior de la empresa a través de la AME y de la IDE extramuros y apoyados, por otro lado, en los recursos humanos que las empresas destinan a la IDE los cuales representan la capacidad absorbente de tecnología. Este mecanismo tiene lugar de manera que las pequeñas empresas son más productivas en la innovación, en otras palabras, estas empresas aprovechan más las derrames derivadas de la AME y la IDE externa, así como su mano de obra asignada a la IDE. La innovación de productos generada por el proceso anterior incentiva las tareas publicitarias, las cuales resultan complementarias a la IDE intramuros realizada por la empresa. Así, la ejecución de la IDE interna se puede atribuir a un efecto indirecto de la innovación de productos; aunque dicha actividad innovadora no tuvo lugar en primer instancia dentro de la tecnología de la innovación, si se manifiesta para contribuir al reforzamiento de la capacidad absorbente atribuible a este tipo de IDE.

En el segundo bloque ocurren dos cosas, por un lado, se describe las determinantes de la concentración y, por otro, la influencia de la estructura de mercado sobre el proceso innovador. Como ya se anotó, la concentración está determinada por tres factores: las tradicionales barreras a la entrada, intensidad de capital y nivel salarial; el crecimiento del mercado; y, en el terreno tecnológico, las actividades basadas en la ciencia. Aunque la IDE intramuros se puede contemplar como barrera a la entrada, es más interesante tomar en cuenta el razonamiento que asevera que una estructura de mercado concentrada *ex ante* favorece la innovación debido a las ventajas de estabilidad de mercados oligopólicos, de mayor apropiación de beneficios y de mayor capacidad propia de financiamiento, en consecuencia, se apoya de igual forma el argumento de "éxito produce éxito" al proponer que tal concentración es resultado de una IDE interna previa. También se puede acudir a la teoría del ciclo de vida tecnológico para explicar la relación entre la concentración y la IDE interna, esta teoría plantea que en las industrias



concentradas existe una orientación a la innovación de procesos, por lo cual se puede presumir una relación de la IDE realizada dentro de la empresa con tal tipo de innovaciones. Con esta última idea se evidencia indirectamente la innovación de procesos no contemplada por la ecuación de innovación.

Como se puede apreciar en la descripción de ambos bloques, la IDE intramuros se manifiesta de manera indirecta a partir de la innovación al ser complemento de la publicidad, y directamente puesto que la concentración la propicia. Por tanto, la vinculación entre los bloques estriba en la realización de IDE interna al interior de cada uno de ellos por los motivos ya señalados.

## **VI. Conclusiones.**

La innovación es un proceso complejo cuyos efectos sobre la economía de un país ya se han enumerado: mayor productividad de las empresas, empleos más remunerados y, en general, mejor nivel de vida para la población. Los principales motivos de la actividad innovadora son la elevada competencia debida a la globalización y el incesante avance tecnológico, ante este panorama los países están optando por un nuevo paradigma económico, las economías basadas en el conocimiento, y se están reformando institucionalmente para constituir a la innovación como uno de los motores claves del desarrollo económico, con la articulación de los sistemas nacionales de innovación.

Con el fin de tener nuevos o mejores productos y procesos, las empresas deben de realizar una serie de tareas científicas, tecnológicas, organizacionales, financieras y comerciales. A esta pluralidad de actividades se deben añadir los múltiples y diversos actores que participan dentro de los SNIs, la cantidad de interrelaciones entre ellos, los flujos de intercambio de conocimiento y tecnología, y el trabajo conjunto entre los participantes. Si lo anterior no fuese suficiente para denotar la complejidad de la innovación, las labores centrales como la IDE poseen un alto grado de incertidumbre y riesgo lo cual dificulta el financiamiento de la innovación en su conjunto. El reto ante estas circunstancias es desarrollar un capital humano de alta calidad capaz de desarrollar y asimilar conocimientos y tecnologías de vanguardia para ponerlos al servicio de la sociedad.

Históricamente, parte de los estudios pioneros acerca de la innovación se valieron de medidas y visiones parciales del proceso. Así, las medidas acerca de la IDE y las patentes, que se han utilizado para la descripción y estudio de la actividad, no representan ni todas las tareas ni todos los productos e insumos de la innovación. Sin embargo, esta situación se ha remediado y actualmente se disponen de los cimientos y pilares sólidos para un estudio más integral de la materia con medidas menos sesgadas y más comprensivas acordes con la envergadura de la actividad.

Las proposiciones planteadas por Schumpeter, en general, no están respaldadas con los resultados de los estudios empíricos; a cambio de esto, la literatura ha convergido en ciertos consensos que matizan los pensamientos schumpeterianos. En cuanto a la relación positiva entre tamaño de empresa e innovación, los hallazgos más comunes coinciden en los siguientes puntos: para las empresas que realizan IDE se confirma la hipótesis, pero

bajo determinadas circunstancias; el número de innovaciones crece menos que el tamaño, aunque esto no es del todo concluyente; la productividad de la IDE decrece con el tamaño; y la mayoría de las pequeñas empresas no se involucran en IDE formal. Otros puntos de coincidencia referentes este primer planteamiento son: lo poco que se ha aprendido acerca de las economías de escala, restricciones financieras, condiciones de apropiación, etcétera, tanto el tamaño como la innovación están determinadas endógenamente de tal forma que la oportunidad tecnológica, la interacción estratégica, la demanda y el azar influyen de manera significativa; y dejar de lado el intento de encontrar un patrón general de la relación tamaño-innovación, haciendo más énfasis en los otros factores identificados.

En cuanto a la hipótesis de Schumpeter entre la concentración y la innovación se tiene que la evidencia no ha sido determinante, las concordancias en general son desalentadoras: existe poca evidencia de la relación positiva entre concentración e IDE y ocurre sólo bajo circunstancias especiales; la relación entre productos de la innovación y la concentración casi no tiene apoyo empírico; las características industriales como las peculiaridades de la empresa, de la demanda y las condiciones de oportunidad tecnológica y de apropiación de beneficios explican, nuevamente, más al proceso innovador que la estructura de mercado. Las limitaciones detectadas a lo largo de los estudios de esta segunda proposición son: la dificultad de interpretación tanto de las relaciones como de sus orígenes; la problemática de inferir relaciones dinámicas debido a las restricciones impuestas por los datos disponibles, y la omisión de variables significativas y correlacionadas con la actividad innovadora, con la consecuente imprecisión de las inferencias realizadas.

Las características de la empresa y de las industrias han sido la opción en el estudio de la innovación. En cuanto a las características de la empresa estudiadas se tienen principalmente el flujo de efectivo y la diversificación, sin embargo los resultados no han sido robustos y las medidas son sujetas de diversas críticas; otras determinantes exploradas con resultados relativamente superiores son la distribución de los gastos en IDE, las diferencias cualitativas de las actividades de IDE y su efecto diferenciado sobre los tipos de innovación, las capacidades empresariales para la innovación y de complemento (en especial la capacidad de utilizar y adoptar innovaciones al interior de la empresa), los estudios de caso, la división del trabajo innovador entre empresas y otros agentes, y las características del acervo de conocimiento tanto interno como externo.

Como ya se ha comentado las características industriales identificadas como factores de la innovación son la demanda, la oportunidad tecnológica y la apropiación de beneficios. El tamaño del mercado y su crecimiento

han sido las variables analizadas en cuanto a la demanda, pero las conclusiones han sido diversas. entre ellas destaca la presunción de una causalidad mutua entre demanda e innovación. Otras medidas utilizadas con escasos resultados son la distinción entre tipos de bienes y funciones de demanda con elasticidades constantes, así como otros parámetros de la demanda estimados a partir de la matriz de insumo-producto. Por el lado de la empresa, se ha estudiado la diferenciación de productos, pero las conclusiones dependen de circunstancias específicas

Para la oportunidad tecnológica se ha encontrado que la cercanía a la ciencia y las fuentes extraindustriales de conocimiento tienen influencia sobre la innovación; sin embargo, se ha detectado que los agentes de la "cadena productiva", es decir clientes y proveedores, contribuyen en mayor medida al progreso tecnológico. Otro recurso de análisis son las trayectorias naturales que en conjunto con la vinculación a la ciencia se constituyen en formas de afrontar y reducir la incertidumbre de las actividades innovadoras. Las derramas tecnológicas tienen un efecto ambiguo sobre las actividades de IDE, sin embargo se ha detectado que la IDE refuerza la capacidad empresarial para absorber conocimiento y tecnología.

Las patentes son el instrumento tradicional para enfrentar las imperfecciones de la apropiación de beneficios; sin embargo, su efectividad es diferenciada a través de las actividades industriales y resulta menor ante otros mecanismos de apropiación como son los elevados costos de imitación (financieros y tecnológicos) y las inversiones complementarias en ventas y servicio al cliente. También los mecanismos alternos a las patentes poseen efectos diferenciados por industria o tipo de innovación. Las derramas tecnológicas también afectan la actividad innovadora disminuyendo la apropiación de beneficios, pero la evidencia no es concluyente acerca del mecanismo de influencia por lo cual se consideran otras variables como la elección del tamaño de empresa y las limitaciones para vender las innovaciones en forma desincorporada.

El anterior panorama de avances en la comprensión del proceso innovador, implica la conveniencia de aplicar un enfoque integral el cual considere los aspectos de simultaneidad, la dinámica del proceso, la creación de conocimiento, la difusión tecnológica, la vinculación y la cooperación, los apoyos institucionales y el marco legal y fiscal. Así, el análisis desarrollado en este documento toma en cuenta la simultaneidad entre la publicidad, la innovación y la concentración, los efectos de la IDE y la difusión tecnológica, la relación tamaño de empresa e innovación y las diferencias debidas a actividades industriales y a características tecnológicas. Los resultados del modelo aplicado confirman la ausencia de la relación innovación y estructura de mercado, así como de su efecto

endógeno, de forma que la concentración influye a la innovación de manera indirecta en cuanto a la relación entre la IDE intramuros con la concentración. De igual forma, se confirman los hallazgos referentes al tamaño de empresa donde las empresas de menor tamaño realizan relativamente más innovaciones que las grandes. La medida de producto de innovación sólo refleja la innovación de producto y no a la de proceso, básicamente por definición de la misma, detectándose una desvinculación a pesar de la coincidencia estadística entre ambos tipos de innovadores. Los insumos relevantes a la tecnología de innovaciones de producto son el personal enrolado en IDE, la AME y el gasto en IDE extramuros; en tales insumos se aprecia un predominio de las fuentes externas de conocimiento y tecnología soportadas con una capacidad propia de utilización y adopción de tecnología. Es claro que la innovación tiene influencia sobre otras variables determinadas al interior de la empresa, tanto directa como indirectamente, como son la publicidad y la IDE intramuros, respectivamente; además de su papel tradicional, es plausible la asociación de la IDE al interior de la empresa con la función de formar capacidad absorbente de tecnología. El efecto mutuo y simultáneo entre concentración y publicidad también está ausente, reforzando la desvinculación de las actividades innovadoras con la concentración. La intensidad de capital y el nivel salarial se confirman como determinantes tradicionales de la concentración. Algunas características industriales y tecnológicas también participan de la explicación de la innovación y la concentración, en particular resalta la influencia positiva de las actividades basadas en la ciencia y del crecimiento de mercado sobre la concentración.

En el presente ejercicio empírico se incluyeron empresas innovadoras y no innovadoras con el objeto de incluir el esfuerzo innovador aún cuando no hayan tenido innovaciones de producto, como es el caso de aquellas empresas innovadoras de proceso que calificaron como no innovadoras pero que sí reportaron actividad innovadora. Este comentario se justifica porque las medidas de producto de la innovación por definición enfatizan la parte exitosa del proceso, es decir, no se considera todos los trabajos que las empresas llevan a cabo sobre todo por la incertidumbre y riesgo que representa la actividad innovadora. La lección de esta consideración es que las empresas no innovadoras al menos deben llevar a cabo actividades de IDE y AME, así como asignar recursos humanos calificados a estas actividades, ya sea formal o informalmente, pensando sobre todo en disponer de capacidad interna para asimilar conocimientos y tecnologías de vanguardia.

Con respecto de la deficiente robustez de la ecuación de publicidad se pueden brindar tres razones. La primera es referente al trabajo de Levin y Reiss (1984), ellos deducen que la ecuación de publicidad incluye la

elasticidad precio de la demanda, sin embargo también reportan resultados poco satisfactorios en este terreno. La segunda justificación corresponde a Strickland y Weiss (1976), quienes exponen que el nivel del gasto publicitario está influenciado por el margen precio-costo. Por último, Schmalensee (1986) indica que el esfuerzo publicitario también puede estar influenciado por el efecto de largo plazo de la publicidad. En síntesis, aunque la publicidad es un instrumento utilizado por las empresas se requiere de mayor investigación para especificar su papel dentro del proceso innovador.

El modelo propuesto coincide con los consensos identificados por la literatura, sin embargo también mostró deficiencias entre las cuales se pueden brindar alternativas y líneas futuras de investigación. En primer instancia, para resolver el sesgo que produjo la medida considerada de productos de la innovación se propone el estudio y aplicación de índices que integren las distintas dimensiones de dichos productos, en forma análoga a los indicadores mixtos de IDE y de difusión tecnológica que propone Papaconstantinou *et al.* (1996). Para profundizar en la comprensión de la difusión tecnológica será conveniente la identificación de generadores de conocimiento y tecnología, así como los canales o medios utilizados para concretar tal proceso; se requerirá detallar los sectores y lugares de origen, el tipo de innovación, las fuentes de financiamiento y la clasificación tecnológica. También dentro de la temática de la difusión vale la pena realizar esfuerzos en el entendimiento de las derramas de la IDE, desglosando el gasto en esta actividad por la fuente de financiamiento, los sectores ejecutantes de las tareas, la clase de IDE (investigación básica o aplicada, o desarrollo experimental) y objeto (innovación de producto o de proceso). El análisis de la productividad de las inversiones en AME es otra posibilidad de estudio, a semejanza de los correspondientes a la IDE. Asimismo, es recomendable la investigación acerca de los patrones al interior de la empresa de los propósitos y obstáculos de la actividad innovadora, de los tipos de redes de trabajo y del tiempo y costo de instrumentación de las innovaciones. La actualización de la taxonomía tecnológica de Pavitt para el caso mexicano servirá para identificar factores específicos de la manufactura nacional, los cuales explicarán de mejor forma la actividad innovadora. Para enriquecer la comprensión del proceso de innovación tecnológica será valiosa la identificación de las ligas con la innovación organizacional, puesto que ambas están orientadas a mejorar el desempeño de las empresas.

Por último, las recomendaciones de política sugeridas a la luz de los hallazgos son las siguientes. Con base a la evidencia de que la difusión posee una tasa de retorno social considerable, es evidente su promoción

explícita pero tal fomento deberá contemplar la formación de una capacidad propia y competitiva de creación de conocimiento y tecnología a través de todos los agentes del SNI y, en particular, en las empresas; dicha capacidad será el fundamento de la competitividad y del desarrollo sustentable de largo plazo. El apoyo a la difusión también se centrará en la calidad y eficiencia de las redes de colaboración, sobre todo con universidades y centros de investigación, las cuales deberán diseñarse para que aprovechen también las derramas a nivel internacional. Como ya se anotó, lo anterior deberá ser parte de una estrategia integral donde el desarrollo del capital humano será una precondition para el éxito de la innovación como estrategia de desarrollo económico

## Anexo 1. Regresiones.

### Sistema Original, Mínimos Cuadrados Ordinarios.

System: SISTEMA  
 Estimation Method: Least Squares  
 Date: 05/14/99 Time: 20:46  
 Sample: 1 673

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A(1)	0.000937	0.001142	0.820408	0.4121
A(2)	0.015478	0.012151	1.273799	0.2029
A(3)	-0.001700	0.003551	-0.478617	0.6323
A(4)	0.002015	0.002186	0.921878	0.3567
B(1)	0.012880	0.004146	3.106601	0.0019
B(2)	-0.010246	0.112773	-0.090858	0.9276
B(3)	-0.010329	0.010586	-0.975714	0.3293
B(4)	0.676530	0.076606	8.831274	0.0000
B(5)	-1.87E-05	6.74E-06	-2.767193	0.0057
B(6)	0.051894	0.020817	2.492880	0.0128
B(7)	0.049654	0.115353	0.430454	0.6669
B(8)	0.879364	0.407744	2.156654	0.0312
B(9)	-2.88E-05	8.45E-05	-0.341094	0.7331
C(1)	0.004826	0.012128	0.397912	0.6907
C(2)	-0.134198	0.329223	-0.407621	0.6836
C(3)	0.091967	0.103925	0.884941	0.3763
C(4)	0.000458	3.37E-05	13.61188	0.0000
C(5)	0.002242	0.000488	4.596173	0.0000

Determinant residual covariance 7.82E-09

Equation: PUB\_VTAS = A(1) + A(2) \* INNOV\_EMP + A(3) \*  
 HECO\_VAC + A(4) \* CPRIV\_VB  
 Observations: 673

R-squared	0.004447	Mean dependent var	0.001785
Adjusted R-squared	-0.000017	S.D. dependent var	0.015387
S.E. of regression	0.015387	Sum squared resid	0.158390
Durbin-Watson stat	1.992444		

Equation: INNOV\_EMP = B(1) + B(2) \* PUB\_VTAS + B(3) \*  
 HECO\_VAC + B(4) \* PIDE\_TAM + B(5) \* TAM + B(6) \*  
 AME\_VTAS + B(7) \* IDEI\_VTAS + B(8) \* IDEE\_VTAS + B(9) \*  
 PE\_SIND  
 Observations: 673

R-squared	0.181988	Mean dependent var	0.018557
Adjusted R-squared	0.172133	S.D. dependent var	0.048889
S.E. of regression	0.044483	Sum squared resid	1.313885
Durbin-Watson stat	1.959275		

Equation: HECO\_VAC = C(1) + C(2) \* PUB\_VTAS + C(3) \*  
 INNOV\_EMP + C(4) \* APN\_PO31 + C(5) \* RT\_PO31D  
 Observations: 673

R-squared	0.403521	Mean dependent var	0.110038
Adjusted R-squared	0.399949	S.D. dependent var	0.169260
S.E. of regression	0.131114	Sum squared resid	11.48346
Durbin-Watson stat	0.820374		



## Sistema Extendido, Mínimos Cuadrados Ordinarios.

System: SISTEMAEXT  
 Estimation Method: Least Squares  
 Date: 05/14/99 Time: 21:39  
 Sample: 1 673

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A(1)	0.000642	0.001147	0.550097	0.5755
A(2)	0.012356	0.012345	1.000897	0.3170
A(3)	-0.002099	0.003548	-0.591724	0.5541
A(4)	0.002204	0.002183	1.009651	0.3128
A(5)	0.087951	0.038972	2.256754	0.0241
A(6)	-0.124164	0.140806	-0.881814	0.3780
B(1)	0.005553	0.003999	1.388527	0.1651
B(2)	-0.077851	0.105950	-0.734793	0.4626
B(3)	-0.004265	0.009989	-0.427000	0.6694
B(4)	0.354035	0.080105	4.419643	0.0000
B(5)	-2.79E-05	6.41E-06	-4.348759	0.0000
B(6)	0.036171	0.019582	1.847144	0.0649
B(7)	-0.014183	0.108456	-0.130777	0.8960
B(8)	0.847511	0.381810	2.219718	0.0266
B(9)	-6.85E-05	8.08E-05	-0.848213	0.3964
B(10)	0.033548	0.003804	8.818385	0.0000
B(43)	0.040039	0.017280	2.317033	0.0206
B(56)	0.074303	0.029712	2.500791	0.0125
B(59)	0.017092	0.007255	2.356099	0.0186
C(1)	-0.055266	0.011864	-4.658341	0.0000
C(2)	-0.208428	0.283528	-0.735122	0.4624
C(3)	0.067600	0.091592	0.738055	0.4606
C(4)	0.000419	3.18E-05	13.16261	0.0000
C(5)	0.004428	0.000524	8.443465	0.0000
C(6)	0.031670	0.006901	4.589244	0.0000
C(7)	0.538265	0.289884	1.856827	0.0635
C(8)	-0.041020	1.040105	-0.039439	0.9685
C(23)	0.326962	0.050607	6.460833	0.0000
C(27)	0.092341	0.042564	2.169442	0.0302
C(28)	0.157637	0.027996	5.630758	0.0000
C(39)	-0.164665	0.029891	-5.508773	0.0000
C(40)	-0.294081	0.040318	-7.294053	0.0000
C(42)	-0.086080	0.041407	-2.078867	0.0378
C(47)	-0.095921	0.026639	-3.600724	0.0003
C(49)	0.313726	0.046188	6.792444	0.0000
C(59)	-0.048822	0.019681	-2.480648	0.0132
C(71)	0.102366	0.025920	3.949253	0.0001

Determinant residual covariance 4.87E-09

$$\text{Equation: PUB_VTAS} = A(1) - A(2) * \text{INNOV\_EMP} + A(3) * \text{HECO\_VAC} + A(4) * \text{CPRIV\_VB} + A(5) * \text{IDEI\_VTAS} + A(6) * \text{IDEE\_VTAS}$$

Observations: 673

R-squared	0.012060	Mean dependent var	0.001785
Adjusted R-squared	0.004654	S.D. dependent var	0.015387
S.E. of regression	0.015351	Sum squared resid	0.157179
Durbin-Watson stat	1.995075		

$$\text{Equation: INNOV\_EMP} = B(1) + B(2) * \text{PUB\_VTAS} + B(3) * \text{HECO\_VAC} + B(4) * \text{PIDE\_TAM} + B(5) * \text{TAM} + B(6) * \text{AME\_VTAS} + B(7) * \text{IDEI\_VTAS} + B(8) * \text{IDEE\_VTAS} + B(9) * \text{PE\_SIND} + B(10) * \text{INNPROD} + B(43) * \text{RA3550} + B(56) * \text{RA3823} + B(59) * \text{RA3841}$$

Observations: 673

R-squared	0.287252	Mean dependent var	0.018557
Adjusted R-squared	0.274293	S.D. dependent var	0.048889
S.E. of regression	0.041648	Sum squared resid	1.144812
Durbin-Watson stat	1.934852		

$$\text{Equation: HECO\_VAC} = C(1) + C(2) * \text{PUB\_VTAS} + C(3) * \text{INNOV\_EMP} + C(4) * \text{AFN\_FO31} + C(5) * \text{RT\_FO31D} + C(6) * \text{CVACB} + C(7) * \text{IDEI\_VTAS} + C(8) * \text{IDEE\_VTAS} + C(23) * \text{RA3113} + C(27) * \text{RA3119} + C(28) * \text{RA3121} + C(39) * \text{RA3512} + C(40) * \text{RA3521} + C(42) * \text{RA3540} + C(47) * \text{RA3691} + C(49) * \text{RA3720} + C(59) * \text{RA3841} + C(71) * \text{PAV1}$$

Observations: 673

R-squared	0.570923	Mean dependent var	0.110038
Adjusted R-squared	0.559787	S.D. dependent var	0.169260
S.E. of regression	0.112301	Sum squared resid	8.260612
Durbin-Watson stat	1.030067		

## Sistema Extendido, Mínimos Cuadrados en Dos Etapas.

System: SISTEMEXT

Estimation Method: Two-Stage Least Squares

Date: 05/14/99 Time: 21:45

Sample: 1 673

Instruments: CPRIV\_VB PIDE\_TAM TAM AME\_VTAS IDEI\_VTAS

IDEI\_VTAS AFN\_PO31 RT\_PO31D PAV1 PAV2 PAV4  
 INNPROD RA3113 RA3119 RA3121 RA3512 RA3521 RA3540  
 RA3550 RA3691 RA3720 RA3823 RA3841 RA3850 CVACB C

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A(1)	-0.000680	0.001312	-0.518574	0.6041
A(2)	0.076334	0.024335	3.136849	0.0017
A(3)	0.000819	0.004858	0.168691	0.8661
A(4)	0.002074	0.002249	0.922064	0.3566
A(5)	0.067280	0.040331	1.668207	0.0954
A(6)	-0.194739	0.145488	-1.338524	0.1809
B(1)	0.010828	0.005640	1.919708	0.0550
B(2)	-0.491941	1.293690	-0.380262	0.7038
B(3)	-0.008694	0.015812	-0.549807	0.5825
B(4)	0.367916	0.092800	3.964603	0.0001
B(5)	-2.82E-05	6.71E-06	-4.206046	0.0000
B(6)	0.038580	0.021796	1.770038	0.0769
B(7)	0.017476	0.133399	0.131007	0.8958
B(8)	0.796655	0.421601	1.889594	0.0590
B(9)	-0.000190	0.000146	-1.298958	0.1941
B(10)	0.034401	0.005202	6.612868	0.0000
B(43)	0.043079	0.018230	2.363083	0.0182
B(56)	0.076009	0.030289	2.509465	0.0122
B(59)	0.017962	0.007681	2.338562	0.0195
C(1)	-0.053787	0.012654	-4.250691	0.0000
C(2)	-1.138033	4.165911	-0.273177	0.7847
C(3)	0.106038	0.411938	0.257412	0.7969
C(4)	0.000420	3.30E-05	12.73247	0.0000
C(5)	0.004392	0.000543	8.089927	0.0000
C(6)	0.032661	0.008457	3.862186	0.0001
C(7)	0.609726	0.397884	1.532420	0.1256
C(8)	-0.192519	1.405575	-0.136968	0.8911
C(23)	0.324009	0.054199	5.978128	0.0000
C(27)	0.088386	0.047657	1.854639	0.0638
C(28)	0.157402	0.028235	5.574784	0.0000
C(39)	-0.162272	0.032392	-5.009656	0.0000
C(40)	-0.293245	0.041737	-7.026061	0.0000
C(42)	-0.086652	0.042008	-2.062757	0.0393
C(47)	-0.098518	0.031399	-3.137654	0.0017
C(49)	0.312883	0.046627	6.710325	0.0000
C(59)	-0.050763	0.023245	-2.183830	0.0291
C(71)	0.101342	0.028251	3.587195	0.0003

Determinant residual covariance 5.21E-09

Equation: PUB\_VTAS = A(1) + A(2) \* INNOV\_EMP + A(3) \*  
 HECO\_VAC - A(4) \* CPRIV\_VB + A(5) \* IDEI\_VTAS + A(6) \*  
 IDEE\_VTAS

Observations: 673

R-squared	-0.028393	Mean dependent var	0.001785
Adjusted R-squared	-0.036102	S.D. dependent var	0.015387
S.E. of regression	0.015662	Sum squared resid	0.163615
Durbin-Watson stat	2.015422		

Equation: INNOV\_EMP = B(1) + B(2) \* PUB\_VTAS + B(3) \*  
 HECO\_VAC + B(4) \* PIDE\_TAM + B(5) \* TAM + B(6) \*  
 AME\_VTAS + B(7) \* IDEI\_VTAS + B(8) \* IDEE\_VTAS + B(9) \*  
 PE\_SIND + B(10) \* INNPROD + B(43) \* RA3550 + B(56) \*  
 RA3823 + B(59) \* RA3841

Observations: 673

R-squared	0.267421	Mean dependent var	0.018557
Adjusted R-squared	0.254101	S.D. dependent var	0.048889
S.E. of regression	0.042224	Sum squared resid	1.176664
Durbin-Watson stat	1.931218		

Equation: HECO\_VAC = C(1) + C(2) \* PUB\_VTAS + C(3) \*  
 INNOV\_EMP + C(4) \* AFN\_PO31 + C(5) \* RT\_PO31D + C(6) \*  
 CVACB + C(7) \* IDEI\_VTAS + C(8) \* IDEE\_VTAS + C(23) \*  
 RA3113 - C(27) \* RA3119 + C(28) \* RA3121 + C(39) \* RA3512  
 + C(40) \* RA3521 + C(42) \* RA3540 + C(47) \* RA3691 + C(49) \*  
 RA3720 + C(59) \* RA3841 + C(71) \* PAV1

Observations: 673

R-squared	0.563831	Mean dependent var	0.110038
Adjusted R-squared	0.552510	S.D. dependent var	0.169260
S.E. of regression	0.113226	Sum squared resid	8.397159
Durbin-Watson stat	1.057732		

## Sistema Extendido, Minimos Cuadrados en Tres Etapas.

System: SISTEMAEXT

Estimation Method: Three-Stage Least Squares

Date: 05/14/99 Time: 21:49

Sample: 1 673

Instruments: CPRIV\_VB PIDE\_TAM TAM AME\_VTAS IDEI\_VTAS

IDEI\_VTAS AFN\_PO31 RT\_PO31D PAV1 PAV2 PAV4

INNPROD RA3113 RA3119 RA3121 RA3512 RA3521 RA3540

RA3550 RA3691 RA3720 RA3823 RA3841 RA3850 CVACB C

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A(1)	-0.000587	0.001303	-0.450439	0.6524
A(2)	0.076955	0.024225	3.176738	0.0015
A(3)	0.000611	0.004834	0.126361	0.8995
A(4)	0.001856	0.002228	0.832818	0.4050
A(5)	0.067038	0.040150	1.669690	0.0951
A(6)	-0.194924	0.144837	-1.345814	0.1785
B(1)	0.010555	0.005580	1.891374	0.0587
B(2)	-0.330748	1.279299	-0.258539	0.7960
B(3)	-0.008919	0.015654	-0.569740	0.5689
B(4)	0.362900	0.091735	3.955976	0.0001
B(5)	-2.81E-05	6.63E-06	-4.236919	0.0000
B(6)	0.037161	0.021541	1.725100	0.0847
B(7)	0.007682	0.132042	0.058180	0.9536
B(8)	0.817912	0.417408	1.959500	0.0502
B(9)	-0.000182	0.000145	-1.259281	0.2081
B(10)	0.034013	0.005145	6.611554	0.0000
B(43)	0.043126	0.018018	2.393546	0.0168
B(56)	0.075123	0.029937	2.509375	0.0122
B(59)	0.017768	0.007596	2.339110	0.0194
C(1)	-0.053692	0.012426	-4.321009	0.0000
C(2)	-1.942903	4.080524	-0.476141	0.6340
C(3)	0.168262	0.404015	0.416474	0.6771
C(4)	0.000419	3.23E-05	12.96727	0.0000
C(5)	0.004397	0.000532	8.266967	0.0000
C(6)	0.032765	0.008280	3.957294	0.0001
C(7)	0.664081	0.391200	1.697551	0.0897
C(8)	-0.352401	1.382186	-0.254959	0.7988
C(23)	0.324261	0.053086	6.108194	0.0000
C(27)	0.088004	0.046653	1.886340	0.0594
C(28)	0.159544	0.027656	5.768927	0.0000
C(39)	-0.162214	0.031720	-5.113995	0.0000
C(40)	-0.291796	0.040872	-7.139311	0.0000
C(42)	-0.086644	0.041118	-2.107202	0.0352
C(47)	-0.099843	0.030736	-3.248354	0.0012
C(49)	0.312458	0.045656	6.843743	0.0000
C(59)	-0.050984	0.022766	-2.239507	0.0252
C(71)	0.100123	0.027657	3.620138	0.0003

Determinant residual covariance 5.09E-09

Equation: PUB\_VTAS = A(1) + A(2) \* INNOV\_EMP + A(3) \*  
HECO\_VAC + A(4) \* CPRIV\_VB + A(5) \* IDEI\_VTAS + A(6) \*  
IDEI\_VTAS

Observations: 673

R-squared	-0.029067	Mean dependent var	0.001785
Adjusted R-squared	-0.036781	S.D. dependent var	0.015387
S.E. of regression	0.015667	Sum squared resid	0.163722
Durbin-Watson stat	2.015643		

Equation: INNOV\_EMP = B(1) + B(2) \* PUB\_VTAS + B(3) \*  
HECO\_VAC + B(4) \* PIDE\_TAM + B(5) \* TAM + B(6) \*  
AME\_VTAS + B(7) \* IDEI\_VTAS + B(8) \* IDEE\_VTAS + B(9) \*  
PE\_SIND + B(10) \* INNPROD + B(43) \* RA3550 + B(56) \*  
RA3823 + B(59) \* RA3841

Observations: 673

R-squared	0.278078	Mean dependent var	0.018557
Adjusted R-squared	0.264952	S.D. dependent var	0.048889
S.E. of regression	0.041915	Sum squared resid	1.159547
Durbin-Watson stat	1.930571		

Equation: HECO\_VAC = C(1) + C(2) \* PUB\_VTAS + C(3) \*  
INNOV\_EMP + C(4) \* AFN\_PO31 + C(5) \* RT\_PO31D + C(6) \*  
CVACB + C(7) \* IDEI\_VTAS + C(8) \* IDEE\_VTAS + C(23) \*  
RA3113 + C(27) \* RA3119 + C(28) \* RA3121 + C(39) \* RA3512  
+ C(40) \* RA3521 + C(42) \* RA3540 + C(47) \* RA3691 + C(49) \*  
RA3720 + C(59) \* RA3841 + C(71) \* PAV1

Observations: 673

R-squared	0.545922	Mean dependent var	0.110038
Adjusted R-squared	0.534137	S.D. dependent var	0.169260
S.E. of regression	0.115527	Sum squared resid	8.741933
Durbin-Watson stat	1.105676		

## Anexo 2. Pruebas de Hipótesis F y de Wald.

### A. Pruebas F y estimadores consistentes de White para los estadísticos t para OLS.

Ecuación de publicidad del Sistema Original.

LS // Dependent Variable is PUB\_VTAS

Date: 05/14/99 Time: 18:47

Sample: 1 673

Included observations: 673

PUB\_VTAS = A(1) + A(2) \* INNOV\_EMP + A(3) \* HECO\_VAC +  
A(4) \* CPRIV\_VB

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.		
A(1)	0.000937	0.001142	0.820408	0.4123		
A(2)	0.015478	0.012151	1.273799	0.2032		
A(3)	-0.001700	0.003551	-0.478617	0.6324		
A(4)	0.002015	0.002186	0.921878	0.3569		
R-squared		0.004447			Mean dependent var	0.001785
Adjusted R-squared		-0.000017			S.D. dependent var	0.015387
S.E. of regression		0.015387			Akaike info criterion	-8.342551
Sum squared resid		0.158390			Schwarz criterion	-8.315735
Log likelihood		1856.323			F-statistic	0.996211
Durbin-Watson stat		1.992444			Prob(F-statistic)	0.394067

Regresión con ajuste de White.

LS // Dependent Variable is PUB\_VTAS

Date: 05/14/99 Time: 18:50

Sample: 1 673

Included observations: 673

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors &  
Covariance

PUB\_VTAS = A(1) + A(2) \* INNOV\_EMP + A(3) \* HECO\_VAC +  
A(4) \* CPRIV\_VB

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.		
A(1)	0.000937	0.000859	1.090268	0.2760		
A(2)	0.015478	0.007765	1.993282	0.0466		
A(3)	-0.001700	0.002069	-0.821455	0.4117		
A(4)	0.002015	0.001505	1.339215	0.1810		
R-squared		0.004447			Mean dependent var	0.001785
Adjusted R-squared		-0.000017			S.D. dependent var	0.015387
S.E. of regression		0.015387			Akaike info criterion	-8.342551
Sum squared resid		0.158390			Schwarz criterion	-8.315735
Log likelihood		1856.323			F-statistic	0.996211
Durbin-Watson stat		1.992444			Prob(F-statistic)	0.394067

Ecuación de publicidad del Sistema Extendido.

LS // Dependent Variable is PUB\_VTAS

Date: 05/14/99 Time: 18:56

Sample: 1 673

Included observations: 673

$$\text{PUB\_VTAS} = A(1) + A(2) * \text{INNOV\_EMP} + A(3) * \text{HECO\_VAC} + A(4) * \text{CPRIV\_VB} + A(5) * \text{IDEI\_VTAS} + A(6) * \text{IDEE\_VTAS}$$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A(1)	0.000642	0.001147	0.560097	0.5756
A(2)	0.012356	0.012345	1.000897	0.3172
A(3)	-0.002099	0.003548	-0.591724	0.5542
A(4)	0.002204	0.002183	1.009651	0.3130
A(5)	0.087951	0.038972	2.256754	0.0243
A(6)	-0.124164	0.140806	-0.881814	0.3782
R-squared		0.012060	Mean dependent var	0.001785
Adjusted R-squared		0.004654	S.D. dependent var	0.015387
S.E. of regression		0.015351	Akaike info criterion	-8.344283
Sum squared resid		0.157179	Schwarz criterion	-8.304059
Log likelihood		1858.906	F-statistic	1.628428
Durbin-Watson stat		1.995075	Prob(F-statistic)	0.150223

Regresión con ajuste de White.

LS // Dependent Variable is PUB\_VTAS

Date: 05/14/99 Time: 18:58

Sample: 1 673

Included observations: 673

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

$$\text{PUB\_VTAS} = A(1) + A(2) * \text{INNOV\_EMP} + A(3) * \text{HECO\_VAC} + A(4) * \text{CPRIV\_VB} + A(5) * \text{IDEI\_VTAS} + A(6) * \text{IDEE\_VTAS}$$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
A(1)	0.000642	0.000872	0.736059	0.4620
A(2)	0.012356	0.008023	1.540002	0.1240
A(3)	-0.002099	0.002007	-1.046196	0.2958
A(4)	0.002204	0.001484	1.485864	0.1378
A(5)	0.087951	0.057126	1.539594	0.1241
A(6)	-0.124164	0.105080	-1.181611	0.2378
R-squared		0.012060	Mean dependent var	0.001785
Adjusted R-squared		0.004654	S.D. dependent var	0.015387
S.E. of regression		0.015351	Akaike info criterion	-8.344283
Sum squared resid		0.157179	Schwarz criterion	-8.304059
Log likelihood		1858.906	F-statistic	1.628428
Durbin-Watson stat		1.995075	Prob(F-statistic)	0.150223

Ecuación de innovación del Sistema Original.

LS // Dependent Variable is INNOV\_EMP

Date: 05/14/99 Time: 19:00

Sample: 1 673

Included observations: 673

INNOV\_EMP = B(1) + B(2) \* PUB\_VTAS + B(3) \* HECO\_VAC + B(4) \* PIDE\_TAM + B(5) \* TAM + B(6) \* AME\_VTAS + B(7) \* IDEI\_VTAS + B(8) \* IDEE\_VTAS + B(9) \* PE\_SIND

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
B(1)	0.012880	0.004146	3.106601	0.0020
B(2)	-0.010246	0.112773	-0.090858	0.9276
B(3)	-0.010329	0.010586	-0.975714	0.3296
B(4)	0.676530	0.076606	8.831274	0.0000
B(5)	-1.87E-05	6.74E-06	-2.767193	0.0058
B(6)	0.051894	0.020817	2.492880	0.0129
B(7)	0.049654	0.115353	0.430454	0.6670
B(8)	0.879364	0.407744	2.156654	0.0314
B(9)	-2.88E-05	8.45E-05	-0.341094	0.7331
R-squared		0.181988	Mean dependent var	0.018557
Adjusted R-squared		0.172133	S.D. dependent var	0.048889
S.E. of regression		0.044483	Akaike info criterion	-6.212011
Sum squared resid		1.313885	Schwarz criterion	-6.151676
Log likelihood		1144.396	F-statistic	18.46556
Durbin-Watson stat		1.959275	Prob(F-statistic)	0.000000

Regresión con ajuste de White.

LS // Dependent Variable is INNOV\_EMP

Date: 05/14/99 Time: 19:02

Sample: 1 673

Included observations: 673

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

INNOV\_EMP = B(1) + B(2) \* PUB\_VTAS + B(3) \* HECO\_VAC + B(4) \* PIDE\_TAM + B(5) \* TAM + B(6) \* AME\_VTAS + B(7) \* IDEI\_VTAS + B(8) \* IDEE\_VTAS + B(9) \* PE\_SIND

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
B(1)	0.012880	0.004354	2.958093	0.0032
B(2)	-0.010246	0.089661	-0.114279	0.9091
B(3)	-0.010329	0.007526	-1.372428	0.1704
B(4)	0.676530	0.120433	5.617503	0.0000
B(5)	-1.87E-05	4.03E-06	-4.635591	0.0000
B(6)	0.051894	0.030512	1.700772	0.0895
B(7)	0.049654	0.109634	0.452906	0.6508
B(8)	0.879364	0.410950	2.139832	0.0327
B(9)	-2.88E-05	8.61E-05	-0.334888	0.7378
R-squared		0.181988	Mean dependent var	0.018557
Adjusted R-squared		0.172133	S.D. dependent var	0.048889
S.E. of regression		0.044483	Akaike info criterion	-6.212011
Sum squared resid		1.313885	Schwarz criterion	-6.151676
Log likelihood		1144.396	F-statistic	18.46556
Durbin-Watson stat		1.959275	Prob(F-statistic)	0.000000

Ecuación de innovación del Sistema Extendido.

LS // Dependent Variable is INNOV\_EMP

Date: 05/14/99 Time: 19:08

Sample: 1 673

Included observations: 673

$$\text{INNOV\_EMP} = \text{B}(1) + \text{B}(2) * \text{PUB\_VTAS} + \text{B}(3) * \text{HECO\_VAC} + \text{B}(4) * \text{PIDE\_TAM} + \text{B}(5) * \text{TAM} + \text{B}(6) * \text{AME\_VTAS} + \text{B}(7) * \text{IDEI\_VTAS} + \text{B}(8) * \text{IDEE\_VTAS} + \text{B}(9) * \text{PE\_SIND} + \text{B}(10) * \text{INNPRCD} + \text{B}(43) * \text{RA3550} + \text{B}(56) * \text{RA3823} + \text{B}(59) * \text{RA3841}$$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
B(1)	0.005553	0.003999	1.388527	0.1654
B(2)	-0.077851	0.105950	-0.734793	0.4627
B(3)	-0.004265	0.009989	-0.427000	0.6695
B(4)	0.354035	0.080105	4.419643	0.0000
B(5)	-2.79E-05	6.41E-06	-4.348759	0.0000
B(6)	0.036171	0.019582	1.847144	0.0652
B(7)	-0.014183	0.108456	-0.130777	0.8960
B(8)	0.847511	0.381810	2.219718	0.0268
B(9)	-6.85E-05	8.08E-05	-0.848213	0.3966
B(10)	0.033548	0.003804	8.818385	0.0000
B(43)	0.040039	0.017280	2.317033	0.0208
B(56)	0.074303	0.029712	2.500791	0.0126
B(59)	0.017092	0.007255	2.356099	0.0188

R-squared	0.287252	Mean dependent var	0.018557
Adjusted R-squared	0.274293	S.D. dependent var	0.048889
S.E. of regression	0.041648	Akaike info criterion	-6.337872
Sum squared resid	1.144812	Schwarz criterion	-6.250721
Log likelihood	1190.748	F-statistic	22.16608
Durbin-Watson stat	1.934852	Prob(F-statistic)	0.000000

Regresión con ajuste de White.

LS // Dependent Variable is INNOV\_EMP

Date: 05/14/99 Time: 19:10

Sample: 1 673

Included observations: 673

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

$$\text{INNOV\_EMP} = \text{B}(1) + \text{B}(2) * \text{PUB\_VTAS} + \text{B}(3) * \text{HECO\_VAC} + \text{B}(4) * \text{PIDE\_TAM} + \text{B}(5) * \text{TAM} + \text{B}(6) * \text{AME\_VTAS} + \text{B}(7) * \text{IDEI\_VTAS} + \text{B}(8) * \text{IDEE\_VTAS} + \text{B}(9) * \text{PE\_SIND} + \text{B}(10) * \text{INNPRCD} + \text{B}(43) * \text{RA3550} + \text{B}(56) * \text{RA3823} + \text{B}(59) * \text{RA3841}$$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
B(1)	0.005553	0.003519	1.577906	0.1151
B(2)	-0.077851	0.064858	-1.200343	0.2304
B(3)	-0.004265	0.006997	-0.609583	0.5423
B(4)	0.354035	0.116274	3.044820	0.0024
B(5)	-2.79E-05	6.08E-06	-4.586106	0.0000
B(6)	0.036171	0.030230	1.196510	0.2319
B(7)	-0.014183	0.098981	-0.143294	0.8861
B(8)	0.847511	0.400157	2.117945	0.0346
B(9)	-6.85E-05	7.28E-05	-0.941513	0.3468
B(10)	0.033548	0.004304	7.795463	0.0000
B(43)	0.040039	0.048729	0.821676	0.4116
B(56)	0.074303	0.058372	1.272915	0.2035
B(59)	0.017092	0.012547	1.362271	0.1736

R-squared	0.287252	Mean dependent var	0.018557
Adjusted R-squared	0.274293	S.D. dependent var	0.048889
S.E. of regression	0.041648	Akaike info criterion	-6.337872
Sum squared resid	1.144812	Schwarz criterion	-6.250721
Log likelihood	1190.748	F-statistic	22.16608
Durbin-Watson stat	1.934852	Prob(F-statistic)	0.000000

Ecuación de concentración del Sistema Original.

LS // Dependent Variable is HECO\_VAC

Date: 05/14/99 Time: 19:16

Sample: 1 673

Included observations: 673

HECO\_VAC = C(1) + C(2) \* PUB\_VTAS + C(3) \* INNOV\_EMP + C(4)  
\* APN\_PO31 + C(5) \* RT\_PO31D

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.004826	0.012128	0.397912	0.6908
C(2)	-0.134198	0.329223	-0.407621	0.6837
C(3)	0.091967	0.103925	0.884941	0.3765
C(4)	0.000458	3.37E-05	13.61188	0.0000
C(5)	0.002242	0.000488	4.596173	0.0000
R-squared		0.403521	Mean dependent var	0.110038
Adjusted R-squared		0.399949	S.D. dependent var	0.169260
S.E. of regression		0.131114	Akaike info criterion	-4.055979
Sum squared resid		11.48346	Schwarz criterion	-4.022459
Log likelihood		414.8913	F-statistic	112.9761
Durbin-Watson stat		0.820374	Prob(F-statistic)	0.000000

Regresión con ajuste de White.

LS // Dependent Variable is HECO\_VAC

Date: 05/14/99 Time: 19:18

Sample: 1 673

Included observations: 673

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors &  
Covariance

HECO\_VAC = C(1) + C(2) \* PUB\_VTAS + C(3) \* INNOV\_EMP + C(4)  
\* APN\_PO31 + C(5) \* RT\_PO31D

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	0.004826	0.014784	0.326440	0.7442
C(2)	-0.134198	0.113017	-1.187416	0.2355
C(3)	0.091967	0.114211	0.805242	0.4210
C(4)	0.000458	4.80E-05	9.539422	0.0000
C(5)	0.002242	0.000759	2.952910	0.0033
R-squared		0.403521	Mean dependent var	0.110038
Adjusted R-squared		0.399949	S.D. dependent var	0.169260
S.E. of regression		0.131114	Akaike info criterion	-4.055979
Sum squared resid		11.48346	Schwarz criterion	-4.022459
Log likelihood		414.8913	F-statistic	112.9761
Durbin-Watson stat		0.820374	Prob(F-statistic)	0.000000



Ecuación de concentración del Sistema Extendido.

LS // Dependent Variable is HECO\_VAC

Date: 05/14/99 Time: 19:20

Sample: 1 673

Included observations: 673

HECO\_VAC = C(1) + C(2) \* PUB\_VTAS + C(3) \* INNOV\_EMP + C(4) \* AFN\_PO31 + C(5) \* RT\_PO31D + C(6) \* CVACEB + C(7) \* IDEI\_VTAS + C(8) \* IDEE\_VTAS + C(23) \* RA3113 + C(27) \* RA3119 + C(28) \* RA3121 + C(39) \* RA3512 + C(40) \* RA3521 + C(42) \* RA3540 + C(47) \* RA3691 + C(49) \* RA3720 + C(59) \* RA3841 + C(71) \* PAV1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-0.055266	0.011864	-4.658341	0.0000
C(2)	-0.208428	0.283528	-0.735122	0.4625
C(3)	0.067600	0.091592	0.738055	0.4607
C(4)	0.000419	3.18E-05	13.16261	0.0000
C(5)	0.004428	0.000524	8.443465	0.0000
C(6)	0.031670	0.006901	4.589244	0.0000
C(7)	0.538265	0.289884	1.856827	0.0638
C(8)	-0.041020	1.040105	-0.039439	0.9686
C(23)	0.326962	0.050607	6.460833	0.0000
C(27)	0.092341	0.042564	2.169442	0.0304
C(28)	0.157637	0.027996	5.630758	0.0000
C(39)	-0.164665	0.029891	-5.508773	0.0000
C(40)	-0.294081	0.040318	-7.294053	0.0000
C(42)	-0.086080	0.041407	-2.078867	0.0380
C(47)	-0.095921	0.026639	-3.600724	0.0003
C(49)	0.313726	0.046188	6.792444	0.0000
C(59)	-0.048822	0.019681	-2.480648	0.0134
C(71)	0.102366	0.025920	3.949253	0.0001

R-squared	0.570923	Mean dependent var	0.110038
Adjusted R-squared	0.559787	S.D. dependent var	0.169260
S.E. of regression	0.112301	Akaike info criterion	-4.346755
Sum squared resid	8.260612	Schwarz criterion	-4.226084
Log likelihood	525.7374	F-statistic	51.26666
Durbin-Watson stat	1.030067	Prob(F-statistic)	0.000000

Regresión con ajuste de White.

LS // Dependent Variable is HECO\_VAC

Date: 05/14/99 Time: 19:21

Sample: 1 673

Included observations: 673

White Heteroskedasticity-Consistent Standard Errors & Covariance

HECO\_VAC = C(1) + C(2) \* PUB\_VTAS + C(3) \* INNOV\_EMP + C(4) \* AFN\_PO31 + C(5) \* RT\_PO31D + C(6) \* CVACEB + C(7) \* IDEI\_VTAS + C(8) \* IDEE\_VTAS + C(23) \* RA3113 + C(27) \* RA3119 + C(28) \* RA3121 + C(39) \* RA3512 + C(40) \* RA3521 + C(42) \* RA3540 + C(47) \* RA3691 + C(49) \* RA3720 + C(59) \* RA3841 + C(71) \* PAV1

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-0.055266	0.019001	-2.908559	0.0038
C(2)	-0.208428	0.104121	-2.001782	0.0457
C(3)	0.067600	0.092589	0.730108	0.4656
C(4)	0.000419	5.08E-05	8.245938	0.0000
C(5)	0.004428	0.000980	4.519297	0.0000
C(6)	0.031670	0.010023	3.159872	0.0017
C(7)	0.538265	0.271462	1.982841	0.0478
C(8)	-0.041020	0.832264	-0.049288	0.9607
C(23)	0.326962	0.164731	1.984824	0.0476
C(27)	0.092341	0.020225	4.565710	0.0000
C(28)	0.157637	0.052443	3.005861	0.0027
C(39)	-0.164665	0.035387	-4.653257	0.0000
C(40)	-0.294081	0.050832	-5.785348	0.0000
C(42)	-0.086080	0.020379	-4.223976	0.0000
C(47)	-0.095921	0.032615	-2.940984	0.0034
C(49)	0.313726	0.083788	3.744276	0.0002
C(59)	-0.048822	0.017701	-2.758164	0.0060
C(71)	0.102366	0.040973	2.498355	0.0127

R-squared	0.570923	Mean dependent var	0.110038
Adjusted R-squared	0.559787	S.D. dependent var	0.169260
S.E. of regression	0.112301	Akaike info criterion	-4.346755
Sum squared resid	8.260612	Schwarz criterion	-4.226084
Log likelihood	525.7374	F-statistic	51.26666
Durbin-Watson stat	1.030067	Prob(F-statistic)	0.000000

## B. Pruebas de Wald ( $H_0: \text{coeficiente}_i=0 \forall i=2, \dots, K$ ) para el Sistema Extendido

Ecuación de Publicidad, 2SLS

Wald Test:  
System: SISTEMAEXT

Null Hypothesis:  
A(2)=0  
A(3)=0  
A(4)=0  
A(5)=0  
A(6)=0

Chi-square      16.37211      Probability      0.005858

Ecuación de Innovación, 2SLS

Wald Test:  
System: SISTEMAEXT

Null Hypothesis:  
B(2)=0  
B(3)=0  
B(4)=0  
B(5)=0  
B(6)=0  
B(7)=0  
B(8)=0  
B(9)=0  
B(10)=0  
B(43)=0  
B(56)=0  
B(59)=0

Chi-square      261.2669      Probability      0.000000

Ecuación de Concentración, 2SLS

Wald Test:  
System: SISTEMAEXT

Null Hypothesis:  
C(2)=0  
C(3)=0  
C(4)=0  
C(5)=0  
C(6)=0  
C(7)=0  
C(8)=0  
C(23)=0  
C(27)=0  
C(28)=0  
C(39)=0  
C(40)=0  
C(42)=0  
C(47)=0  
C(49)=0  
C(59)=0  
C(71)=0

Chi-square      856.4135      Probability      0.000000

Prueba Omnibus para las tres ecuaciones, 2SLS

Wald Test:  
System: SISTEMAEXT

Null Hypothesis:

- A(2)=0
- A(3)=0
- A(4)=0
- A(5)=0
- A(6)=0
- B(2)=0
- B(3)=0
- B(4)=0
- B(5)=0
- B(6)=0
- B(7)=0
- B(8)=0
- B(9)=0
- B(10)=0
- B(43)=0
- B(56)=0
- B(59)=0
- C(2)=0
- C(3)=0
- C(4)=0
- C(5)=0
- C(6)=0
- C(7)=0
- C(8)=0
- C(23)=0
- C(27)=0
- C(28)=0
- C(39)=0
- C(40)=0
- C(42)=0
- C(47)=0
- C(49)=0
- C(59)=0
- C(71)=0

Chi-square      1134.053      Probability      0.000000

Ecuación de Publicidad, 3SLS

Wald Test:  
System: SISTEMAEXT

Null Hypothesis:  
A(2)=0  
A(3)=0  
A(4)=0  
A(5)=0  
A(6)=0

Chi-square 16.51771 Probability 0.005511

Ecuación de Innovación, 3SLS

Wald Test:  
System: SISTEMAEXT

Null Hypothesis:  
B(2)=0  
B(3)=0  
B(4)=0  
B(5)=0  
B(6)=0  
B(7)=0  
B(8)=0  
B(9)=0  
B(10)=0  
B(43)=0  
B(56)=0  
B(59)=0

Chi-square 266.6064 Probability 0.000000

Ecuación de Concentración, 3SLS

Wald Test:  
System: SISTEMAEXT

Null Hypothesis:  
C(2)=0  
C(3)=0  
C(4)=0  
C(5)=0  
C(6)=0  
C(7)=0  
C(8)=0  
C(23)=0  
C(27)=0  
C(28)=0  
C(39)=0  
C(40)=0  
C(42)=0  
C(47)=0  
C(49)=0  
C(59)=0  
C(71)=0

Chi-square 879.7865 Probability 0.000000

Prueba Omnibus para las tres ecuaciones, 3SLS

Wald Test:  
System: SISTEMAEXT

Null Hypothesis:

- A(2)=0
- A(3)=0
- A(4)=0
- A(5)=0
- A(6)=0
- B(2)=0
- B(3)=0
- B(4)=0
- B(5)=0
- B(6)=0
- B(7)=0
- B(8)=0
- B(9)=0
- B(10)=0
- B(43)=0
- B(56)=0
- B(59)=0
- C(2)=0
- C(3)=0
- C(4)=0
- C(5)=0
- C(6)=0
- C(7)=0
- C(8)=0
- C(23)=0
- C(27)=0
- C(28)=0
- C(39)=0
- C(40)=0
- C(42)=0
- C(47)=0
- C(49)=0
- C(59)=0
- C(71)=0

Chi-square            1191.098                            Probability            0.000000

### Anexo 3. Resultados de Schulenburg y Wagner.

Tabla 27. Ecuación de Publicidad para Alemania

<i>Variables</i>	<i>OLS</i>	<i>OLS</i>	<i>2SLS</i>	<i>3SLS</i>
Constante	+	+ 1	+ b	+ a
Concentración	+	+ b 1	+ b	+ b
Innovación	-	+	+	+
Consumo Privado	-	+ a 2	+ b	+ a
D24 (Impresión y Editoriales)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
D11 (Naves Aéreas)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
$R^2$	0.078	0.958		
Número de casos	29	29	29	29

Niveles de Significación: a=5%, b=1% para los estadísticos *t*.

1=5%, 2=1% para los estadísticos *t* consistentes en heteroscedasticidad

Tabla 28. Ecuación de Innovación para Alemania.

<i>Variables</i>	<i>OLS</i>	<i>OLS</i>	<i>2SLS</i>	<i>3SLS</i>
Constante	+ a	+	+	+ a
Concentración	+	-	-	-
Publicidad	-	- 1	-	-
Capital Humano	-	+	+	-
Influencia Sindical [1]	-	- 1	- a	-
Tamaño de Empresa	+	+	+	-
IDE	+	+	+	-
D10 (Embarcaciones)	No aplica	+ b 2	+ b	- b
$R^2$	0.059	0.657		
Número de casos	29	29	29	29

Niveles de Significación: a=5%, b=1% para los estadísticos *t*.

1=5%, 2=1% para los estadísticos *t* consistentes en heteroscedasticidad

[1] Se usó una proxy, el porcentaje de mujeres en el empleo, con una relación negativa

Tabla 29. Ecuación de Concentración para Alemania.

<i>Variables</i>	<i>OLS</i>	<i>OLS</i>	<i>2SLS</i>	<i>3SLS</i>
Constante	- b 2	- b 2	- b	- b
Innovación	+	+	+	+
Publicidad	+	+ b 2	+ a	+ b
Intensidad de Capital	- a 1	-	-	-
Nivel Salarial	+ b 2	+ 2	+ b	+ b
Aranceles	+ a 1	+	-	+
D24 (Impresión y Editoriales)	No aplica	- b 2	- b	- b
$R^2$	0.675	0.819		
Número de casos	29	29	29	29

Niveles de Significación: a=5%, b=1% para los estadísticos *t*.

1=5%, 2=1% para los estadísticos *t* consistentes en heteroscedasticidad

Tabla 30. Ecuación de Publicidad para Estados Unidos.

<i>Variables</i>	<i>OLS</i>	<i>OLS</i>	<i>2SLS</i>	<i>3SLS</i>
Constante	-	+	+	+
Concentración	+ a 2	+ b 1	+	+ a
Innovación	+ a	+	-	-
Consumo Privado	+ b 2	+ b 2	+ b	+ b
D2085 (Licores)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
D2841 (Jabones y detergentes)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
D2842 (Ceras y saneamiento)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
D2844 (Artículos de tocador)	No aplica	+ b 2	- b	+ b
D3421 (Cuchillera y navajas de rasurar)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
$R^2$	0.194	0.724		
Número de casos	247	247	247	247

Niveles de Significación: a=5%, b=1% para los estadísticos *t*.

1=5%, 2=1% para los estadísticos *t* consistentes en heteroscedasticidad.

Tabla 31. Ecuación de Innovación para Estados Unidos.

<i>Variables</i>	<i>OLS</i>	<i>OLS</i>	<i>2SLS</i>	<i>3SLS</i>
Constante	+ 1	+ a 1	+ a	+ a
Concentración	- a 1	- b 2	- a	- a
Publicidad	+	+ b 2	+ b	+ b
Capital Humano	+ b 2	+ b 1	+ b	- b
Influencia Sindical	- b 1	-	-	-
Tamaño de Empresa	+	-	-	-
IDE	-	-	-	-
D3811 (Instrumentos de Ing. y Cient.)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
D3576 (Escalas y balanzas)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
D2087 (Condimentos, extractos y jarabes)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
D2843 (Agentes activos para superficies)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
D3573 (Computadoras)	No aplica	+ b 2	+ b	+ b
$R^2$	0.247	0.603		
Número de casos	247	247	247	247

Niveles de Significación: a=5%, b=1% para los estadísticos *t*.

1=5%, 2=1% para los estadísticos *t* consistentes en heteroscedasticidad.

Tabla 32. Ecuación de Concentración para Estados Unidos.

<i>Variables</i>	<i>OLS</i>	<i>2SLS</i>	<i>3SLS</i>
Constante	-	-	-
Innovación	+	+	+
Publicidad	+ b 2	+ a	+ a
Intensidad de Capital	+ b 2	+ b	+ b
Nivel Salarial	+ b 2	+ b	+ b
Aranceles	+ b 2	+ b	+ b
$R^2$	0.220		
Número de casos	247	247	247

Niveles de Significación: a=5%, b=1% para los estadísticos *t*.

1=5%, 2=1% para los estadísticos *t* consistentes en heteroscedasticidad.

**Tabla 33. Descripción de las Variables utilizadas en Schulenburg y Wagner (1991).**

<i>Variables</i>	<i>Alemania</i>	<i>Estados Unidos</i>
<b>Innovación</b>	Porcentaje de embarques debido a productos recientemente introducidos en el mercado y todavía en la fase de entrada al mercado	Número de innovaciones por empleado
<b>Concentración</b>	Índice de Herfindahl	Razón de concentración para cuatro empresas CR4
<b>Publicidad</b>	Porcentaje de empleados en actividades de mercadotecnia	Razón publicidad entre ventas
<b>Capital Humano</b>	Porcentaje de empleados con un grado universitario	Porcentaje de trabajadores profesionales y similares
<b>Influencia Sindical</b>	Porcentaje de empleo femenino ( <i>proxy</i> , negativamente correlacionada con la densidad sindical no observada)	Densidad sindical
<b>Tamaño de Empresa</b>	Número de empleados por empresa	Variable dummy para industrias de empresas grandes
<b>IDE</b>	Porcentaje de ingresos gastados en IDE	Científicos en IDE como un porcentaje del empleo total
<b>Intensidad de Capital</b>	Valor del acervo de capital por hora hombre	Acervo de capital por empleado
<b>Nivel Salarial</b>	Salario por hora hombre	Salario por hora hombre
<b>Aranceles</b>	Protección total en Alemania (tasa efectiva de protección más subsidios)	Arancel promedio simple de los Estados Unidos
<b>Consumo Privado</b>	Porcentaje de embarques entregados para consumo privado	Variable dummy para industrias de consumo



## Bibliografía.

Acs, Z.J. y D.B. Audretsch (1987) "Innovation, market structure, and firm size", *The Review of Economics and Statistics*, 71, pp. 567-574.

Acs, Z.J. y D.B. Audretsch (1990) *Innovation and Small Firms*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Acs, Z.J. y D.B. Audretsch (1991, Editores) *Innovation and Technological Change: An International Comparison*, Ann Arbor, The University of Michigan Press.

Aghion, P. y P. Howitt (1998) *Endogenous Growth Theory*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Casar, J.I., C. Márquez, S. Marván, G. Rodríguez y J. Ros (1990) *La Organización Industrial en México*, Siglo Veintiuno Editores, Primera Edición, México.

CIE-México (1993) *Stata-Matrix versión 2.0, Matriz de Insumo-Producto Actualizado al año de 1993*. Consultoría Internacional Especializada México. México.

Cohen W.M. (1995) "Empirical Studies of Innovative Activity" en Stoneman P. (editor) *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, pp. 182-264.

Cohen, W.M. y S. Klepper (1996) "Firm size and the nature of innovation within industries: the case of process and product R&D". *Review of Economics and Statistics*, 78, pp. 232-243.

Cohen W.M. y R.C. Levin (1989) "Empirical Studies of Innovation and Market Structure" en Schmalensee R. y R.D. Willing (editores) *Handbook of Industrial Organization*, Volume II, Elsevier Science Publisher B.V., pp. 1059-1107.

Cohen W.M., R.C. Levin y D.C. Mowery (1987) "Firm Size and R&D intensity: A re-examination", *Journal of Industrial Economics*, 35, pp. 543-563.

Comanor, W. S. (1967) "Market Structure, Product Differentiation, and Industrial Research", *Quarterly Journal of Economics*, 81, pp. 639-657.

Conacyt (1997) *Base de datos de la Encuesta Nacional de Innovación*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.

Conacyt (1998a) *Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1997 México*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, México.

Conacyt (1998b) *Informe de la Encuesta Nacional sobre Innovación en el Sector Manufacturero 1997*, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, mimeo.

Dasgupta, P. y J. Stiglitz (1980) "Industrial Structure and the Nature of Innovative Activity", *Economic Journal*, 90, pp. 266-293.

de Kerouguen, Y. (1998), "Un certain idée de l'innovation" en La Recherche, *Un Modèle? Science et Technologie au Québec*, Suplemento del No. 309, Mayo, Paris.

DOC (1999), *Country Report: México*. Trade Compliance Center en la página de Internet del Departamento de Comercio de los Estados Unidos de América.

Dodgson, M. y R. Rothwell (1994, Editores) *The Handbook of Industrial Innovation*, Edward Elgar, Cheltenham, UK, Brookfield, US.

Evangelista, R., T. Sandven, G. Sirilli y K. Smith (1997) "Measuring the Cost of Innovation in European Industry", *Conference on New S&T Indicators for the Knowledge-Based Economy*, Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Farber, S. (1981). "Buyer Market Structure and R&D Effort: a Simultaneous Equations Model", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. LXIII, Agosto, No. 3, pp. 336-345

Freeman, C. (1982) *The Economics of Industrial Innovation*, Segunda Edición, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Freeman C. (1994) "The economics of technical change", *Cambridge Journal of Economics*, 18, pp. 463-514.

Hula, D.G. (1988), "Advertising, new product profit expectations, and the firm's R&D investment decisions", *Applied Economics*, 20, pp. 125-142.

INEGI (1992) *XIII Censo Industrial, Industrias Manufacturera, Censos Económicos 1989*, Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Aguascalientes, México.

INEGI (1994) *Censos Económicos 1994, Base de datos*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Aguascalientes, México.

INEGI-STPS (1997) *Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Tecnología y Capacitación en el Sector Manufacturero, 1995*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática y Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Aguascalientes, México.

INEGI (s.f.) *Sistema Automatizado de Información Censal*. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, Aguascalientes, México.

Klevorick, A.K., R.C. Levin, R.R. Nelson y S.G. Winter (1993) "On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities", Yale University, *mimeo*.

Levin, R.C., A.K. Klevorick, R.R. Nelson, S.G. Winter (1987) "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development", *Brooking Papers on Economic Activity*, 3, pp. 783-831.

Levin, R.C. y P.C. Reiss (1984), "Test of a Schumpeterian Model of R&D and Market Structure" en Griliches Z. (editor) *R&D, Patents, and Productivity*, NBER, The University of Chicago Press, pp. 175-208.

Levin, R.C. y P.C. Reiss (1988), "Cost-Reducing and Demand-Creating R&D with Spillovers", *Rand Journal of Economics*, 19, pp. 538-556.

Lunn, J. (1986), "An Empirical Analysis of Process and Product Patenting: a Simultaneous Equation Framework", *The Journal of Industrial Economics*, Vol. XXXIV, Marzo, pp.319-330

OECD (1992) *Technology and The Economy, The Key Relationships*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (1993) *Manual de Frascati, Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (1996a) *The Knowledge-Based Economy*, OCDE/GD(96)102, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (1996b) *Technology and Industrial Performance: Technology Diffusion, Productivity, Employment and Skills, and International Competitiveness*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (1997a) *Industrial Performance and Competitiveness in an Era of Globalisation and Technological Change*, DSTI/IND(97)23/FINAL, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (1997b) *National Innovation Systems*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD/Eurostat (1997) *Oslo Manual, Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*, Organisation for Economic Co-operation and Development y Eurostat, Paris.

Papaconstantinou, G., N. Sakurai y A. Wyckoff (1996), "Embodied Technology Diffusion: An Empirical Analysis for 10 OECD Countries", *STI Working Papers*, No. 1996/1, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Patel, P. y K. Pavitt (1995), "Patterns of Technological Activity: their Measurement and Interpretation" en Stoneman, P. (Ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford.

Pavitt, K. (1984) "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, 13, pp. 343-373.

Rothwell, R. (1994) "Industrial Innovation: Success, Strategy, Trends" en Dodgson, M. y R. Rothwell (1994, Editores) *The Handbook of Industrial Innovation*, Edward Elgar, Cheltenham, UK, Brookfield, US.

Sakurai, N., E. Ioannidis y G. Papaconstantinou (1996) "The Impact of R&D and Technology Diffusion on Productivity Growth: Evidence for 10 OECD Countries in the 1970s and 1980s", *STI Working Papers*, 1996/2, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Shigehara, K. (1997) *Globalisation, Technology and Jobs. A speech at the Japan Society, London*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

Scherer, F.M. (1965) "Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions", *American Economic Review*, 55(5-1), pp. 1097-1125.

Scherer, F.M. (1982) "Demand-Pull and Technological Innovation: Schmoockler revisited", *The Journal of Industrial Economics*, 30(3), pp. 225-237.

Schmalensee, R. (1986) "Advertising and market structure" en Stiglitz, J.E. y G.F. Mathewson (1986, Editores), *New Developments in the Analysis of Market Structure*, The MacMillan Press Ltd., Londres.

Schulenburg, J.-M. Graf von der y J. Wagner (1991) "Advertising, innovation and market structure: A comparison of the United States of America and the Federal Republic of Germany" en Acs, Zoltan J. y David B. Audretsch (editores) *Innovation and Technological Change: An International Comparison*, Ann Arbor, The University of Michigan Press.

Simonetti R., D. Archibugi y R. Evangelista (1996) "The Determinants of Product and Process Innovations", *Open Discussion Papers in Economics, mimeo*.

Solow, R.M. (1957) "Technical change and the aggregate production functions", *Review of Economics and Statistics*, 39(3), pp. 312-320.

Stiglitz, J.E. (1986) "Theory of competition, incentives and risk" en Stiglitz, J.E. and Mathewson, G.F. (1986, Editores) *New Developments in the Analysis of Market Structure*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, pp 399-446

Stoneman, P. (1983) *The Economic Analysis of Technological Change*, Oxford University Press, New York.

Stoneman, P. (1995, Editor), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford.

Strickland, A.D. y L.W. Weiss (1976) "Advertising, Concentration, and Price-Cost Margins". *Journal of Political Economy*, 84.5, pp. 1109-1121.

Symeonidis G. (1996) "Innovation, Firm Size and Market Structure: Schumpeterian Hypotheses and some New Themes" en *Economics Department Working Papers OECD*, No. 161, Paris.