



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ECONOMÍA

La Importancia de la Investigación y
Desarrollo; Un Estudio para la Industria
Farmacéutica en México (1980-2012)

Tesis que para obtener el título de Licenciado
en Economía

Presenta:
Bruno Ascencio Bautista

Director de Tesis: Dr. Miguel Ángel Rivera Ríos

Ciudad Universitaria, D.F. Año 2015



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis padres,

A quienes debo la vida, responsables de todo aquello que es bueno en mí, forjadores de carácter y maestros eternos en mi vida.

A mi hermano,

El incondicional más grande que he tenido en esta vida, mi mejor acompañante frente a las vicisitudes del destino y orgullo de la familia.

Al Dr. Rivera,

Ejemplo de lo que es un verdadero maestro, digno representante de la Universidad, modelo de la academia que necesita este país.

A la Universidad,

Fuente de conocimiento, espina dorsal del progreso en México. Somos el desarrollo en carne viva.

“Luchemos por el mundo de la razón.

Un mundo donde la ciencia y el progreso, nos conduzca a todos a la felicidad.”

(C.C., El Gran Dictador)

Índice

INTRODUCCIÓN	4
METODOLOGÍA	10
Marco Teórico.....	10
Objetivos	11
Hipótesis	11
1. CAMBIO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN PAÍSES AVANZADOS.....	12
1.1 Estados Unidos.....	16
1.2 Japón.....	21
1.3 Reino Unido	27
2. DESEMPEÑO DE LA ECONOMÍA MEXICANA EN EL ÁMBITO TECNOLÓGICO Y LA APLICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA A LA PRODUCCIÓN	34
2.1 Tendencias históricas de la economía mexicana	37
3. LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN MÉXICO	51
3.1 Antecedentes.....	51
3.2 La investigación y desarrollo en el país	55
3.3 La I+D en la industria farmacéutica nacional	57
3.4 El Censo de las actividades de I+D y afines	60
4. PROPUESTA DE MODELACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INNOVADOR EN EL SECTOR FARMACÉUTICO	66
4.1 Modelo aplicado a la industria farmacéutica mexicana.....	68
4.1.1 Hechos Estilizados	69
4.1.2 Estimación.....	76
5. CONCLUSIONES	81
BIBLIOGRAFÍA.....	85

INTRODUCCIÓN

Hoy en día las capacidades tecnológicas de cada país se han vuelto de suma importancia para el desarrollo de la industrialización, De acuerdo con Bell y Pavitt (Bell & Pavitt, 1992) estas incorporan los factores necesarios para generar y manejar el cambio técnico, incluyendo habilidades, conocimientos, experiencia, estructura institucional y enlaces. La producción se ve directamente afectada por la tecnología debido a la incorporación de nuevos procesos y nuevas aplicaciones de ésta.

En 1957, Solow al igual que Abramovitz, demostraron que el crecimiento económico de los Estados Unidos no dependía exclusivamente de la adición de insumos, sino del uso eficiente de los mismos. Indicadores como los gastos de investigación y desarrollo, patentes, balanza de pagos tecnológica, importación de maquinaria y equipo han servido como parámetros para evaluar las fuentes alimentadoras del progreso tecnológico de diferentes países.

La industria química pertenece a los sectores centrales de la llamada segunda revolución industrial. En los Estados Unidos y en Alemania, que fueron los primeros países en fomentar la I+D el crecimiento de ésta se vio acelerada por los avances en física y química de la última parte del siglo XIX. Las primeras inversiones en I+D industrial fueron hechas por firmas alemanas que buscaban comercializar innovaciones del campo de la química. Para los Estados Unidos, muchas de las compañías pioneras en la investigación y el desarrollo fueron fundadas en la comercialización de los avances físicos y químicos, por ejemplo la famosa General Electric y Alcoa. Datos del National Research Council enseñan que cerca del 40% de los laboratorios fundados entre 1899 y 1946 se dedicaban a químicos, plásticos y petróleo. (Mowery & Rosenberg, 1999) Una característica importante de los sistemas de investigación y desarrollo es que no sólo se concentraban exclusivamente en la

creación de nuevas tecnologías. También se preocupaban por monitorear desarrollos tecnológicos afuera de la empresa y aconsejaban a los directivos sobre la adquisición de tecnologías desarrolladas fuera. (op. cit.).

La liga entre el sistema de innovaciones industriales y las universidades tiene sus orígenes también a principios del siglo XX y gira en torno a varias industrias, entre ellas la química y la eléctrica. Este es el caso del Massachusetts Institute of Technology (MIT),; en su departamento de ingeniería había un comité consultor que incluía directivos de General Electric, Edison Electric Illuminating Company de Boston, AT&T, Chicago Edison Company y Westinghouse. La liga entre industria y universidades comenzó a generar programas de entrenamiento de científicos e ingenieros guiados específicamente hacia el sector industrial.

La Segunda Guerra Mundial tuvo un impacto importante en el incremento del gasto en investigación y desarrollo. En los Estados Unidos se observó un incremento del gasto en I+D de \$83.2 millones de dólares (dólares de 1930) en 1940 a \$1313.6 millones en 1945. Programas que originalmente se habían creado para el desarrollo masivo de armas de alto poder tales como el Proyecto Manhattan terminaron contribuyendo al aumento de programas científicos a gran escala que pudieran tener resultados de bienestar social. Al finalizar la Segunda Guerra Mundial, gracias a la estructura científica que se había generado, se dio un boom en los Estados Unidos, y en gran parte del mundo en cuanto a avance tecnológico.

Es importante recalcar que para autores como Solow, y sus posteriores seguidores, el progreso técnico es una variable exógena. Hoy en día esta idea ha entrado en debate; en el mainstream se ha cambiado ese supuesto por el de un progreso técnico endógeno, o capital humano. Trabajos recientes que analizan las fuentes de crecimiento económico han

tratado plenamente de endogenizar el papel de la innovación tecnológica. Para Romer la clave está en la investigación científica que conduce directamente a nuevos diseños de procesos y productos. Se requiere complementar con la concepción evolucionista para complementar la ciencia con la tecnología y llegar al instrumento clave que es la investigación (ciencia) y desarrollo (tecnología). Para autores como Nelson-Winter, Dosi, etc. una pieza clave para la generación de progreso técnico es el gasto en investigación y desarrollo, ya sea por parte del Estado o por parte las empresas. Por lo tanto, se vuelve de suma importancia un gasto significativo en I&D para lograr un crecimiento en la industria y su producción. En este sentido, la teoría evolucionista retoma las ideas de Schumpeter, definiéndose algunos de ellos como Neoschumpeterianos. Esta teoría se acerca a posiciones de la llamada nueva teoría endogenista en cuanto al reconocimiento de la prioridad del avance técnico, pero consideran que, al igual que la vieja teoría neoclásica, trata torpemente el tema o no lo analiza como un proceso “evolucionista”. Los evolucionistas están cerca de historiadores económicos e historiadores de tecnología, de los negocios, de las instituciones sociales. . Le otorgan énfasis a las organizaciones en donde se concentra el avance tecnológico y de allí al crecimiento económico, y, también, formulan que las instituciones sociales que moldean el avance técnico, a su vez son modificadas como una parte esencial del proceso de crecimiento económico. Autores como Rosenberg (Rosenberg, Schumpeter and the Endogeneity of Technology. Some American Perspective, 2000) explican que no sólo la tecnología se ha vuelto de suma importancia para el desarrollo capitalista como se entiende de manera obvia, para él, el que haya aumentado la importancia de la ciencia y la tecnología es una consecuencia directa de cambios institucionales y cambios asociados en incentivos económicos. La manera en la que el nuevo conocimiento se ha transformado en nuevos bienes y servicios de valor comercial se ha conectado más a los procesos de toma de

decisiones por parte de los agentes maximizadores que responden a las fuerzas del mercado. Para Rosenberg, el proceso de cambio tecnológico se endogeniza a través de tres fenómenos interrelacionados: los laboratorios de investigación y desarrollo, las profesiones de ingeniería y los mecanismos de obtención de ganancias a través de las innovaciones. El rol de los científicos industriales e ingenieros es el de mejorar el desempeño y la confiabilidad de las tecnologías para la reducción de costos, así como de inventar tecnologías totalmente nuevas. Por esto, el laboratorio de investigación industrial ha tenido el efecto de someter la ciencia al criterio comercial. Esto ha hecho que la ciencia se vuelva cada vez más una actividad endógena, cuya dirección se ve orientada por las fuerzas económicas. Por último, una gran innovación, ya sea de científicos o ingenieros, se centra en la obtención de futuras ganancias por otras innovaciones. Una innovación importante normalmente revela la oportunidad de abrir nuevas opciones de ganancias

La manera en que repercute la investigación y desarrollo sobre la industria es a través del incremento de la productividad. En palabras de Paul Krugman, *la productividad no es todo, pero en el largo plazo es casi todo* (BID, 2010). Elevar la productividad significa encontrar mejores formas de emplear con más eficiencia la mano de obra, el capital físico y el capital humano. La productividad es entonces, lograr más con lo mismo. Hoy en día, países en desarrollo como México se han enfrentado a serios estancamientos de la productividad. Estos estancamientos podemos ligarlos al pobre cambio técnico que han experimentado los sectores industriales, y en particular los manufactureros. Es por eso que se plantea prestar mayor atención al crecimiento de la I&D en estos países, con el fin de dar un impulso a la industria, siendo esta pieza clave de la economía de cualquier país.

Para este trabajo se analizará la industria química, y en particular la rama farmacéutica. El mercado de productos químicos es bastante grande, y está dominado por

compañías transnacionales de gran nivel. Luego del gran crecimiento que tuvo la industria química a principio del siglo XX, el sector de los commodities declinó por la sobrecompetencia; la química especializada ha seguido una ruta dinámica. En el sector más tradicional se vieron procesos de reestructuración, que dado lugar plantas más eficientes, con empresas concentradas en núcleo más definidos en vez de buscar ampliar su mercado simplemente diversificándolo. El sector también se ha caracterizado por numerosas alianzas y acuerdos cooperativos en campos tanto comerciales como tecnológicos. (cita Arvanitis y Villavicencio en Cimoli) Después de la reestructuración de los años 80's el sector en su conjunto se ha orientado más hacia la innovación de procesos que hacia la de productos, diseñando esquemas de producción más flexibles y eficientes.

El rol de las políticas estatales ha sido de suma importancia para este periodo. Para todos los países industrializados, el Estado ha sido sumamente activo implementando instrumentos de intervención, tanto directa como indirecta. Sin embargo, la intervención indirecta ha sido la más importante, por ejemplo el fortalecimiento de la investigación pública y los programas de tecnología, políticas para la formación de capital humano y la mediación de salarios así como intervención activa en asuntos financieros y fiscales (OECD, 1992a). Pero no solamente el Estado se ha encargado de fomentar este sector, las compañías privadas han tenido un rol importante también. Como ya se explicó, las grandes compañías en el sector químico históricamente han sido grandes promotoras del desarrollo tecnológico en cooperación con centros de investigación universitarios, pero ahora también influyen en la expansión de acuerdos cooperativos tecnológicos globales. (Houndshell & Smith, 1988)

En la actualidad, la industria química parece estar moviendo hacia las siguientes líneas: (a) globalización del mercado; (b) una creciente importancia de productos 'limpios'

o productos y procesos amigables con el ambiente; (c) productos más allegados al cliente y sus expectativas. (Arvanitis & Villavicencio, 2000) Por otro lado, la investigación dentro de la industria química está enfocándose hacia los siguientes retos: (a) nuevas técnicas de síntesis para la combinación de moléculas; (b) nuevos catalizadores y sistemas de reactivos que permitan a los productos con ciclos de vida más cortos, procesos más eficientes y amigables con el ambiente; (c) usos alternativos de materias primas; (d) nuevos materiales con mejores desempeños y rutas de producción más cortas, o rutas que permitan nuevas combinaciones de materiales en el proceso; (e) la introducción de bioprocesos en industrias químicas tradicionales.

METODOLOGÍA

Marco Teórico

Para el análisis del cambio tecnológico y la innovación se cuenta con una amplia bibliografía que aborda el tema. Para este trabajo se tratará principalmente con la teoría evolucionista o neoschumpeteriana.

Los evolucionistas tratan de dar una nueva teoría contraria a la corriente ortodoxa, analizan los fenómenos asociados al cambio económico a través del cambio tecnológico. Estos argumentan que sus posturas son mejores a la posición dominante en la economía ya que incorporan las innovaciones y el avance tecnológico con los determinantes del crecimiento a largo plazo. En este sentido, la teoría evolucionista retoma las ideas de Schumpeter, definiéndose así como Neoschumpeterianos. Esta teoría se acerca a posiciones de la llamada nueva teoría endogenista en cuanto al reconocimiento de la prioridad del avance técnico, pero consideran que, al igual que la vieja teoría neoclásica, trata torpemente el tema o no lo analiza como un proceso “evolucionista”. Los evolucionistas están cerca de historiadores económicos e historiadores de tecnología, de los negocios, de las instituciones sociales. Parten de la teoría económica, sus campos de investigación son principalmente microeconómicos, en donde han comprobado que el avance técnico es la fuerza motriz clave que está detrás del crecimiento económico, y, también, formulan que las instituciones sociales que moldean el avance técnico, a su vez son modificadas como una parte esencial del proceso de crecimiento económico.

Para este trabajo se planteará la importancia del cambio técnico en la industria a través del crecimiento de la productividad del sector en estudio. Se tomará como fundamento el trabajo realizado por los franceses Bruno Crépon, Emmanuel Duguet y Jaques Mairesse, quienes plantean un modelo que liga la productividad, la innovación y la

investigación a nivel de firmas. Esto comprobará la hipótesis de la importancia del impacto de la investigación y desarrollo sobre la productividad.

Objetivos

General

De manera general, se estudiará la importancia de la investigación y desarrollo como propulsor del cambio tecnológico en las economías modernas, así como la aplicación de ésta a los tres sectores productivos de la economía, agrícola, industrial y servicios.

Particular

Particularmente, se investigarán las actividades de investigación y desarrollo para la industria farmacéutica en México, del periodo que va de 1980 a 2012, para así analizar las características de esta industria y la importancia de la investigación y desarrollo para este sector.

Hipótesis

Hoy en día es de suma importancia la consolidación de una industria fuerte para cualquier país en desarrollo. Para conseguir esto es necesario lograr un incremento significativo en la productividad de este sector, lo cual podrá ser logrado a través del progreso técnico, el cual, en última instancia, es producto de la investigación y desarrollo.

En México, la investigación y desarrollo se encuentra en estado embrionario debido a la carente oferta adecuada de trabajadores con alta calificación y en la infraestructura necesaria para estas actividades. La industria química representa un caso especial, ya que desarrolla una I&D con características especiales, sin embargo es afectada principalmente por las transnacionales.

1. CAMBIO TECNOLÓGICO, INNOVACIÓN E INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EN PAÍSES AVANZADOS

No hay fantasía más agradable que la referente a que el cambio técnico es producto del ingenio sin igual de hombres insignificantes, a quienes la competencia ha obligado a emplear su capacidad intelectual para superar a sus semejantes. Desgraciadamente, esto es sólo una ficción. Desde hace mucho tiempo, el desarrollo técnico se ha convertido en coto reservado para el hombre de ciencia y para el ingeniero. La mayor parte de los inventos sencillos y baratos han sido realizados, para decirlo lisa y llanamente... por una Providencia benigna... que ha hecho de la industria moderna de algunas empresas grandes un instrumento casi perfecto para propiciar el cambio técnico.

(John Kenneth Galbraith, American Capitalism. P. 91)

Se debe de entender, que ya desde hace décadas, las grandes empresas del mundo son las que predominan en el campo de la investigación y desarrollo. Esto se debe a varias razones que pueden incluir algunas obvias como el tamaño de las empresas, aquellas de gran tamaño tienen más probabilidad que las pequeñas de contar siquiera con un programa de I+D debido a sus capacidades presupuestarias y su búsqueda de expansión de mercado, y otras como el apoyo por parte de los gobiernos de países desarrollados hacia los programas de investigación de estas empresas. (Nelson, Peck, & Kalachek, 1967) encuentran tres grandes factores que condicionan la distribución de los gastos en I+D según el tamaño de la empresa. Primero, en la mayor parte de los países avanzados parece haber un punto de partida por lo que respecta al tamaño mínimo de un programa eficiente; si las empresas no son lo bastante grandes para sostener un programa de tamaño mínimo eficiente, entonces sus esfuerzos pueden ser ad hoc, informales o en el último caso, inexistentes. Segundo, las grandes compañías entienden mejor el lucro de tener un gasto considerable en I+D, a

diferencia de las pequeñas. Esto podríamos considerarlo como un reflejo del papel que tiene la magnitud del mercado en la productividad de ganancias. Dado que las grandes empresas tienen ya un gran mercado, las ventajas absolutas de una disminución dada en el porcentaje del costo o en un determinado aumento en lo atractivo del producto, son mayores para las empresas grandes. Tercero, en algunas industrias, como la aeronáutica, los proyectos en gran escala constituyen fuentes importantes de progreso técnico o hay otras economías significativas de escala en la I+D. En estas industrias, la empresa debe de tener grandes programas de I+D y un tamaño suficiente para sostenerlo, o no logrará sobrevivir.

Cuadro 1. Gasto en I+D como % del PIB en Países Avanzados											
País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Estados Unidos	.70862	.71880	.61625	.61278	.54221	.56800	.60801	.66656	.78518		
China	.90276	.95069	.07003	.13356	.22989	.32476	.38830	.39582	.46986	.70198	
Alemania	.47223	.47405	.50276	.53963	.50339	.50580	.54026	.53169	.68945	.82227	.81856
Reino Unido	.81484	.78989	.78802	.74630	.68402	.72856	.74644	.77813	.78825	.85555	.76231
Dinamarca		.38718	.50820	.57549	.48487	.45645	.47752	.58008	.84990	.06337	.05949

Fuente: Banco Mundial, Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO).

Por lo general los países desarrollados tienen más posibilidades de desarrollo tecnológico que los países en vías de desarrollo. Así, algunos de los países más importantes

de la Unión Europea, Japón, EEUU y los Países Nórdicos poseen un sector tecnológico propio que les permite producir tecnología y adaptarse a los cambios de mercado con facilidad. En estos países desarrollados la mayor parte de los recursos dedicados a la investigación y desarrollo son aplicados a los sectores más dinámicos o industrias de punta (aeroespacial, electrónica, energía nuclear, química y armamentos de todo tipo) que resultan de menor atractivo para los países en desarrollo.

Para comprender la dinámica de la formación de sistemas de investigación y desarrollo en el mundo podemos clasificarlos en dos tipos: 1) países exportadores y productores de tecnología; 2) países exportadores e importadores de tecnología.

El representante más importante para el primer caso son los Estados Unidos. La política tecnológica de los Estados Unidos se caracteriza por tener un sistema científico muy vivo, en donde las diversas instituciones dedicadas a la investigación tienen muchas conexiones entre sí y están interrelacionadas a todos los niveles. En grandes líneas, la estrategia seguida por los Estados Unidos es la de dar énfasis primordial a la innovación original. Esta se encuentra concentrada sobre todo en los productos de los sectores de alta intensidad técnica, lo que le permite competir en los mercados mundiales sobre la base de la novedad, y asegurar a sus empresas un margen de varios años de dominio en el mercado mundial hasta que dichos productos se vuelven obsoletos o se copian por la competencia.

Para el segundo caso, podemos incluir algunos países medianos de Europa y otros orientales como Japón. Todos ellos poseen una elevada calidad en el sistema educativo y una buena cualificación de la mano de obra. Disponen de ingenieros y científicos que les permiten desarrollar y adquirir tecnología con facilidad y exportarla a países con niveles similares de desarrollo. Al estudiar el caso de estos países podemos dividirlos según el uso que hacen de la inversión extranjera como herramienta. Un grupo, que es el caso de los

países europeos, además de su tecnología propia que está concentrada en ciertos sectores, utiliza una alta importación directa de tecnología y de la inversión extranjera. Esta estrategia está fundamentada de una importante base tecnológica que permite la difusión de innovaciones. Las empresas de estos países permiten a las empresas transnacionales las ventajas de los años iniciales de la innovación original, pero después de un periodo entran en competencia al asimilar los procesos innovadores. En suma, estos países se han basado en una estrategia de compensar la menor capacidad de innovación original por la importación de tecnología

El otro caso es el representado principalmente por Japón. El proceso de formación de un sistema de creación de tecnología de estos países se basó en la importación de “know how” en forma selectiva. La entrada de inversión extranjera siempre se vio controlada y era sólo permitida acompañada de capital nacional. . Se crearon instituciones de capacitación, entrenamiento y adaptación especializadas que permitían asimilar la importación tecnológica. El caso de Japón es muy especial, pues no es simplemente una estrategia de copia e imitación; es una estrategia de importación, con plena intervención de una capacidad investigadora nacional. La importación de tecnología en Japón va acompañada de una inversión en investigación casi diez veces mayor que los pagos por tecnología extranjera (Pampillón, 1980). También cabe destacar la extraordinaria capacidad de difusión interna de innovaciones generadas en diferentes regiones del país, lo que puede estar basado en la cooperación de las grandes empresas con las pequeñas por medio de una extensa red de subcontratación. Este sistema de cooperación correctamente integrado facilitó el aumento de la productividad de la pequeña industria y la aproximó a los niveles técnicos de la gran industria.

A continuación se desarrollará un análisis más profundo para comprender el caso particular de algunos países avanzados.

1.1 Estados Unidos

Cuadro 2. Indicadores Selectos EEUU					
Año	PIB*	Crecimiento PIB	I+D % del PIB	Productividad Laboral **	Crecimiento Productividad
1980	5142.22			63.111	
1981	5272.90	3%		64.613	2%
1982	5168.48	-2%		64.337	0%
1983	5401.89	5%		66.131	3%
1984	5790.54	7%		67.525	2%
1985	6028.65	4%		68.814	2%
1986	6235.27	3%		70.406	2%
1987	6432.74	3%		70.921	1%
1988	6696.49	4%		71.76	1%
1989	6935.22	4%		72.4	1%
1990	7063.94	2%		73.665	2%
1991	7045.49	0%		74.662	1%
1992	7285.37	3%		77.257	3%
1993	7494.65	3%		77.546	0%
1994	7803.02	4%		78.209	1%
1995	8001.92	3%		78.408	0%
1996	8304.88	4%	2.55	80.381	3%
1997	8679.07	5%	2.58	81.585	1%
1998	9061.07	4%	2.60	83.407	2%
1999	9502.25	5%	2.64	85.914	3%
2000	9898.80	4%	2.71	88.285	3%
2001	10007.03	1%	2.72	90.216	2%
2002	10189.96	2%	2.62	92.791	3%
2003	10450.07	3%	2.61	95.58	3%
2004	10813.71	3%	2.55	98.066	3%
2005	11146.30	3%	2.59	100	2%
2006	11442.69	3%	2.65	100.804	1%
2007	11660.93	2%	2.72	101.809	1%
2008	11619.05	0%	2.86	102.59	1%
2009	11209.19	-4%	2.91	105.53	3%
2010	11547.91	3%	2.83	108.452	3%

*PIB constante (miles de millones de 2000 USD).

**Productividad laboral medida como PIB por trabajador.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y OCDE.

El sistema de investigación y desarrollo de los EEUU tiene como fundadores y sectores clave a la industria, las universidades y el gobierno federal. Sin embargo el rol de estos ha cambiado considerablemente durante los últimos 70 años. Otra característica importante del sistema de I+D en los EEUU es la importancia de nuevas empresas en la comercialización de nuevas tecnologías dentro la economía nacional; algunas de ellas nacen pequeñas y suelen denominarse “start ups”: han jugado un rol significativo en el desarrollo y difusión de microelectrónicos, hardware y software computacional, biotecnología y robótica en las pasadas décadas. Sin embargo, Mowery y Rosenberg señalan que esto rol tenderá a declinarse, lo cual es un asunto que deberá tratarse con precaución.

Históricamente, dos políticas públicas han contribuido a diferenciar la estructura del sistema nacional de innovaciones en los Estados Unidos de la de otras naciones. Los estatutos antimonopolios han tenido efectos complejos en la estructura y el desempeño del sistema (Mowery y Rosenberg, op. cit.). Otra política relacionada se refiere a la importancia del rol de la investigación y desarrollo militar dentro del sistema. Sin embargo, a pesar de las grandes sumas de inversión en I+D efectuadas por el gobierno federal, este no ha basado esta inversión en alguna estrategia económica.

El sistema de I+D norteamericano comenzó su despliegue después de la Segunda Guerra Mundial. El éxito y la estructura organizacional del programa masivo de I+D durante la guerra dejó importantes legados. La conclusión exitosa del Proyecto Manhattan creó un complejo de investigación y producción que eventualmente marcaría la era de la gran ciencia (“big science”).

Los servicios militares han dominado el presupuesto federal de I+D durante los últimos 30 años. Para la década de los 1990's era alrededor del 65% del gasto federal (Presupuesto del Gobierno de los EE.UU.). Durante los años 1980's, cerca del 80% del presupuesto federal de I+D se destinó a dos sectores industriales –aeronáutica y misiles (más del 50%) y maquinaria eléctrica (más del 25%) (Nelson R. R., 1993).

La Segunda Guerra Mundial trajo consigo también importantes cambios para el sistema de investigación dentro de las universidades. El incremento del apoyo federal a la investigación dentro de las universidades ha transformado algunas de las universidades estadounidenses más importantes en centros de desarrollo científico industrial.

A pesar de la importancia federal, como ya se mencionó, la industria privada ha mantenido el dominio de la investigación, para 1985 era ya el 73% de la investigación total en los EE.UU (United States Census Bureau). Es importante recalcar el rol de las pequeñas empresas estadounidenses en el sistema de innovaciones de posguerra. Estas se han encargado del diseño inicial de las nuevas tecnologías, particularmente aquellas derivadas de los semiconductores, computadoras y biotecnología. Muchas de esas pioneras crecieron, y su supervivencia de nuevas y vigorosas empresas ha dependido del sofisticado sistema privado de financiamiento. El mercado de capitales ha jugado un rol de suma importancia para el proceso de nacimiento de nuevas compañías. Otro factor importante que ha impulsado a las nuevas empresas y las llamadas “start ups” es la ya mencionada política antimonopolios.

A pesar del dominio indudable de lo Estados Unidos en los niveles de I+D durante la posguerra, el mismo proceso ha llevado a una convergencia donde muchas compañías extranjeras han alcanzado y hasta superado los niveles de inversión en I+D de aquellas compañías estadounidense. Sin embargo, a nivel agregado el dominio continúa siendo de

los Estados Unidos, esto se nota en la cantidad de exportaciones de alta tecnología que mantienen. (Véase Cuadro 3)

Cuadro 3. Exportaciones de Alta Tecnología (miles de dólares corrientes)

País	Estados Unidos	China	Alemania	Reino Unido	Dinamarca
2000	197,466,008.80	6,752,348.45	85,541,568.00	70,496,879.56	-
2001	176,163,628.70	6,904,684.05	90,556,490.00	71,245,454.52	0.002
2002	162,082,323.90	8,313,257.01	93,577,559.00	69,891,701.90	0.003
2003	160,291,329.00	8,648,725.47	106,203,323.00	62,599,425.52	0.003
2004	176,281,664.60	9,971,737.47	135,678,154.00	65,342,926.12	0.002
2005	190,737,242.70	12,117,592.58	146,388,837.00	83,696,915.29	0.002
2006	219,026,015.60	11,445,904.04	163,169,386.00	116,295,606.90	0.002
2007	218,115,501.90	11,050,919.56	153,418,544.00	61,149,405.12	0.003
2008	220,884,471.20	11,444,550.23	159,811,532.00	59,426,807.55	0.003
2009	132,406,674.90	10,629,521.29	139,960,752.00	55,135,187.34	0.003
2010	145,497,804.50	8,224,069.11	158,507,039.70	59,785,472.49	0.003
2011	145,273,374.40	9,464,406.68	183,371,439.10	68,936,550.55	-

Fuente: Banco Mundial, World Development Indicators.

Durante los últimos años se ha observado una tendencia a que las corporaciones de Estados Unidos se expandan buscando encontrar fuentes externas de fuerza laboral, procesos de manufactura e incluso investigación y desarrollo. Estos esfuerzos han resultado en una considerable expansión de colaboración que involucra compañías estadounidenses y extranjeras así como universidades estadounidenses. Las empresas estadounidenses han expandido sus colaboraciones tanto nacional como internacionalmente, esto como respuesta a los crecientes costos y riesgos de desarrollo de productos, ciclos más acelerados de los productos en algunas industrias y una mayor presión de la competencia de empresas extranjeras (Ernst, 2010). En muchos casos estas expansiones han significado la absorción

de pequeñas empresas por parte de las grandes. Esto ha cambiado el papel de las “start ups” y ha hecho incierto su futuro.

Podemos concluir remarcando que las características mencionadas son especificidades del sistema estadounidense de innovación, casos que pudieran contrastar por completo con otros países avanzados. El sistema militar prominente fue un importante impulsor de la investigación en los Estados Unidos, pero si vemos por ejemplo el caso de Japón, podemos observar un aparato militar ínfimamente menor que el estadounidense, sin embargo el sistema de innovaciones ha crecido tanto como el norteamericano, aunque de una naturaleza no tan disruptiva. Las políticas antimonopolios, que han jugado un papel central en los EE.UU. pueden variar también de país a país. Continuaremos con el caso japonés para ilustrar las diferencias.

1.2 Japón

Cuadro 4. Indicadores Selectos Japón					
Año	PIB*	Crecimiento PIB	I+D % del PIB	Productividad Laboral**	Crecimiento Productividad
1980	2688.52			49.56	
1981	2800.82	4%		51.6	4%
1982	2895.39	3%		52.96	3%
1983	2984.01	3%		54	2%
1984	3117.21	4%		55.87	3%
1985	3314.64	6%		59.51	7%
1986	3408.48	3%		60.77	2%
1987	3548.48	4%		63.05	4%
1988	3802.08	7%		66.91	6%
1989	4006.26	5%		70.21	5%
1990	4229.5	6%		74.31	6%
1991	4370.1	3%		76.49	3%
1992	4405.9	1%		77.54	1%
1993	4413.43	0%		79.82	3%
1994	4451.55	1%		80.71	1%
1995	4538.01	2%		82.63	2%
1996	4656.46	3%	2.76501	84.36	2%
1997	4730.76	2%	2.82761	86.35	2%
1998	4635.99	-2%	2.9602	86.7	0%
1999	4626.75	0%	2.97734	89.28	3%
2000	4731.2	2%	3.00169	91.31	2%
2001	4748.02	0%	3.07448	92.95	2%
2002	4761.76	0%	3.11562	94.9	2%
2003	4842.01	2%	3.14388	96.39	2%
2004	4956.31	2%	3.1332	98.77	2%
2005	5020.88	1%	3.3087	100	1%
2006	5105.88	2%	3.4091	100.69	1%
2007	5217.81	2%	3.46142	102.4	2%
2008	5163.46	-1%	3.46706	102.63	0%
2009	4878.07	-6%	3.35734	101.74	-1%
2010	5094.42	4%	3.25806	105.75	4%

*PIB constante (miles de millones de 2000 USD).

**Productividad laboral medida como PIB por trabajador.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y OCDE.

Los orígenes del sistema de investigación y desarrollo de Japón podemos rastrearlos a los años de la llamada Restauración Meiji en 1868, momento en que Japón decide abrirse al mercado mundial, y debido al atraso que presentaba frente al resto del mundo, tuvo que poner en práctica una serie de políticas que permitieron en un inicio la asimilación de tecnologías externas y después la creación de innovaciones propias. Sin embargo, no podemos atribuir el éxito de Japón únicamente a las ventajas de los países tardíos o a las políticas gubernamentales. Éstas, por sí solas, no logran un desempeño económico exitoso, es necesaria la participación del sector privado; se trata entonces de una alianza estratégica entre el estado y la empresa privada que Chalmers Johnson llamó estado desarrollista.

El impacto de la Segunda Guerra Mundial en la economía japonesa fue devastador. El índice de producción de la industria manufacturera en 194 cayó un 26% en comparación al punto más alto antes de la guerra, la oferta de alimentos cayó un 51%. (Rosenberg, Schumpeter and the Endogeneity of Technology. Some American Perspective, 2000) Japón fue despojado por completo del aparato militar que había creado desde ya años antes. Sin embargo, esto fue de alguna manera positivo para el país, ya que la mayor parte de los recursos militares fueron transferidos al sector civil de la producción.

Gracias a varias medidas económicas drásticas y al estallido de la guerra en Corea, la producción manufacturera logró regresar a los niveles observados antes de la Segunda Guerra Mundial en tan sólo 5 años. Desde mediados de los 50's y hasta 1973, la economía creció a una tasa anual del 10% aproximadamente. Muchos estudios han demostrado que

esto fue resultado de una alta tasa de acumulación de capital combinada con el progreso técnico. (Rosenberg, *Exploring the Black Box: Technology, Economics and History*, 1994)

Similar a la práctica en la era Meiji, el plan de desarrollo japonés siguió una doble vía: fomentó la importación de tecnologías avanzadas pero al mismo tiempo promovió una base tecnológica nacional importante, convirtiendo la imitación en innovación de un carácter cada vez más autónomo. El gobierno apoyo fuertemente a aquellas empresas nacionales que consideró tenían las capacidades suficientes para adaptar y mejorar la tecnología importada, pero sin cerrar el paso a empresas independientes. Junto con esto, Japón puso fuertes barreras a la entrada de importaciones e inversión directa, permitiendo únicamente a las empresas extranjeras explora su superioridad tecnológica a través de la venta de esta tecnología y no del establecimiento de plantas propias en Japón. El problema vino después, durante los 60's y 70's, cuando se dio la liberalización de comercio y capital (Nelson R. R., 1993). El gobierno japonés perdió control sobre gran parte del sistema industrial y las tecnologías. No obstante, gran parte de las empresas más importantes del sector automotriz, de equipos eléctricos y de industrial acereras permanecieron en manos de dueños japoneses. Incluso después de la liberalización de los años 70's la inversión Es importante poner énfasis en que las políticas gubernamentales fueron posibles sólo porque existían varias empresas ansiosas de importar tecnologías con las capacidades básicas y las expectativas de obtener grandes retornos. La importación de tecnologías tenía el efecto a largo plazo de aumentar las posibilidades de crecimiento económico (las cuales se habían visto limitadas hasta cierto punto debido a la dificultad de mantener ahorros de divisas gracias al proceso de sustitución de importaciones que terminó por afectar también a las exportaciones) y hacer sostenible el rápido crecimiento económico. Finalmente, es necesario entender que las transferencias tecnológicas no hubieran sido posibles sin el

amplio desarrollo y gasto de la investigación y desarrollo durante los años anteriores a la Segunda Guerra Mundial.

Conforme Japón se fue convirtiendo en un competidor cada vez más importante en el mercado internacional, las condiciones para las importaciones tecnológicas se volvieron menos favorables. Debido a esto, a partir de la década de los 1960's se presentó la necesidad de incrementar los esfuerzos nacionales para la creación de tecnologías propias, se volvieron de mayor importancia los fomentos para la investigación y desarrollo nacional. La competencia entre las empresas japonesas aumento así como con las empresas americanas y europeas, tanto en el mercado nacional como en el internacional, esto hizo que surgiera una urgencia por incrementar las capacidades tecnológicas. En muchos casos los gastos en I+D se llegó a triplicar para las empresas japonesas en la segunda mitad de los años 60's.

La crisis petrolera de 1973 prolongó la era de alto crecimiento en Japón, aunque a ritmos menores a los de la década anterior. Se generaron dos resultados drásticos principalmente. Primero, el desarrollo de procesos productivos ahorradores de energía como uno de los principales objetivos de la investigación y desarrollo de muchos negocios. Segundo, la totalidad de la estructura industrial se convirtió en una ahorradora de energía, intensiva en tecnología y de alto valor agregado. Para los primeros años de la década de los 1970 Japón era el primero o segundo productor de máquinas herramientas, semiconductores, electrónicos de consumo y automóviles más grande de aluminio en el mundo. Ya para los años 1980 las industrias de alta tecnología habían comenzado una etapa de crecimiento acelerado.

Una particularidad del sistema de investigación y desarrollo japonés es que el gasto gubernamental en I+D es menor que en otros países (Nelson R. R., 1993). Una explicación

para esto es el tamaño inferior de gasto relacionado con la defensa. Sin embargo, excluyendo este gasto, los fondos gubernamentales siguen siendo pequeños. Para 1991 el gasto gubernamental en I+D industrial era de apenas 1.2%. Esto en comparación con otros países, que va del 11 al 34%. Otra característica notable es la mayor participación de investigadores ingenieros que científicos. Para 1989, 42% eran ingenieros y sólo 16% eran científicos. (Nelson R. R., 1993)

Un reflejo del crecimiento de innovación en Japón es el aumento significativo del número de aplicaciones de patentes en el país. El número de estas paso a más del doble de 1970 a 1987 (131,000 a 341,000) (Nelson R. R., 1993). Este indicador se contrapone con la tendencia europea donde en lugar de aumentar disminuyeron, y para el caso de los Estados Unidos sólo aumentaron gradualmente hasta principios de los años 80's.

Para el estudio del caso de Japón es importante poner énfasis en el análisis de las relaciones dentro de las empresas. Al estudiarlas podemos encontrar una serie de particularidades que nos ayudarán a comprender más el sistema de innovación del país. El mercado de acciones en Japón no tiene la misma incidencia sobre las empresas que tuviera por ejemplo en los Estados Unidos o en el Reino Unido (Dore, 1973). Los tenedores de acciones no tienen por lo tanto la fuerza suficiente para ejercer un control mayoritario sobre la empresa, en cambio los lazos accionarios crean compromisos de cooperación al interior de grandes complejos llamados keiretsu (Dore, 1973). Por lo que se refiere a la gestión, los directores y managers de las empresas son quienes en verdad tienen el control de las decisiones. Lo más importante es que los directores y managers son típicamente promovidos desde las bases de la empresa, siendo empleados familiarizados con la empresa. Por lo tanto simpatizan de mejor forma con los empleados de la empresa, ya que han compartido por décadas el área de trabajo. Los directores tienden a perseguir el

crecimiento a largo plazo y no el aumento per se del valor accionario. Podemos observar entonces una relación más estable entre empleado y empleador que en la mayoría del resto de los países. El compromiso, tanto del empleador como del empleado, con respecto al crecimiento de la empresa es aún mayor y su principal objetivo es el mantenimiento a largo plazo de la empresa y la promesa de ascender dentro de la empresa.

Otra característica importante que distingue a los directores japoneses de los estadounidenses o los británicos es su trasfondo. Una gran proporción de los directores japoneses proviene principalmente del departamento de producción y tecnología, seguidos del área de marketing y exportaciones, entre estos departamentos se encuentra entre un 50-70% de los directores, proporción mucho mayor que aquellos que vienen del departamento de finanzas y contabilidad (Nelson R. R., 1993). Esta falta de relevancia del área financiera contrasta de manera importante con los EEUU y el Reino Unido donde la experiencia financiera ha sido la más útil para conseguir puestos de dirección.

Otro rasgo importante dentro de la empresa es el cuidadoso sistema de rotación. Es común entre las empresas proveer a sus empleados meses de entrenamiento para familiarizarlos con las diversas actividades de la empresa. La rotación de los empleados entre diversos departamentos les otorga una visión más amplia de la empresa y una flexibilidad para cambiar de entorno laboral. Más aún, a largo plazo, este sistema genera que los empleados desarrollen lazos personales entre departamentos. Ello es parte del llamado sistema Kanban. (Dynarax Systems)

1.3 Reino Unido

Cuadro 5. Indicadores Selectos RU					
Año	PIB	Crecimiento PIB	I+D % del PIB	Productividad	Crecimiento Productividad
1980	844.98			53.33	
1981	834.70	-1%		55.84	5%
1982	853.09	2%		57.64	3%
1983	884.58	4%		60.66	5%
1984	908.38	3%		60.41	0%
1985	941.30	4%		60.64	0%
1986	979.09	4%		62.58	3%
1987	1023.76	5%		64.56	3%
1988	1075.27	5%		64.18	-1%
1989	1099.80	2%		64.41	0%
1990	1108.37	1%		65.17	1%
1991	1092.94	-1%		66.18	2%
1992	1094.54	0%		70.06	6%
1993	1118.87	2%		73.44	5%
1994	1166.76	4%		76.03	4%
1995	1202.37	3%		77.66	2%
1996	1237.06	3%	1.83	79.52	2%
1997	1313.85	6%	1.75	82.61	4%
1998	1364.29	4%	1.75	83.94	2%
1999	1414.16	4%	1.82	85.63	2%
2000	1477.20	4%	1.82	89.02	4%
2001	1523.74	3%	1.79	90.24	1%
2002	1564.24	3%	1.80	92.57	3%
2003	1619.37	4%	1.75	96.01	4%
2004	1667.23	3%	1.69	98.89	3%
2005	1702.00	2%	1.72	100.00	1%
2006	1746.37	3%	1.74	102.21	2%
2007	1806.91	3%	1.77	104.83	3%
2008	1786.98	-1%	1.78	104.60	0%
2009	1708.83	-4%	1.84	101.22	-3%
2010	1744.58	2%	1.80	102.48	1%

*PIB constante (miles de millones de 2000 USD).

**Productividad laboral medida como PIB por trabajador.

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial y OCDE.

El caso británico es importante de analizar ya que se trata del primer país líder en desarrollo de innovaciones durante la revolución industrial, pero como país pionero, gozó del éxito de la innovación que tiempo después lo llevaría a perder el liderazgo mundial. Los recursos británicos generados se extendieron por todo el mundo mientras el Imperio crecía, y las exportaciones británicas de textiles dominaron el mercado mundial; sin embargo en las nuevas industrias, acero, química, eléctrica el poderío quedó en manos de empresas alemanas y de EEUU (Nelson R. R., 1993). En la posguerra la economía británica cerró parcialmente la brecha respecto a EEUU, el líder, pero la crisis mundial de los 1970 la afectó con fuertemente que al conjunto de las economías europeas.

De acuerdo a los datos observados en el Cuadro 5 a partir de los 80's estas tendencias se han fortalecido bajos los supuestos thatcherianos acerca de la discreción del estado, la libre empresa, la responsabilidad individual y las privatizaciones. Sin embargo, en algunos aspectos la economía británica tuvo un mejor desempeño que otros países de la OCDE. A pesar de los problemas macroeconómicos con los cuales inició y terminó la década, la productividad aumentó fuertemente durante gran parte del periodo, y en algunas áreas, particularmente en servicios, particularmente los financieros, se presentó un alto dinamismo. Hubo, sin embargo, señales de atraso, mientras que en otros países el gasto en investigación y desarrollo aumento, el gasto británico se estancó, pero conservó nichos tecnológicos importantes (Nelson R. R., 1993). El crecimiento de las actividades de alta tecnología que se presentó fue substancialmente el resultado de una expansión en el gasto de defensa y de la inversión estadounidense y japonesa en campos como la electrónica y automotriz. Las empresas británicas siguen estando entre las líderes en químico-farmacéutica.

Podemos decir entonces que la tendencia actual para el caso de Gran Bretaña Reino es el de una sociedad pos industrial con un muy desarrollado sistema financiero y especializada en unas pocas actividades de alta tecnología; Unido es que el sistema de innovación ha dejado de ser una prioridad nacional, sin embargo el dinamismo observado ha sido consecuencia de los servicios y otras actividades, así como de una cultura económica prevaleciente que busca obtener ganancias rápidas en vez de desarrollos a largo plazo debidos a las capacidades industriales.

Al igual que en todo el mundo, la tendencia hacia el desarrollo del sector servicios ha prevalecido en el Reino Unido. Sin embargo, el caso británico ha sido especialmente pronunciado. Ya desde 1985 las manufacturas representaban menos de un cuarto del producto nacional. Al igual que en todo el mundo, la tendencia hacia el desarrollo del sector servicios ha prevalecido en el Reino Unido. Sin embargo, el caso británico ha sido especialmente pronunciado. Ya desde 1985, según el FMI, las manufacturas representaban menos de un cuarto del producto nacional. En cambio comercio y finanzas sobrepasan el 75% del PIB.

A pesar del declive en el sector manufacturero británico y el proceso de desindustrialización que ha sufrido ya desde hace años atrás, podemos encontrar que mantiene importante presencia aún en tres sectores:

1. Químicos y farmacéuticos: con líderes como ICI, Glaxo, Beecham. El sector es además favorecido por las actividades químicas y petroquímicas de las grandes compañías petroleras británicas.

2. Aeroespacial: La fortaleza de esta área proviene del gran compromiso de la posguerra con los suministros de defensa. Es importante también la presencia internacional en los electrónicos de defensa. A pesar de que no producen mucha investigación y

desarrollo a nivel multinacional, las empresas británicas tienen importantes colaboraciones con el resto de Europa.

3. Alimentos, bebidas y tabaco: Para esta área, la presencia multinacional británica ha sido importante, gran parte de la producción de las compañías británicas se localiza fuera del territorio.

Como añadidura a estas tres, cabe mencionar el caso de los vehículos motorizados, por ejemplo vehículos emblemáticos como el Jaguar y los electrónicos.

Como se aprecia en el cuadro, a pesar de que las cifras de I+D muestran un deterioro encontramos la particularidad en el caso británico de un aumento importante en la productividad en los últimos años. De hecho, ha sido el aumento más rápido para países de la OCDE durante las últimas décadas. Al analizar este fenómeno, notamos primeramente que el incremento de la productividad de los años 1980 no se debió al aumento de la inversión. No fue sino hasta finales de esa década que la inversión en manufacturas recuperó los niveles de antes de los 70's. En vez de eso, el aumento de la productividad se ha visto asociado a la reducción del exceso de personal y a la eliminación de la gran cola de plantas ineficientes. Otro causante fue la mejora significativa en la gerencia de los activos productivos restantes. Esto se presentó gracias a la resistencia reducida de la fuerza trabajadora. Los incrementos en la productividad manufacturera sólo se han visto limitadamente acompañados de aumentos en las capacidades de innovación.

William Walker (Nelson R. R., 1993) subraya seis tendencias y patrones presentes en el gasto en investigación y desarrollo británico presentes en las pasadas tres décadas:

Inversión en I+D declinante en comparación con otros países. A pesar de haber sido desde la posguerra uno de los principales inversores en I+D junto a los Estados Unidos, a partir de los años 80's aproximadamente la inversión ha bajado

considerablemente. La OCDE comentó en 1989 que el Reino Unido había sido el único país cuyo crecimiento en el gasto de investigación y desarrollo había sido inferior al crecimiento del PIB.

Gran compromiso con la tecnología para defensa. Al igual que los Estados Unidos, el Reino Unido destaca por un gasto por encima del promedio en fondos para la I+D en defensa. Desde la segunda mitad de los años 80's, el gasto en defensa ocupaba ya más de la mitad del gasto de gobierno y 20% del total del gasto en I+D. A diferencia de los EE.UU., el Ministerio de Defensa Británico gasta poco en investigación básica o aplicada. La mayor parte de los fondos van a proyectos de desarrollo y a actividades que caen fuera de la definición de I+D propuesta por Frascati (por ejemplo, startup de diseño y producción).

El cambio de inversión en I+D privada a pública. Desde los años 80's se ha dado un desplazamiento significativo hacia el financiamiento privado en investigación y desarrollo. Para 1986 el gasto de gobierno había caído ya un 39%. Además del crecimiento del sector privado, el gobierno ha decidido también por sí mismo retirarse de este tipo de actividades bajo la idea de que la industria por sí sola deberá decidir cuales tecnologías llevar al mercado y cargar con todos los riesgos involucrados.

Incremento en la cooperación internacional en I+D. Casi en la totalidad de las áreas la autonomía de las innovaciones británicas se ha visto disminuida. En el área aeroespacial gran parte del desarrollo tecnológico se lleva a cabo en cooperación con los Estados Unidos o con socios europeos. Para el sector electrónico, la mayoría de la I+D que se apoya con fondos públicos es ahora llevada por cooperaciones con programas de la Comunidad Europea. El Reino Unido está cada vez más integrado en el sistema de innovación europeo.

Inversión de multinacionales en I+D. Otra tendencia notada es el incremento del gasto llevado a cabo por compañías extranjeras multinacionales. Entre 1981 y 1986, las multinacionales extranjeras sumaron una proporción mucho mayor de patentes del Reino Unido llevadas a cabo en los Estados Unidos que en otros países europeos. Las actividades de las empresas británicas se han internacionalizado de manera importante.

Cambios sectoriales en el gasto en I+D, el crecimiento de los electrónicos. La proporción del gasto en químicos por parte del Reino Unido fue bastante constante y similar al de otros países avanzados. Sin embargo, el gasto en electrónicos para 1986 era mayor incluso que muchos países avanzados como Japón y EE.UU. Es importante subrayar que desde 1985 el gasto en I+D de los electrónicos suma aproximadamente la mitad del gasto de las multinacionales.

Para comprender las debilidades del sistema de innovaciones británico es necesario poner atención en tres factores explicatorios: las distorsiones causadas por el gasto en defensa, el deterioro de la educación y entrenamiento, y los problemas de coordinación.

El primer factor se refiere a que un gasto fuerte en tecnología de defensa puede ser dañino para el desarrollo debido primeramente a los altos costos de oportunidad, particularmente al caso británico, el cual tiene una base de habilidades limitada, y los llamados “spinoff” hacia el sector civil son muy pocos (Nelson R. R., 1993). Segundo, los mercados de defensa pueden influenciar el estilo de las actividades tecnológicas en grandes firmas. Tercero, los mercados protegidos de defensa alejan a las grandes empresas que funcionan como empleadores primarios de las actividades donde los riesgos son más altos y las presiones de competencia más pronunciadas, donde las ventas no son arregladas por la manipulación del sector público.

En cuanto al segundo factor, la historia del sistema educativo británico ha mostrado una serie de limitaciones. Desde un principio, la industrialización no se basó en la educación en masa, complementada con las universidades de élite como Cambridge o Oxford. Lo anterior afectó adversamente el nivel de gerentes e ingenieros. Desde entonces las deficiencias del sistema de educación británico han sido reconocidas. Analizar esta situación nos enseña la importancia para un sistema de innovación de contar con personal calificado y promover la educación media y superior como sustento del sistema.

El tercer factor, los problemas de coordinación, podemos encontrar gran parte de la explicación en la base de la ideología thatcheriana, donde la única coordinación que debía existir era la que dictara el libre mercado. Esta ideología impidió que el Estado lograra coordinar sectores de suma importancia tales como el bancario y el industrial, así como otras actividades vitales para el sistema de innovación como la integración de comunidades científicas y tecnológicas (importancia de los clusters tecnológicos).

El sistema de innovación británico no puede ser considerado un caso total de éxito, a pesar de que haya indicadores que muestren lo contrario como el incremento de la productividad o la alta cantidad de publicación de trabajos científicos, la misma estructura ha sido deficiente y ha mostrado un estancamiento en otros indicadores debido a eso. Sin embargo el Reino Unido es de gran utilidad para entender los problemas a los que se enfrenta cualquier país, ya sea desarrollado o en desarrollo, en la construcción de un sistema nacional de innovación.

2. DESEMPEÑO DE LA ECONOMÍA MEXICANA EN EL ÁMBITO TECNOLÓGICO Y LA APLICACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA A LA PRODUCCIÓN

En las zonas subdesarrolladas la tecnología suele introducirse a través de las compañías multinacionales. Las grandes empresas de los países desarrollados instalan sus plantas industriales en los países en vías de desarrollo, muy a menudo para el simple montaje o acabado de productos semielaborados de importación; también manufacturan bienes sencillos. Esta forma de industrialización genera o perpetúa una manera de dependencia tecnológica del exterior. Gran parte de la tecnología moderna no es adaptable a las condiciones reinantes en los países en vías de desarrollo, los cuales carecen de capital pero abundan en mano de obra.

La capacidad de una sociedad y de sus empresas para generar y asimilar cambios tecnológicos es un parte fundamental para la prosperidad y el crecimiento. Ya dese 1986 Griliches (Griliches, 1986) formalizó y especificó el contenido empírico de esta idea en modelos que medían el impacto del capital de conocimiento sobre la productividad. Para el caso de países en desarrollo como México, la innovación se ha vuelto una necesidad en el proceso de desarrollo de una industria competitiva, los procesos económicos actuales han aumentado las posibilidades de un país pueda implementar estrategias para que lograr el progreso a través de la adaptación del conocimiento originado en países avanzados. Ya otros trabajos (BID, 2010) han demostrado que una parte importante del estancamiento de la productividad en algunos países en desarrollo pueden atribuirse a un déficit en la innovación/aprendizaje. Esto puede además contrastarse con el rápido crecimiento que registraron economías que hasta hace relativamente poco eran países no desarrollados pero

a partir de cierto momento presentaron un proceso de crecimiento importante con un fuerte efecto multiplicador de inversiones masivas en innovación y tecnología.

Para 2010, el gasto en I+D en México se encontraba por debajo del 0.4%, una cifra muy por debajo del promedio en Europa (1.6%) y el de la OCDE (1.9%). Otra característica importante es que la innovación en México se centra en la adquisición de bienes de capital y equipo, siendo aproximadamente un 50% del gasto en I+D, en tanto que en países de la OCDE varía entre 10 y 30%. (BID, 2010)

Es importante remarcar que el proceso de innovación no se determina únicamente con los niveles de inversión, existen otro grupo de factores que ayudan al proceso tales como la propensión de una empresa a participar en actividades de innovación, así como las relaciones de proximidad geo-espacial con otros agentes, empresariales y no empresariales, la existencia de financiamiento público para innovación, la protección formal de la actividad intelectual así como la cooperación tecnológica con otras empresas (proveedores y clientes) y con laboratorios y universidades.

Modelos econométricos (Crépon, Duguet, & Mairesse, 1998) han demostrado la importancia del capital humano en el proceso de innovación de los países. La relación entre dotación de capital humano y el progreso tecnológico es obvia, las repercusiones sobre el crecimiento han sido también analizadas por investigadores como Hanushek y Woessman (2009), donde se ve un claro impacto de las aptitudes cognitivas en el crecimiento. Otro trabajo importante es de López Boó (2009), quien analizó la relación que existe entre el capital humano, la innovación y la productividad. La autora analizó los efectos por dos vías, la de la invención (innovaciones radicales, o novedades para el mercado mundial, definidas como las que pueden empujar hacia delante la frontera tecnológica), y adaptación innovación de aumento selectivo que acerca a los productos y procesos a una frontera

tecnológica preestablecida en el caso de una empresa o mercado interno en particular). La autora halló que para el caso de países en desarrollo como los de América Latina el impacto sobre la innovación y la productividad deriva principalmente de la disponibilidad de trabajadores calificados que se dedican a adaptar las tecnologías existentes. Para que esto ocurra, los recursos humanos deben estar ubicados dentro de las empresas o en estrecha proximidad a sus operaciones, situación rara vez observado en México.

La bibliografía hace hincapié también en la necesidad de invertir no sólo en educación científica avanzada, sino también en grados técnicos intermedios. Analizando las cifras para México tenemos que para 2009, por cada millón de habitantes, existen 384 investigadores en I+D, mientras que en Alemania existen 3850 y en Corea del Sur 5089. Para el caso de técnicos involucrados en actividades de I+D tenemos que en México existen 239 por cada millón de habitantes, en Alemania cuentan con 1354 y en Corea 987. (Véase Cuadro 6)

Cuadro 6. Número de Técnicos por cada millón de habitantes										
País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Alemania	-	-	-	1091	1065	1146	1199	1299	1329	1355
Corea del Sur	461	461	505	578	592	558	593	727	825	929
México	-	-	-	147	212	242	179	183	222	239
Brasil	339	326	314	363	429	467	487	517	547	602

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (World Development Indicators).

Cuadro 7. Número de Investigadores por cada millón de habitantes										
País	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Alemania	131	209	225	261	274	297	390	525	667	850
Corea del Sur	357	950	057	244	336	822	231	672	947	089
México	22	31	03	23	78	12	36	47	40	84
Brasil	24	41	59	96	45	88	98	13	29	68

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Mundial (World Development Indicators).

Otro de los obstáculos a los que se enfrenta México en el proceso de innovación es la falta de financiamiento y acceso al crédito para la inversión en innovación. Esto es parte del reflejo de los problemas del mercado financiero. Dado que las inversiones en innovación son particularmente riesgosas, el crédito se vuelve escaso y caro. Se presenta un déficit de intermediarios financieros tanto privados como públicos.

2.1 Tendencias históricas de la economía mexicana

La economía mexicana transitó en los últimos 20 años de un modelo de desarrollo conocido como modelo de sustitución de importaciones, el cual se encontraba orientado al mercado interno, a un modelo basado en el mercado exterior fundamentado en el comercio internacional. La actual inserción en el mercado mundial se caracteriza por la participación en cadenas globales de producción. El modelo de sustitución de importaciones fue agotado después de algunos años de inestabilidad, en los 1980, se ha pasado a otro modelo basado en el mercado exterior fundamentado en el comercio internacional. La actual inserción en el mercado mundial se caracteriza por la participación en cadenas globales de producción. En ambos modelos de desarrollo, una de las principales limitantes ha sido la insuficiente inversión en ciencia, tecnología e innovación que permitiera desarrollar capacidades

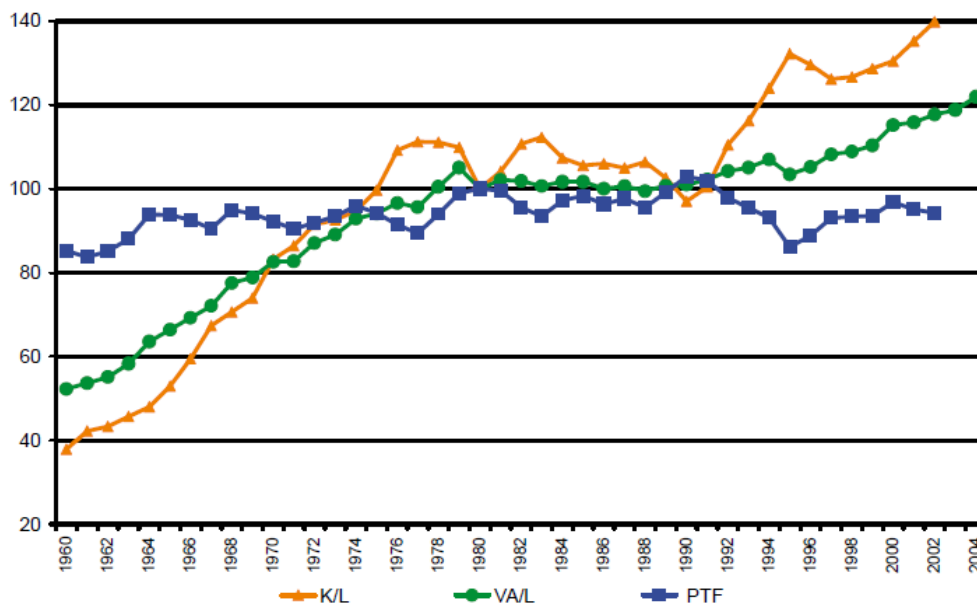
apropiadas a los requerimientos productivos. El modelo de sustitución de importaciones probó sus beneficios durante varios años manteniendo tasas de crecimiento constantes. (Pérez, 2001) Sin embargo, la falta de capacidad científica e innovadora limitó la integración del mercado local de cadenas productivas en actividades estratégicas para el desarrollo.

En el actual contexto de apertura comercial y desregulación económica, las fallas en el sistema de innovación han conducido a una especialización productiva en segmentos con poco valor tecnológico agregado, tanto en los procesos locales como globales. (ver Rivera y Almaraz, 2013).

Uno de los principales indicadores relaciones con el ámbito científico y tecnológico de un país y cuya evolución es asociada al progreso tecnológico, es el crecimiento de la productividad. La productividad total de los factores no se ha modificado en forma significativa en la últimas cuatro décadas (Véase Gráfica 1). Durante la etapa de sustitución de importaciones su crecimiento fue reducido, a pesar de elevarse en forma considerable la productividad media del trabajo. A partir de los años 1980, junto al reducido crecimiento de la economía hubo un estancamiento en inversión, en productividad del trabajo y total de los factores. En los años 1990, la economía y la productividad del trabajo crecieron a un ritmo inferior al del periodo sustitutivo, con una tendencia al estancamiento en los primeros años de la entrada del nuevo siglo. Los resultados obtenidos a partir de la década de los 90 denotan la incapacidad de la economía para la generación y apropiación de los frutos del progreso técnico. El extraordinario aumento del comercio internacional de estos años ha permitido un crecimiento económico mediocre en el mejor de los casos y el cual no ha sustentado el aumento de la productividad. El nuevo patrón de especialización comercial basa su competitividad en la disponibilidad de mano de obra poco calificada y la

proximidad geográfica con los mercados de exportación principalmente de los Estados Unidos.

Gráfica 1. Productividad Total de los Factores, del Trabajo e Intensidad de Capital
Índice 1980 = 100



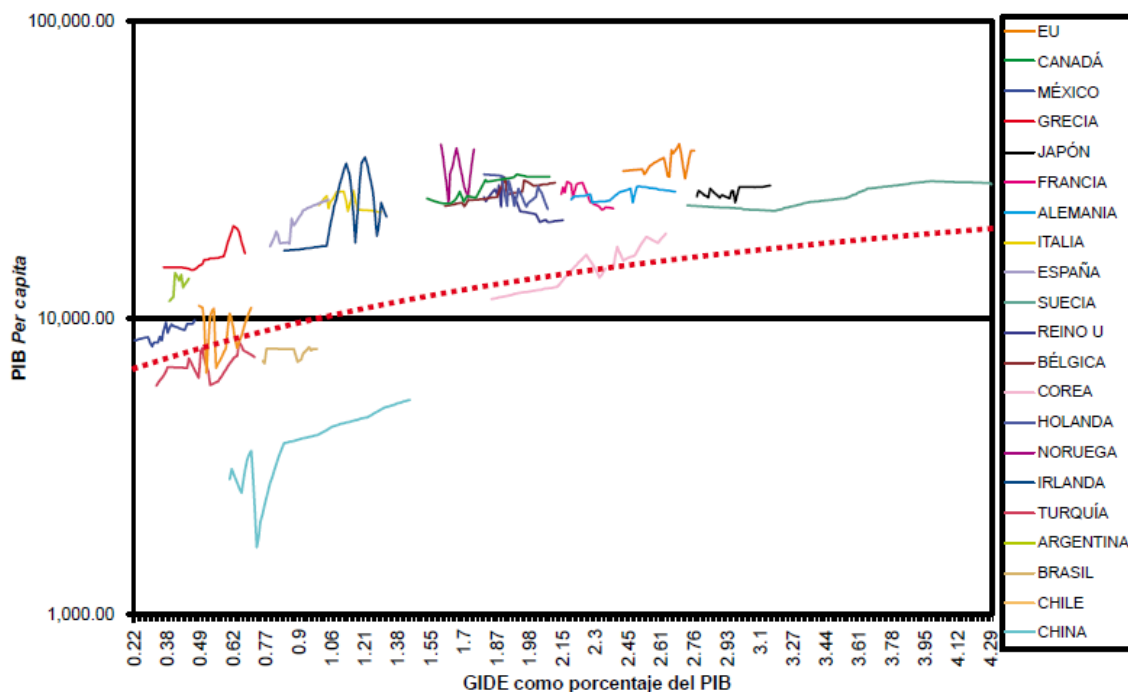
Fuente: Elaborado sobre la Base de Banco de México, Acervo y Formación de Capital Fijo Neto 1960-2002, e INEGI, SCNM, 1960-2004.

Nota: K/L relación capital trabajo, VA/L relación valor agregado trabajo y PTF se refiere a la productividad total de los factores.

Esta incapacidad tecnológica, en el marco de un proceso internacional de acelerado cambio tecnológico, ha limitado la creación de ventajas competitivas dinámicas y ha determinado una modalidad de especialización productiva y comercial basada en trabajo y bienes de muy bajo valor tecnológico agregado. México forma parte del grupo de economías no desarrolladas que presentan un gasto en investigación y desarrollo inferior al uno por ciento en relación al PIB. Esto está relacionado con la no-convergencia con los

niveles del producto interno bruto per cápita, México presenta, además, niveles mucho más bajos que el promedio de la OCDE. Todos aquellos países latinoamericanos que no logran esta convergencia presentan el gaste en I+D inferior a un por ciento. Sin embargo, cabe recalcar que el gasto en I+D es un indicador del esfuerzo realizado y no necesariamente representa un producto comercial o un impacto directo en la producción comerciable, pero en general hay una correlación positiva. Cabe añadir que según la estructura económica del país en cuestión, la inversión en ciencia y tecnología puede ser más o menos importante, esto permite comprender las diferencias entre los gastos en I+D de diferentes países desarrollados, a pesar que todos sobrepasan la barrera del uno por ciento. Podemos observar para el caso de los países en desarrollo, aquellos con mayor dinamismo en el crecimiento del gasto en I+D/PIB también son los de mayor crecimiento en el PIB per cápita. (Véase Gráfica 2)

Gráfica 2. PIB Per Cápita y Gasto en Investigación y Desarrollo. (Escala Logarítmica)



Fuente: Elaborado a partir de OECD. Main Science and Technology Indicators.

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta un país en desarrollo para incrementar su gasto en investigación y desarrollo es la poca rentabilidad privada que este puede representar en el corto plazo. Las fallas de mercado asociadas con las actividades de innovación derivadas de la existencia de externalidades han sido una barrera para la inversión tanto pública como privada, y es por esto que se ha justificado la necesidad de políticas públicas de fomento que permitan elevar la inversión.

El impulso a la actividad científica fue impulsado, particularmente desde los años 1970, como una política institucional del Estado que se ha sostenido con altibajos a lo largo del periodo; dicha política ha servido para formar una estructura de recursos humanos e institucionales aun debajo de los estándares internacionales. La formación de recursos humanos, específicamente de investigadores de alto nivel académico, se ha incrementado sensiblemente considerablemente, en respuesta a los estímulos gubernamentales y la expansión de las instituciones de educación superior e investigación. Los resultados expresados por medio de indicadores internacionales han mejorado en los últimos años, esto en proporción superior al gasto realizado, lo cual representa un aumento en la eficiencia de este. Se ha incrementado el número de absoluto de publicaciones y citas, la producción científica por investigador y la participación de los investigadores mexicanos en el total internacional de publicaciones y referencias (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2006).

En el plano tecnológico, particularmente aquel relacionado con el sector productivo, ha tenido resultados menos exitosos. Esto no es sólo culpa de la política pública orientada al sistema de innovación, la economía nacional no sólo ha crecido a un ritmo lento, también procesos de producción que demandan e incorporan mayor valor agregado tecnológico local no han podido despuntar. El sistema económico presenta una elevada heterogeneidad

productiva y tecnológica, donde pueden distinguirse dos sectores: uno vinculado a las cadenas globales de producción. El mercado interno absorbe parte de la producción de las empresas llamadas maquiladoras y hay un elevado coeficiente de importación. El rezago se encuentra en el atraso tecnológico de las empresas nacionales (Rivera & Almaráz, 2013). El sector que pertenece a cadenas de producción global está concentrado en la actividad manufacturera y produce un número reducido de bienes que presentan procesos de producción con características tecnológicas relativamente homogéneas. Los bienes elaborados son altamente competitivos, y en general de tecnología media y alta, pero sin participación significativa de la empresa nacional

El sector orientado al mercado interno, presenta un mucho menor dinamismo, con una elevada y creciente heterogeneidad tecnológica, con un aumento considerable en la productividad de las empresas líderes que incrementan las brechas de productividad en las distintas ramas, lo cual es reflejo de la nula difusión de las mejores prácticas productivas y tecnológicas.

Para comprender la incapacidad del sistema productivo doméstico para generar rentas tecnológicas podemos observar el reducido y decreciente nivel de patentamiento de las empresas locales. La normatividad sobre propiedad intelectual se ha modificado desde inicios de la década pasada, ayudando a tener mejores condiciones sobre los derechos de propiedad. Sin embargo los resultados no han sido los esperados.

Es importante señalar los costos que representa para la economía mexicana no desarrollar capacidades científicas y tecnológicas, estos pueden ser apreciados en la balanza de pagos tecnológica, que presenta un creciente déficit, a diferencia de economías desarrolladas que logran financiar con sus exportaciones una parte importante del esfuerzo científico y tecnológico. (Véase Cuadro 7)

Cuadro7. Intensidad del Gasto en Investigación y Desarrollo (1999)

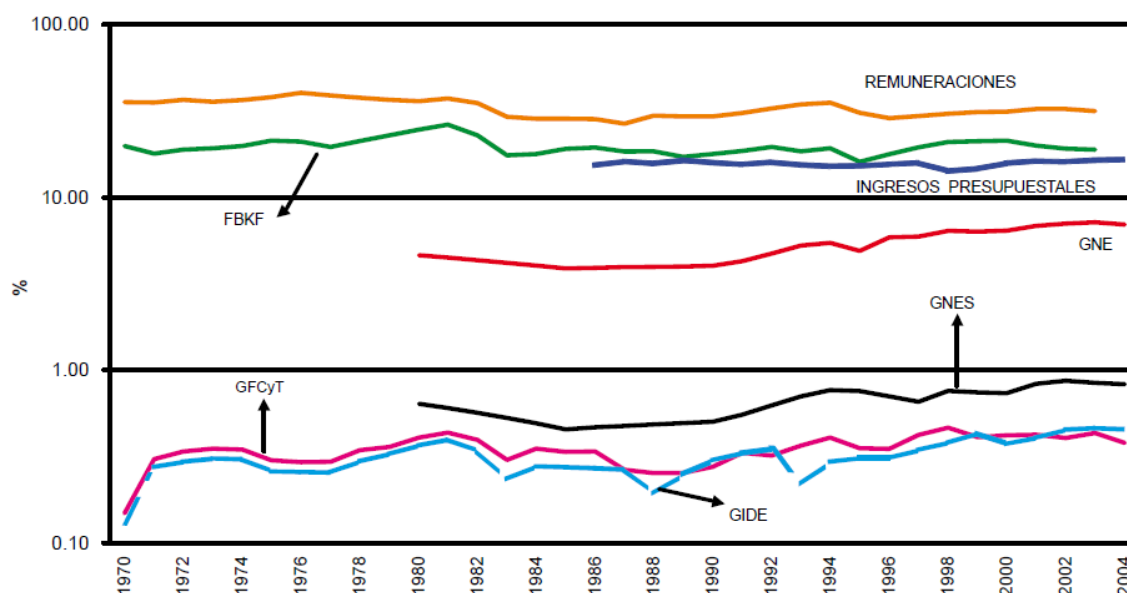
Clasificación de Industrias por Intensidad Tecnológica	I+D / Valor Agregado		Brecha México/OCDE%
	OCDE	México	
Industrias de alta tecnología			
Farmacéuticos	22.3	0.35	1.56
Maquinaria de oficina, contabilidad y computación	25.8	0.11	0.41
Televisión, radio y equipo de comunicaciones	17.9	0.04	0.20
Instrumentos médicos, de precisión y ópticos, relojes y cronómetros	24.6	0.15	0.60
Industrias de media-alta tecnología			
Maquinaria y aparatos eléctricos	9.1	0.49	5.38
Vehículos de motor	13.3	0.44	3.31
Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos)	8.3	0.79	9.50
Otros equipos de transporte	8.7	0.18	2.11
Otras maquinarias y equipos	5.8	0.02	0.26
Industrias de media-baja tecnología			
Caucho y productos plásticos	3.1	1.04	33.68
Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear	2.7	0.18	6.77
Productos minerales no metálicos	1.9	0.29	15.30
Metales básicos y productos fabricados de metal	1.9	1.10	57.92
Industrias de baja tecnología			
Otras manufacturas no especificadas en otra parte	1.3	1.29	99.59
Madera, papel, imprentas y publicaciones	1	1.37	137.03
Alimentos, bebidas y tabaco	1.1	0.11	10.43
Textiles, prendas de vestir, piel y cuero	0.8	0.21	26.18
Total Manufactura	7.20	0.45	6.30

Fuente: Basada en datos de 12 países de la OCDE, 1999.

Después de una disminución en los años 80, el gasto nacional en educación se ha incrementado como porcentaje del PIB en forma constante (Véase Gráfica 3). Se observa un crecimiento de la matrícula en todos los niveles educativos, más evidente en el grado profesional y el posgrado, con una creciente participación de instituciones privadas de educación. Hay dos problemas sin embargo; uno es la calidad de esa educación y otro es que la estructura productiva actual no permite la incorporación laboral de los profesionales egresados y su incorporación como capital humano (Foro Consultivo Científico y

Tecnológico, 2006). La formación de recursos humanos apropiados a la demanda y de calidad pertinente es una condición necesaria para el desarrollo de actividades de alto valor tecnológico.

Gráfica 3. Principales Indicadores como Porcentaje del PIB (Escala Logarítmica)



Fuente: INEGI, SCNM y SHCP, Unidad de Planeación Económica de la Hacienda Pública.

El esfuerzo realizado para inducir el desarrollo científico y tecnológico, así como las actividades innovadoras en México ha sido insuficiente, es inferior al óptimo social y bajo con respecto a varios estándares internacionales, en particular para insertarse en sectores de alto dinamismo tecnológico. Ese esfuerzo lo realizó el gobierno, en forma poco selectiva y no ha sido lograda la articulación apropiada para el sector productivo, lo cual ha sido una barrera para la capacidad de innovación del sistema (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2006). El sistema internacional, por su parte, presenta una transformación radical y acelerada que tiene impactos significativos en todas las actividades humanas. No aprovechar las oportunidades que implica este proceso de cambio puede significar un panorama aún peor para el futuro. Es por esto que resulta de vital importancia que el Estado

asuma un papel activo en el impulso de actividades de ciencia y tecnología. Pero si no existe proyecto estatal para esos fines, ni grupos con poder económico-político que ganen de manera patente con una orientación tecnológica, la situación actual seguirá prevaleciendo.

En México se han aumentado los recursos que se destinan a la investigación y desarrollo experimental en el transcurso de los años, sin embargo este esfuerzo ha sido insuficiente para el desarrollo del sistema de innovación nacional además de que se mantiene muy por debajo de los promedios de otras regiones, incluso por debajo del promedio latinoamericano (para 2005 se encontraba en apenas 0.49 por ciento, y el promedio de América Latina era de 0.57 por ciento).

A pesar de que su participación ha declinado en los últimos años, el gobierno sigue siendo el principal agente de financiamiento para el gasto en investigación y desarrollo experimental. En 1993, financiaba 73.4 por ciento del gasto, para 2005 disminuyó a 57.1 por ciento del total del gasto en investigación y desarrollo experimental. El principal problema en México, es que el gasto para el sector productivo es demasiado bajo, para el 2005 era apenas del 35 por ciento. En los países donde el gasto es mayor (Francia 62.9%, Alemania 64.8%, Irlanda 64.2%) este es financiado mayormente por el sector empresarial.

En México, la mayor parte del gasto en I+D es en cambio destinada a las actividades de investigación básica y aplicada. Sería conveniente para el sistema mexicano que se diera una transición hacia un gasto orientado a una interacción entre el sector científico y el sector productivo.

En México, las empresas son uno de los eslabones débiles dentro del sistema de innovación. Estas destinan pocos recursos a la innovación, lo que se refleja en la precariedad o inexistencia de infraestructura y en la escasez de recursos humanos para la

investigación y desarrollo en su interior. Además, lo poco que se destina a la innovación se enfoca poco hacia la creación de tecnología propia, y los vínculos con otros agentes e instituciones son limitados. El indicador de gasto en I+D como proporción de las ventas muestra la poca importancia que las empresas en México dan a las actividades de innovación. (Véase Cuadro 8).

Cuadro 8. Distribución Porcentual del Gasto en Actividades de Innovación y Desarrollo Tecnológico

Tipo de Gasto	Nacional	Extranjero
Adquisición de maquinaria y equipo relacionada con la innovación de producto o proceso	73.0	60.1
Adquisición de otra tecnología externa ligada a la innovación de producto o proceso	3.6	8.7
Diseño industrial o actividades de arranque de producción tecnológicamente nuevos o mejorados	11.0	6.7
Capacitación ligada a actividades de innovación	1.3	4.4
Lanzamiento al mercado de innovaciones tecnológicas	1.3	12.4
Investigación y desarrollo de tecnología	9.7	7.6
Total	100.0	100.0

Fuente: Encuesta Nacional de Innovación 2011.

Las empresas introducen pocas innovaciones, cifras de la Encuesta Nacional de Innovación muestran que la mayoría de las empresas nacionales y extranjeras, introducen pocos productos o procesos tecnológicamente nuevos al mercado.

Pocas empresas cuentan con unidades de investigación y desarrollo tecnológico o de ingeniería, y con personal dedicado a actividades de I+D o de ingeniería (véase Cuadro 9) En general los indicadores son mejores para las empresas extranjeras, a pesar de ser negativos para ambas.

Cuadro 9. Investigación y Desarrollo Tecnológico y Unidad de Ingeniería en las Empresas (%)

Origen del capital	Realiza actividades de I&D		Cuentan con unidad de I&D formalmente constituida		Personal I&D*	Cuentan con unidad de ingeniería para la aplicación de I&D		Personal ingeniería*
	#	%	#	%		#	%	
Nacional	842	11,8	730	10,2	1,4	961	13,5	1,7
Extranjero	256	25,4	249	24,7	2,6	304	30,2	2

Fuente: Elaboración con base en la Encuesta Nacional de Innovación 2001.

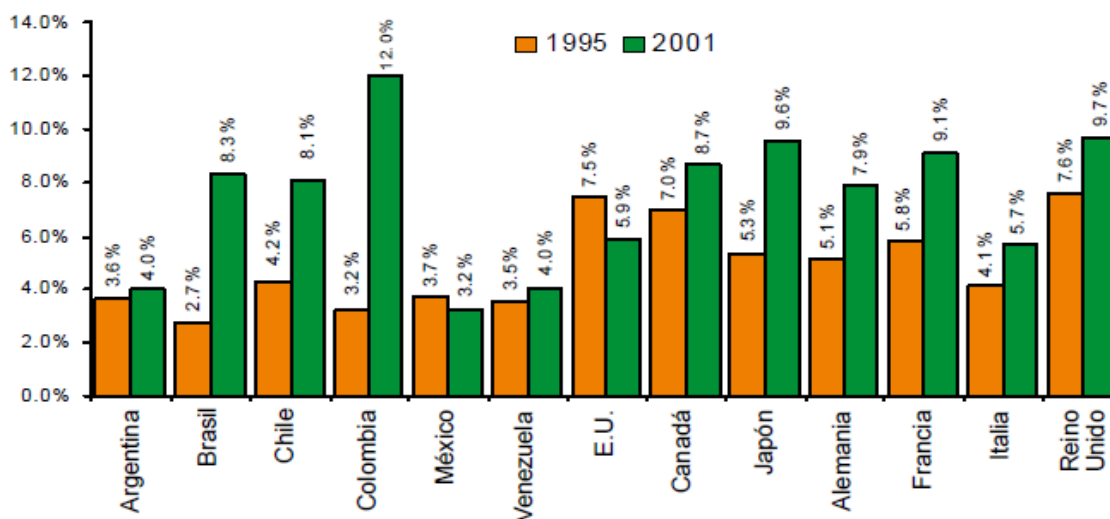
Existen, además, factores en el entorno de las empresas que impactan sus procesos de innovación, tales como el sistema financiero, el marco regulatorio para los negocios, la infraestructura informática y el marco legal para la ciencia, tecnología e innovación.

Desde sus inicios, la industria de capital de riesgo en el ámbito internacional ha estado relacionada con empresas de base tecnológica y de alto crecimiento, ha sido también una gran fuente de financiamiento para la creación de nuevas empresas donde predominan los activos intangibles y tienen altos niveles de incertidumbre y riesgo. Para el caso de México, el financiamiento de capital de riesgo para empresas de base tecnológica es aún escaso por el número de fondos que están actualmente operando y por el de inversiones que estos fondos realizan. El indicador de crédito como porcentaje del PIB en México se encuentra por debajo del 20%, mientras que en países como Brasil es del 34% y Estados Unidos es del 88%. Las condiciones del sistema financiero mexicano no han permitido establecer un ambiente que permita el desarrollo de la industria de capital privado y capital de riesgo.

Analizando la situación de las tecnologías de la información en México, si se compara el gasto per cápita total en TICs, se puede observar que se encuentra por debajo de los países más desarrollados e incluso por debajo de los principales países

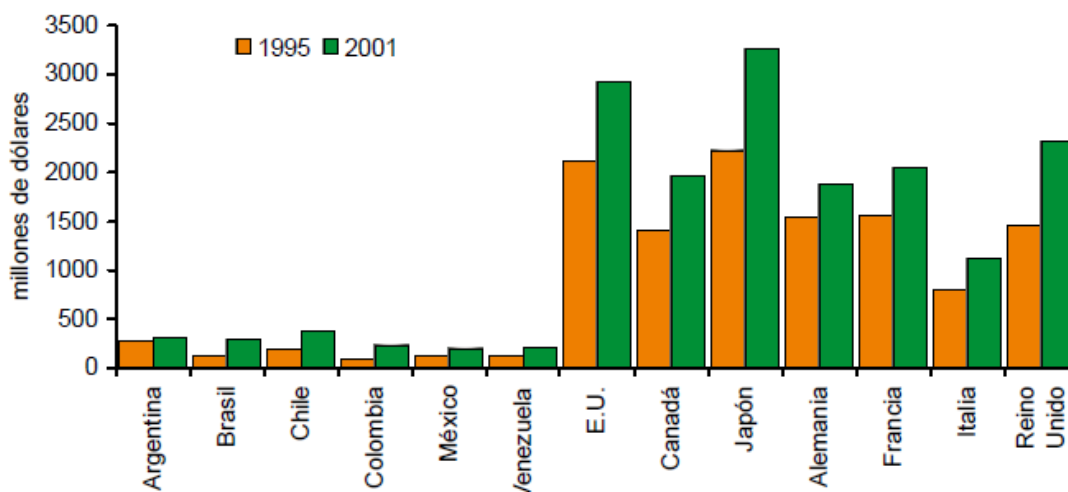
latinoamericanos. Igualmente, si se analiza el gasto en TICs como porcentaje del PIB se observa que México tiene una inversión muy baja comparada con países tanto desarrollados como en desarrollo (Véanse Gráfica 4 y 5).

Gráfica 4. Gasto en TICs como porcentaje del PIB 1995-2001



Fuente: Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2000-2006). Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

Gráfica 5. Gasto en TICs per cápita.



Fuente: Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento a la innovación en México (2000-2006). Foro Consultivo Científico y Tecnológico.

Las reformas económicas introducidas entre 1982 y 1998 dispararon procesos acumulativos que actuaron sobre el sistema nacional de innovación existente. Luego, el cambio legal operado entre 1999 y 2002 se refiere principalmente a la Ley de Ciencia y Tecnología de 2002 (que reforma la Ley de Fomento de la Investigación Científica y el Desarrollo Tecnológico de 1999), Ley Orgánica del CONACyT y a los aspectos conexos de aquellas referidas al presupuesto, la administración pública federal y las entidades paraestatales. (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2006)

Otro rasgo del sistema de innovación en México es que existe una alta concentración de la producción científica en México, según cifras del CONACyT, 15 instituciones de 85, participan con 70.4 por ciento. Destaca el caso de la UNAM, que produce casi un tercio de las publicaciones científicas del país. El CINVESTAV, en segundo lugar, contribuyó con apenas 8.4 por ciento.

El sistema nacional de innovación mexicano está incompleto y poco articulado, a pesar de que existan buenos indicadores y resultados a través de los últimos años, la comparación con países económicamente más desarrollados demuestra que la distancia que nos separa permanece considerable, e incluso las comparaciones con países semejantes como Brasil ponen en un lugar inferior a México.

El acervo de recursos humanos altamente capacitados se ha incrementado en la última década, sin embargo el crecimiento necesita seguir aumentando para lograr un verdadero acercamiento a los niveles que presentan los países desarrollados y los parámetros internacionales. Las políticas de ciencia y tecnología han logrado incrementar el acervo de recursos, pero por otro lado han sido incapaces de incidir eficazmente en la generación de espacios en los que estos recursos puedan ejercitar y aplicar los

conocimientos y capacidades adquiridas en programas de maestría y doctorado. La falta de nuevas plazas para insertar a los investigadores recién egresados de algún posgrado permanece como uno de los principales problemas a corto plazo.

Las empresas fundadas con inversión extranjera en su generalidad no han impulsado la investigación y desarrollo en México, aun cuando existen casos particulares en los que parecen ser importantes las derramas de conocimiento de las empresas extranjeras hacia las nacionales.

3. LA INDUSTRIA FARMACÉUTICA EN MÉXICO

Veremos a continuación el estado de la industria farmacéutica y sus tendencias desde la década de los 1970. Primeramente unas definiciones básicas.

La industria farmacéutica es una rama de la industria química de manufactura, las características específicas de esta son:

1. Su producto se destina al consumo personal y su tecnología va desde los niveles bajos hasta muy altos.
2. Los rangos de tamaño de empresa son muy variados, empezando por pequeñas empresas hasta grandes consorcios, con elevados gastos de I&D
3. En los niveles tecnológicos altos se requiere de un largo periodo de tiempo para desarrollar y lanzar al mercado un nuevo fármaco. Es consustancias un alto grado de riesgo financiero e incertidumbre sobre el futuro del medicamento una vez lanzado al mercado.
4. La gran industria farmacéutica es global, en tanto que en los países llamados en desarrollo a lo sumo hay una industria de nivel tecnológico medio. El caso de México es de un nivel de atraso sustancial en comparación a los estándares globales.

(KPMG, 2006)

En esta industria, la investigación no sólo se limita a conocer un posible mercado y sus características de competencia, esta industria tiene como fundamento la investigación científica rigurosa que a su vez se apoya en los hallazgos de la investigación clínica.

3.1 Antecedentes

La industria farmacéutica mexicana tiene sus antecedentes a finales del siglo XIX, cuando los primeros medicamentos básicos comenzaron. Muchos de ellos simples fórmulas que prometían curar todo tipo de enfermedades pero no contaban con certificación ni mucho menos. Fue hasta inicios del siglo XX que se instituyó la educación formal sobre

farmacología en nuestro país. En 1916 se fundó la Escuela de Industrias Químicas, por el químico Juan Salvador Agraz. Dos años más tarde esta institución se transformó en la Escuela de Química de la Universidad y dio nacimiento a la carrera universitaria de químico-farmacéutico.

Los farmacéuticos mexicanos egresados de esta institución decidieron, luego de separarse del equipo de salud de la Facultad de Medicina, fundar los primeros laboratorios químico farmacéuticos nacionales que competían, en rubros elementales, con las empresas extranjeras establecidas en México.

En un principio, sólo algunos productos como cacodilatos, fenilquinoleína, carbón activado, aceite yodado para broncografía, cianato de potasio y medicamentos elaborados con extractos vegetales de plantas mexicanas eran elaborados en México (Stern, 2006). La mayor parte eran importados por las llamadas representaciones farmacéuticas.

Durante la II Guerra Mundial, la importación de todo género se vio dificultada, por lo que fue necesario para el gobierno mexicano estimular la industria interna. En 1941 se promulgó la primera Ley Orgánica de Industrias de la Transformación, lo cual generó la base para el inicio de la industrialización moderna.

Gracias a esto, en México se fundaron laboratorios como Ifusa M y N, Triarsán, Ofimex, Hormona, Hipodérmico Nacional, Unión Médica, Grisi, Senosiain, Zapata, Italmex, Lauzier, Cor y Silanes, entre otros (Stern, 2006). También continuaron sus actividades las representaciones y los laboratorios de capital extranjero, como Roussel, Organon, Ciba, Pharmacia, Squib, Sharp & Dome y Jonson & Jonson.

A mediados del siglo XX, de acuerdo a las fuentes citadas, dadas las circunstancias de la industria farmacéutica, se constituyó en nuestro país la Asociación Nacional de Fabricantes de Medicamentos, A.C. (ANAFAM), en aquel entonces llamada Asociación

Nacional de Fabricantes de Productos Químico Farmacéuticos y Medicinas, A.C. y la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica. El presidente fundador de ambas asociaciones fue el profesor Francisco García Villagomez. Desde su nacimiento, esta asociación no sólo ha representado y promovido los intereses de sus agremiados, sino que también ha contribuido con las autoridades correspondientes en el fomento y desarrollo de las políticas y normas que rigen nuestra industria en la actualidad.

La ANAFAM también ha sido jugador importante en la vinculación de políticas, creó el Instituto del Progreso Médico Nacional, el cual celebra congresos médicos con especialistas de la salud. Con el tiempo, incluso las grandes empresas extranjeras contribuyeron con recursos para la celebración de dichos congresos.

Cabe señalar además, que la ANAFAM es pionera en el fomento a la investigación y el desarrollo de la tecnología en México, se encargó de crear el Centro Mexicano de Investigación Farmacéutica (Cemifar). Sin embargo, debido a las pobres políticas de apoyo a la investigación y desarrollo en México y la falta de disposición de las grandes empresas extranjeras a desarrollar investigación en México, el Cemifar desapareció después de varios años de existencia (Stern, 2006). El Cemifar logró demostrar que es posible la convivencia entre los tres factores: gobierno, academia e industria con beneficios para todos.

También, la ANAFAM creó un centro para la adquisición de materias primas con la finalidad de que la industria nacional pudiera obtener mejores precios por volumen de compras, este centro se llamó Maprimex, el cual, por desgracia, también desapareció con el tiempo debido a la falta de apoyo. La ANAFAM buscó también crear nexos estrechos con el Instituto Mexicano del Seguro Social, los socios de la ANAFAM fueron, y siguen siendo, los principales abastecedores del sector salud en número de unidades.

Actualmente, la ANAFAM ha sido de los principales promotores de la fabricación y comercialización de genéricos intercambiables. El 6 de noviembre de 2002 creó la Asociación Mexicana de Fabricantes de Medicamentos Genéricos Intercambiables. El desarrollo de este tipo de medicamentos ha permitido que una gran parte de la sociedad pueda adquirir productos antes inalcanzables, sin embargo, los productos innovadores siguen siendo un tema importante en cuanto a la desigualdad de acceso. Una característica interesante del tema de los genéricos, es que estos han tenido más auge en los países desarrollados que en los países en vías de desarrollo. Esto se debe a varios factores, entre ellos la desinformación. En el año 2002, los genéricos cubrían el 29.3% del mercado de medicamentos en Chile, en Colombia el 17.6%, en Venezuela, 8.7%, mientras que en los Estados Unidos entre 35% y 40%. (COFEPRIS, 2005)

Es importante señalar que en cuanto al ámbito jurídico, la Ley de Propiedad Industrial (vigente entre 1945 y 1970) se logró ayudar a la formación de la industria farmacéutica nacional, ya que a lo largo de ese periodo no se otorgaban patentes de productos, sino de procedimientos de fabricación, lo cual permitió el crecimiento exponencial de la industria farmacéutica de capital mexicano. Se pasó de 170 empresas en 1945 a más de 350 empresas en 1970. (García, 2006)

Sin embargo, a partir de 1994, las modificaciones al régimen de propiedad industrial, o sea los TRIPS, afectaron fuertemente a las instituciones nacionales de seguridad social. Ahora el producto obtenido era el patentado, y tiene una duración de 20 años, por lo cual se ven obligados a pagar altos precios por medicamentos patentados durante 20 años.

3.2 La investigación y desarrollo en el país

Se ha considerado tradicionalmente a la I+D como la piedra angular de una industria, sector o empresa competitiva. Sin embargo, lo anterior se aplica a los países y empresas con una trayectoria tecnológica establecida, igualmente aunque la empresa esté atrasada, el estado y las entidades empresariales pueden hacer despegar el proceso de I&D, como se puede observar en un contado número de países, como la India y recientemente China.

La conexión entre la industria farmacéutica y la investigación y desarrollo de las instituciones educativas nacionales se fortalece a partir de los años sesenta. Por su parte, la UNAM se fortalece en síntesis de química orgánica y en ingeniería química, y en el Instituto Politécnico Nacional se fortalece en ciencias biológicas. En 1962 se crea el Centro de Investigación y Estudios Avanzados (Cinvestav) del IPN, con un departamento de farmacología, uno de biotecnología y otro de investigación y desarrollo de técnicas analíticas de medicamentos (García, 2006).

Luego, en 1970, surge el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt), y tres años más tarde se crearon los programas indicativos de ciencia y tecnología, entre ellos el Programa Indicativo Químico Farmacéutico. En 1980 se crea la Academia Nacional de Ciencias Farmacéuticas A.C., la cual agrupa a los profesionales de las ciencias farmacéuticas más destacadas del país, tanto en el ámbito académico como en el industrial.

Pese a ese avance en materia de organización y promoción, uno de los principales problemas de la industria farmacéutica es que no se ha logrado dar el paso de la imitación a la innovación, a pesar de que se tiene una cierta base y han demostrado capacidades tecnológicas. Ese rezago se explica principalmente, como señalan las teorías heterodoxas, por las características el aprendizaje tecnológico

A diferencia de lo que señaló en su momento Kenneth Arrow, el proceso de aprendizaje tecnológico no es automático, incierto, es gradual y acumulativo por naturales. Es un proceso social y colectivo, es local y tiene una dimensión tácita. (Dosi, Pavitt, & Soete, 1993).

Las capacidades tecnológicas en los países se definen como la habilidad para usar eficientemente el conocimiento tecnológico, asimilar, utilizar y adaptar tecnologías, y también para crear nuevas tecnologías y desarrollar nuevos productos y procesos (Kim, 1977). La tecnología puede ser transferida a una empresa desde el exterior, o mediante la difusión local, pero el aprendizaje y la habilidad para usarla efectivamente dependen exclusivamente del esfuerzo tecnológico interno y ese esfuerzo interno puede verse desincentivado por diversos factores (Kim, 1977)..

Desestimando la definición amplia que brinda Kim, las patentes se utilizan como el indicador supremo de la innovación. La ventaja de este dato es que es un dato disponible para todos los países y reconocido en diferentes trabajos y está en concordancia con el principio de asignación “eficiente” de los derechos de propiedad. Las patentes demuestran la presencia de invenciones que buscan volverse innovaciones en el mercado.

Sin embargo, algunos de los problemas que resultan de tomar a las patentes como un indicador de capacidades tecnológicas e innovación son por ejemplo: 1) sólo se patenta una parte de las invenciones, esto debido a complicaciones como el llamado “secreto industrial” o el acortamiento de vida de los productos y el bajo nivel de la explotación comercial, 2) aspectos institucionales entre los que se pueden señalar la existencia de legislaciones diversas sobre patentes y las variaciones de carácter administrativo, así como las diferentes clasificaciones usadas.

3.3 La I+D en la industria farmacéutica nacional

La industria farmacéutica mexicana ocupa el lugar 15 en cuanto al volumen de producción mundial (KPMG, 2006), de modo que existe una base para un ulterior desarrollo. En un análisis realizado por Hortensia Gómez Viquez (Gómez, 2007) se observa el comportamiento de las patentes mexicanas registradas en la USPTO (United States Patent and Trademark Office) en el periodo de 1978 a 2000. Destaca que entre 1978 y 1983, no se registró ninguna patente. Luego, durante la década de los 1980, prácticamente no hubo crecimiento de estas, sólo se registraron dos patentes. La década de los 1990 comenzó con un crecimiento lento, ya que hasta 1994 el registro de patentes fue de cero. En 1996 se registraron tres patentes, luego en 1997 cuatro, en 1998 dos y posteriormente, en 1999 y 2000, una cada año. Sin embargo, el número de patentes registradas en los Estados Unidos, por mexicanos entre 1978 y 2000 fue de 16, de las cuales 13 se registraron entre 1994 y 2000. La autora señala como algunas de las causas probables de que aumentara el número de patentes registradas por mexicanos en los Estados Unidos a partir de 1994, el endurecimiento de la ley de propiedad intelectual de México y la falta de agilidad en la tramitación de patentes mexicanas.

Otro análisis, que comprende los años 1980 a 2000, por parte del BANAPA (Banco Nacional de Patentes), arroja resultados similares, o sea, negativos para el sistema de innovaciones farmacéutico. De 5090 patentes registradas por agentes innovadores de la industria farmacéutica, solamente en 58 el titular posee nacionalidad mexicana, esto es apenas un 1.13% del total.

En México es dudoso que exista el empeño por elevar la innovación, aunque hay esfuerzos innovadores dispersos. Si se parte de los datos citados anteriormente, las

capacidades tecnológicas del sector farmacéutico han aumentado muy modestamente, no lo suficiente para competir con las empresas extranjeras y con las exportaciones.

El mercado de fármacos en México, como respuesta a la política pública e instituciones prevalecientes, ha dado origen a dos tipos de productores: por una parte las empresas transnacionales, las cuales tienen el mercado de los productos innovadores, las cuales además ofrecen productos genéricos a mercados público y privado; y por otra parte están las empresas nacionales, las cuales carecen de innovaciones y ofrecen productos genéricos intercambiables. La industria farmacéutica nacional ha tenido que adaptarse precariamente a estas condiciones del mercado e incorporarse a la dinámica internacional de comercialización, el problema sigue siendo que no ha logrado dar el paso de la imitación a innovación, su producción sigue orientada a los genéricos.

En la industria farmacéutica avanzada, el principal insumo es el conocimiento, este es el encargado de formar la base científica sobre la cual se ha de lograr un desarrollo. A pesar de que México ha sido considerado como uno de los imitadores con mayor potencial en la industria farmacéutica, no ha pasado a la fase de despegue, ha quedado estancado en la fase de “aprender haciendo” sin llegar a la innovación. Además el uso del conocimiento es limitado.

El balance en la industria farmacéutica mexicana pone de manifiesto una situación contradictoria, por un lado, presenta algunas capacidades tecnológicas de alto nivel para el desarrollo de medicamentos y, por otro lado, una industria imitadora que no ha aprovechado esas capacidades. En los países pioneros hay una intensa labor de investigación alrededor incluso de un único descubrimiento, logrando así un patentamiento masivo. La industria farmacéutica mexicana los esfuerzos en I+D en términos absolutos son

mucho menores, y regularmente siguen las líneas de investigación de las multinacionales farmacéuticas.

El resultado de tomar este camino ha sido una industria farmacéutica dependiente de las patentes extranjeras, con una difusión mínima de sus productos patentados y con indicadores basados en patentes desfavorables.

Hortensia Gómez (Gómez, 2007) señala que a pesar de que existen indicadores desfavorables para esta industria en cuanto a innovación, existen otros que nos permiten ver aún existen importantes ventanas para el crecimiento de la innovación. Esta autora señala la importancia del –“análisis bibliométrico”, el cual se refiere a la producción, impacto y calidad del conocimiento desarrollado en publicaciones por investigadores. La producción mexicana de artículos científicos indizados en el llamado ISI (Institute for Scientific Information) incrementó en la década de los 90's a una tasa promedio anual del 13.0%. Esta tasa es incluso mayor que la tasa mundial de producción, sin embargo, en cuanto a participación, sigue siendo menor que la de otros países.

Los datos señalan que los científicos mexicanos publicaron 38,133 artículos en el ISI entre 1981 y 1999. De este total de artículos, 18,692 corresponden a áreas vinculadas a la industria farmacéutica. El dato alarmante con respecto a esto, es que la brecha entre producción de material bibliográfico científico y cantidad de patentes sólo se ha ido agrandando. Esto se traduce en una cada vez menor capacidad de aprovechar el conocimiento generado en el país. Esto es un problema al que se enfrenta esta industria, investigación sin desarrollo.

3.4 El Censo de las actividades de I+D y afines

Los productores mexicanos enfrentan un gran desafío, la investigación farmacéutica es cada vez más compleja, requiere de una gran cantidad de tiempo y recursos. Resultan también de suma importancia las ligas que tiene hacia los nuevos campos en la frontera del conocimiento como por ejemplo la biotecnología y el genoma humano.

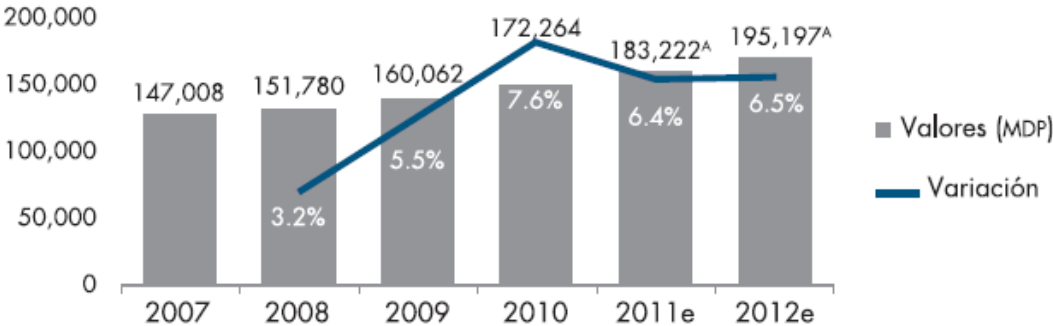
En la actualidad, la Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica ha realizado esfuerzos sin precedentes para identificar las principales características de esta industria con el propósito de sustentar nuevas políticas que cubran las necesidades presentes del sector. El I Censo de la Industria Farmacéutica en México fue publicado en 2012, el cual consistió en identificar los principales atributos del desempeño productivo de la industria afiliada a la Cámara. Para el desarrollo de sus funciones, la CANIFARMA se encuentra organizada en 12 comisiones de trabajo y en tres secciones, Industria Farmacéutica Veterinaria (INFARVET), Productos Auxiliares para la Salud (PAPS) y Reactivos y Sistemas de Diagnóstico (RSD) (CANIFARMA, 2012). Este primer ejercicio realizado por la CANIFARMA describe a la Industria Farmacéutica en 4 procesos: 1) la investigación y desarrollo de nuevos medicamentos e insumos para la salud, 2) la producción de fármacos bajo estándares y controles rigurosos, 3) la difusión especializada de las propiedades terapéuticas de los medicamentos entre los profesionales de la salud, y 4) la introducción asequible y oportuna de los medicamentos en diferentes ámbitos para que la sociedad mexicana pueda adquirirlos.

El primer ejercicio estadístico abarca el periodo de años de 2007 a 2010, con estimaciones para los años 2011 y 2012 (las estimaciones proceden de montos declarados por las mismas empresas), periodo turbulento para la economía mexicana y sus sectores. Actualmente está en proceso de publicación un segundo ejercicio de la misma naturaleza

elaborado por la cámara, este segundo ejercicio añadirá los años de 2010 a 2014 para el estudio de la industria farmacéutica. Cabe advertir que estos censos no diferencian las actividades realizadas por empresas extranjeras de las nacionales. Una gran mayoría y en ocasiones toda la actividad de alto nivel en la investigación la desarrollan empresas extranjeras radicadas en el país, que trabajan con ingenieros, técnicos y gerentes mexicanos.

Durante el periodo de 2007 a 2012, la industria farmacéutica afiliada a la Cámara, en todas sus especialidades (Humana, Veterinaria y Dispositivos Médicos) registró un comportamiento ligeramente superior al observado por la economía nacional y también por encima del sector manufacturero, reportando un crecimiento promedio de 5.8%. (Véase Gráfica 6)

Gráfica 6. Evolución de las Ventas Ex Factory de Todas las Especialidades de la IF
(Millones de Pesos)



Fuente: I Censo de la Industria Farmacéutica en México, CANIFARMA.

Además, esta industria se caracteriza por el predominio de las ventas al sector privado, a pesar de que el sector público ha ido cobrando mayor fuerza con el tiempo. (Véase Cuadro 10)

Cuadro 10. Ventas Ex Factory por Sector de Todas las Especialidades de la IF

(Millones de Pesos)

	2007	2008	2009
Sector público	39,264.60	38,821.18	44,681.33
Sector privado	107,743.60	112,959.21	115,381.06
TOTAL	147,008.20	151,780.39	160,062.39

Fuente: I Censo de la Industria Farmacéutica en México, CANIFARMA.

Este sector presenta también una dinámica relevante en cuanto a la creación de empleo, en el periodo analizado por el I CIF se observa un crecimiento promedio del empleo de 3.2%, creando 2,461 fuentes adicionales de trabajo. (Véase Cuadro 11)

Cuadro 11. Empleos por área de todas las especialidades.

(Número de empleados)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Producción	29,963	30,053	30,829	29,507	30,486	31,226	31,844
Ventas	23,591	25,482	26,353	27,345	27,098	28,667	28,247
Administración*	15,953	15,654	15,728	17,742	17,778	18,314	17,977
I+D	1,126	1,253	1,347	2,145	2,294	2,394	2,467
Otros**	5,392	3,469	3,873	5,442	5,379	5,675	6,249
Empleados Totales	76,025	75,911	78,130	82,181	83,035	86,276	86,784

*Administración incluye empleados de dirección, staff, marketing, logística, almacén, y otros operativos no relacionados con la manufactura.

** Otros comprende empleados de mantenimiento, limpieza y outsourcing.

Fuente: II Compendio estadístico de la Industria Farmacéutica en México, CANIFARMA.

La industria farmacéutica se ha caracterizado también por su importancia para el sector externo de la economía, durante el periodo de 2007-2010, la industria afiliada a

CANIFARMA mantuvo un dinamismo importante donde las exportaciones totales incrementaron en un 14.1% y las importaciones un 3.6%, esto representa una tendencia opuesta al resto de la economía mexicana y de las manufacturas, cuyas exportaciones disminuyeron en este periodo y las importaciones aumentaron en casi 17%. (Véase Cuadro 12)

Cuadro 12. Comercio Exterior: Exportaciones e importaciones de todas las especialidades (millones de pesos)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014e
Exportaciones	761	768	849	944	945	995	1,085	1,148
% de variación		0.9%	10.5%	11.2%	0.0%	5.3%	9.1%	5.8%
Importaciones	3,819	4,211	3,955	4,240	4,379	5,105	5,594	5,721
% de variación		10.3%	-6.1%	7.2%	3.3%	16.6%	9.6%	2.3%

Fuente: II Compendio Estadístico de la IF, CANIFARMA.

Las cifras de inversión de esta industria reflejan la importancia de la innovación del sector. El monto total realizado en el periodo del I CIF fue superior a los 100 mil millones de pesos, la inversión anual promedio alcanzó los 25 mil millones de pesos. (Véase Cuadro 13)

Esto representó más del 16% en promedio respecto a las ventas totales de todas las especialidades afiliadas a la Cámara.

Cuadro 13. Inversión Total de Todas las Especialidades de la IF

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014e
	22,845	24,954	27,751	27,538	28,832	33,466	35,408	36,718 ^A
% de la variación		9.2	11.2	-0.8	4.7	16.1	5.8	3.7 ^A

Fuente: II Compendio Estadístico de la IF, CANIFARMA.

Específicamente, la inversión en materia de Investigación y Desarrollo realizada por la industria alcanzó los 12 mil millones de pesos, esto representa casi el 12.3% del total de la inversión realizada por este sector. Esta inversión en I+D representa alrededor del 15% de la inversión total. (Véase Cuadro 14)

Cuadro 14. Inversión en I+D de medicamentos de uso humano (millones de pesos)

2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2,703	2,777	3,213	3,855	4,638	4,676	5,025

Fuente: II Compendio Estadístico de la IF, CANIFARMA.

Como se puede observar en la Cuadro 15 la mayor inversión corresponde a la fase de investigación clínica, particularmente la Fase III¹, monto de recursos que casi se quintuplicó entre 2007 y 2013 en la especialidad de medicamentos de uso humano, añadiéndose 1,990 millones de pesos a la inversión anual que se registraba al inicio del periodo comprendido en el II Compendio Estadístico de la Industria Farmacéutica en México.

Destaca también el crecimiento de la inversión destinada a la Fase II de la investigación clínica², la cual aumentó en el periodo 2007-2013 en más de 458 millones de peso anuales. Cabe destacar que la inversión en la categoría “Desarrollo tecnológico” mostró una

¹ La Fase III corresponde a “Ensayos que se realizan después de que se demostró la eficacia del fármaco, pero antes del sometimiento regulatorio de autorización sanitaria” (Fase IIIa), y a “Estudios clínicos que se realizan después del sometimiento regulatorio y dossiers relacionados, pero antes de que sea aprobado y lanzado” (Fase IIIb), (COFEPRIS, 2014).

² La Fase II corresponde a “Ensayos clínicos (pilotos) para evaluar eficacia y seguridad en población seleccionada de pacientes con la enfermedad o condición a ser tratada, diagnosticada o prevenida” (Fase IIa) o a “Ensayos bien controlados para evaluar eficacia y seguridad en pacientes que sufren de la condición o enfermedad” (Fase IIb), también conocidos como “estudios pivote” (R. Ramírez y N. Soto, 2014).

inversión agregada en el periodo 2007-2013 de 6,165 millones de pesos y una inversión en la investigación básica de 1,590 millones de pesos.

Cuadro 15. Inversión en I+D por fase de medicamentos de uso humano (millones de pesos)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Básica	217.8	316.0	405.3	158.7	207.4	140.1	144.3
Clínica							
Fase I	135.4	67.9	103.3	129.4	253.8	259.8	333.8
Fase II	62.5	200.0	106.0	626.1	565.6	416.6	520.9
Fase III	541.9	551.9	828.0	1,890.8	2,182.2	2,494.6	2,532.1
Fase IV	713.8	642.6	686.1	580.7	597.2	615.7	492.4
Desarrollo tecnológico	1,031.4	998.2	1,084.1	469.1	831.6	749.1	1,001.9
TOTAL	2,702.7	2,777.2	3,213.0	3,854.7	4,637.9	4,675.9	5,025.3

Fuente: Fuente: II Compendio Estadístico de la IF, CANIFARMA.

4. PROPUESTA DE MODELACIÓN DEL COMPORTAMIENTO INNOVADOR EN EL SECTOR FARMACÉUTICO

El modelo empleado para comprender el comportamiento de la innovación en la industria farmacéutica mexicana está basado en el trabajo elaborado en 1998 por Bruno Crépon, Emmanuel Duguet y Jaques Mairesse titulado *Research, Innovation, and Productivity: an Econometric Analysis at the Firm Level*. Este trabajo analiza las relaciones que hay entre la productividad, la innovación y la investigación a nivel firma. Para esto, introduce tres características principales: (i) un modelo estructural que explica la productividad en función del producto de la innovación, y el producto de la innovación por la inversión en investigación; (ii) Datos de firmas manufactureras francesas, incluyendo el número de patentes europeas y el porcentaje obtenido por las ventas de innovación, así como el arrastre de la demanda y el empuje de la tecnología a nivel firma; (iii) métodos econométricos que corrigen temas de selectividad y simultaneidad y toman en consideración las características estadísticas de la información disponible, sólo una pequeña porción de las firmas se ven involucradas en actividades de investigación y/o aplican para patentes.

Una de las cualidades de este trabajo, es que los autores recalcan el hecho de que las entradas de innovación, o *inputs*, (en este caso la I+D) por si solas no conllevan a aumentos en la productividad, son necesarios los productos de la innovación o *outputs*. Las firmas invierten en investigación y desarrollo para lograr desarrollar innovaciones en procesos y productos, los cuales lograrán contribuir a mejorarla productividad y otros indicadores de desempeño económico. (Crépon, Duguet, & Mairesse, 1998)

El modelo empleado por los autores consiste de cuatro ecuaciones, dos para la investigación, una para la innovación y una para la productividad.

Para describir el comportamiento de la investigación en la firma, utilizan un modelo tobit generalizado con dos ecuaciones, la primer ecuación da cuenta del hecho de que la firma está involucrada en actividades de investigación, y la segunda para la magnitud e intensidad de estas actividades.

La ecuación para la innovación tiene dos aproximaciones: una por el lado del número de patentes y otra por el lado de las rentas obtenidas por ventas de innovaciones. La aproximación de las patentes se mide como el número de patentes europeas aplicadas por la firma durante un periodo de 5 años. La aproximación de las rentas obtenidas por ventas de innovaciones proviene de la Encuesta Francesa de Innovación, en donde la firma declara que porcentaje de sus ventas corresponde a este rubro.

La ecuación correspondiente a la productividad es una función Cobb-Douglas aumentada que incluye capital físico, empleo, calificación y producto de la innovación (patentes o ventas).

Los resultados de este trabajo fueron consistentes con gran parte de la literatura empírica (Crépon, Duguet, & Mairesse, 1998). La probabilidad de que la firma se viera involucrada en actividades de I+D incrementan conforme al tamaño de esta (número de empleados), su participación en el mercado y diversificación, y con los indicadores del arrastre de la demanda y el empuje tecnológico. El producto de la innovación (medido como patentes o ventas de innovación) aumenta con los esfuerzos de innovación y con los indicadores del arrastre de la demanda y el empuje tecnológico. Finalmente, la productividad de la firma se correlaciona de manera positiva con altos niveles de producto de la innovación, incluso siendo controlados por altos niveles de calificación laboral y de intensidad física de capital.

4.1 Modelo aplicado a la industria farmacéutica mexicana

Para este trabajo se elaborará un modelo sencillo aplicado únicamente a la productividad de la industria farmacéutica mexicana. Se partirá de la ecuación utilizada por Crépon, Duguet y Mairesse para analizar la productividad. Los autores emplean una función Cobb-Douglas aumentada en la que la productividad se encuentra en función del capital físico, empleo, calificación y el producto de la innovación (ya sean patentes o ventas de productos innovadores).

Para este modelo se analizarán datos del periodo que corresponde de 1994 a 2008. Se utilizará el índice de productividad anual como lo calcula el INEGI en sus trabajos titulados “La Industria Química en México” para el periodo de 1994 a 2004, los datos se extrajeron de las publicaciones de los años 2000 (el cual abarca el periodo 1994-1999) y 2005 (que va de 2000 a 2004). Para los años de 2005 a 2008 se calculó el índice anual a partir del índice de productividad de la industria química total, partiendo de un promedio móvil de la participación del índice de productividad de la industria farmacéutica con respecto de la industria química total de los cuatro años posteriores al 2005 y así subsecuentemente. La variable de capital físico es representada en este modelo a partir de la inversión fija bruta presentada por el INEGI para la industria farmacéutica nacional. El dato proviene de la Encuesta Industrial anual para el periodo de 1994 a 2003. Se obtuvieron por aparte datos para el periodo 2009 a 2012 de la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera. Para los cinco años faltantes entre 2003 y 2009 se utilizó una técnica estadística de interpolación tomando el comportamiento de los tres años anteriores o los tres años posteriores según el caso.

El dato de personal ocupado se obtuvo también del portal del INEGI, el dato proviene de la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera (EAIM). Por último, para la

variable de producto de la innovación, se utilizó el dato de la cantidad de patentes obtenidas en cada año. Esta información se obtuvo a través del portal de la World Intellectual Property Organization (WIPO), utilizando el sistema llamado Patentscope. Se realizó la búsqueda de todas las patentes solicitadas en México de la clasificación A61K, la cual corresponde a preparaciones médicas, dentales o de propósitos higiénicos.

4.1.1 Hechos Estilizados

Cuadro 16. Inversión Fija Bruta, Índice de Productividad, Personal Ocupado y Patentes solicitadas

Año	Índice Productividad	Inversión Fija Bruta (millones de pesos)	Personal Ocupado	Patentes (Aplicaciones)
1994	96.1	685,242,000	39,201	999
1995	113.0	557,015,905	38,588	406
1996	118.1	931,073,053	38,679	450
1997	125.3	767,846,816	40,488	1,055
1998	125.8	1,135,096,174	42,155	888
1999	122.2	1,088,409,687	44,571	1,152
2000	125.3	1,116,929,293	45,315	1,909
2001	115.1	1,140,218,786	46,560	2,346
2002	118.7	978,328,480	46,061	2,329
2003	120.3	726,858,927	45,708	2,191
2004	117.4	781,901,881	46,044	2,638
2005	129.9	936,698,952	45,095	2,797
2006	131.9	732,489,703	45,850	3,230
2007	130.9	923,354,830	46,328	3,545
2008	128.3	902,842,106	47,812	3,485

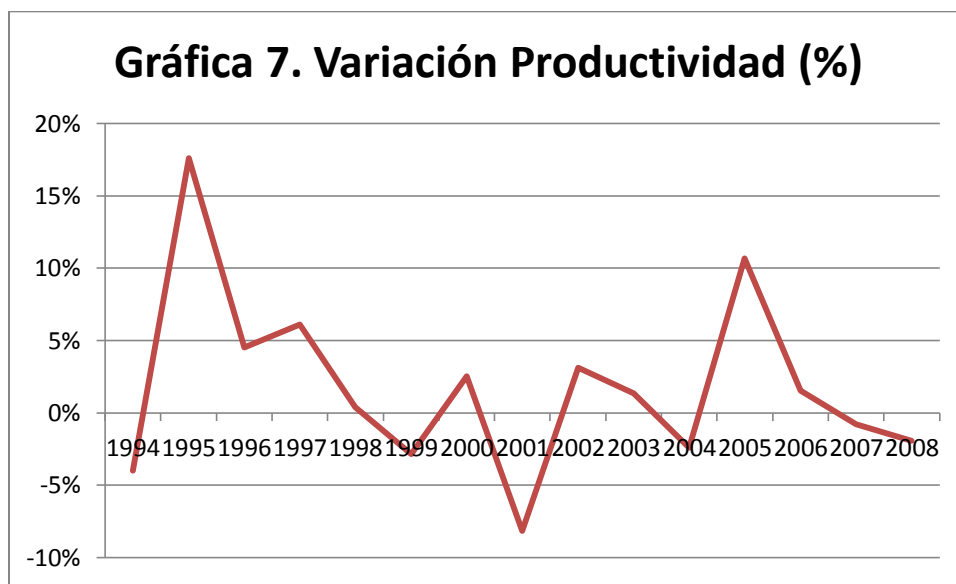
Fuente: elaboración propia con datos de la Encuesta Anual Industrial, Encuesta Mensual de la Industria Manufacturera y World Intellectual Property Organization.

Nota: IFB pesos constantes año base 1994.

Índice de productividad

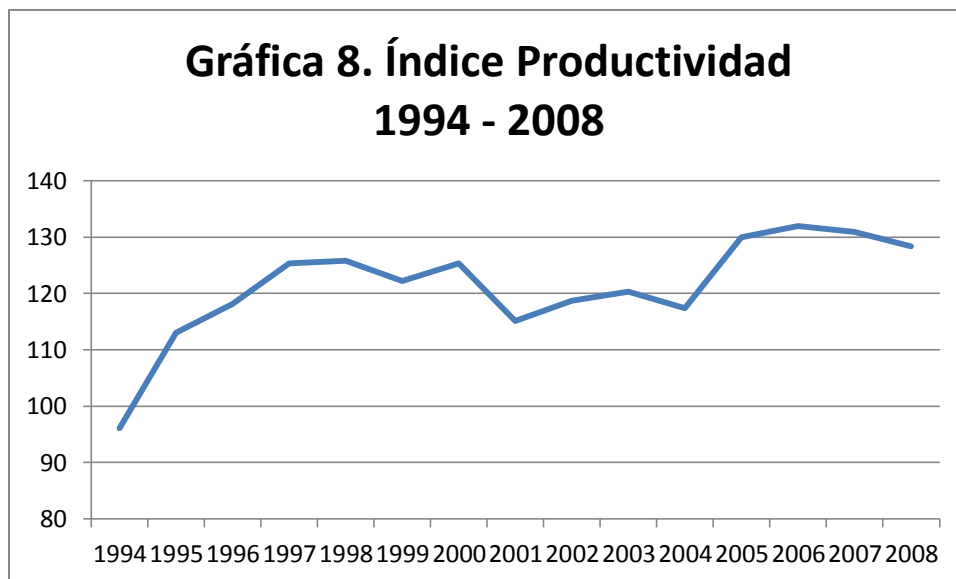
La productividad de la industria farmacéutica mexicana ha tenido un comportamiento creciente en el periodo 1994-2008. De 1994 a 2008 creció en un 34%, sin

embargo presenta un promedio anual de variación del 2% (Ver Gráfica 7), la productividad de la industria manufacturera en su conjunto ha tenido un promedio anual de variación del 4% durante este mismo periodo (INEGI. Dirección General de Contabilidad Nacional y Estadísticas Económicas).



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI. La Industria Química en México, ediciones 2000 y 2005.

El Índice de Productividad se calcula con base el año 1993. En términos absolutos, el Índice de Productividad de la industria farmacéutica en México pasó de 96.1 en 1994 a 128.3 en el 2008, teniendo su punto más alto en el año 2006 (131.9) y su punto más bajo en 1994 (96.1). (Ver Gráfica 8)



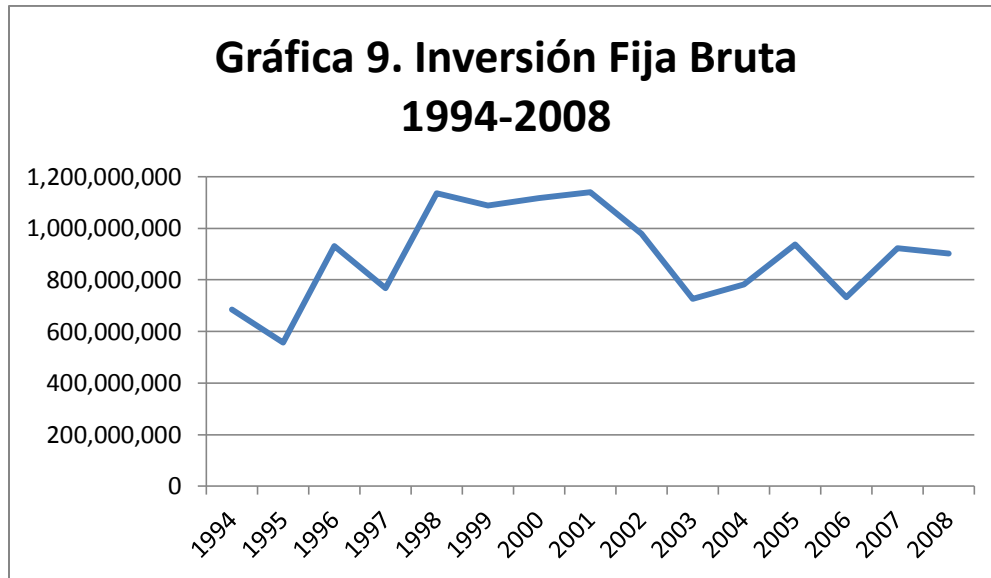
Fuente: Elaboración propia con información del INEGI. La Industria Química en México, ediciones 2000 y 2005.

Inversión fija bruta

La inversión fija bruta se define como el total de la inversión que se realiza en un periodo determinado (un año en este caso), y se refiere al incremento de los activos fijos, incluyendo el gasto para cubrir depreciación.

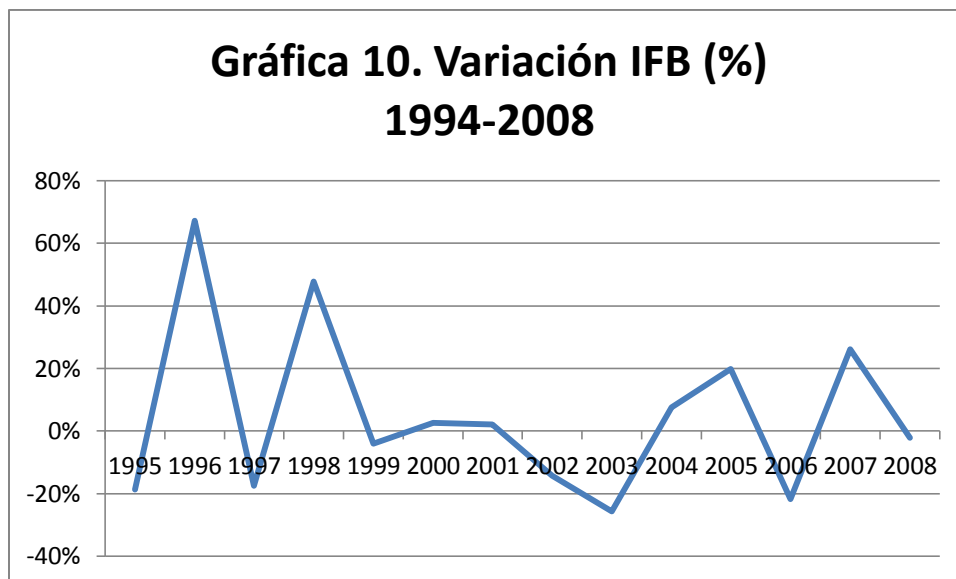
Este indicador proporciona información que permite un amplio conocimiento sobre el comportamiento de la inversión en el corto plazo, misma que está integrada por los bienes utilizados en el proceso productivo durante más de un año y que están sujetos a derechos de propiedad. Este indicador ayuda a comprender si es que el nuevo valor agregado bruto se invierte o se consume.

En el siguiente gráfico se puede observar el comportamiento de la inversión fija bruta en el periodo de 1994 a 2008. Se puede apreciar el importante crecimiento de esta del primer al último año de estudio, pasando de \$685 millones de pesos a \$902 millones en 2008 (crecimiento de 32%). (Véase Gráfica 9)



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI. Encuesta Anual de la Industria Manufacturera.

Al analizar la variación de la inversión fija bruta observamos que su comportamiento ha sido fluctuante. A pesar de que el crecimiento del primer al último año fue grande, durante todo el periodo tuvo altos y bajos, los primeros años fueron los de mayor crecimiento hasta 1999. A partir de este año la inversión presentó un comportamiento más lineal y con algunas caídas como lo podemos observar en la gráfica 10.



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI. Encuesta Anual de la Industria Manufacturera.

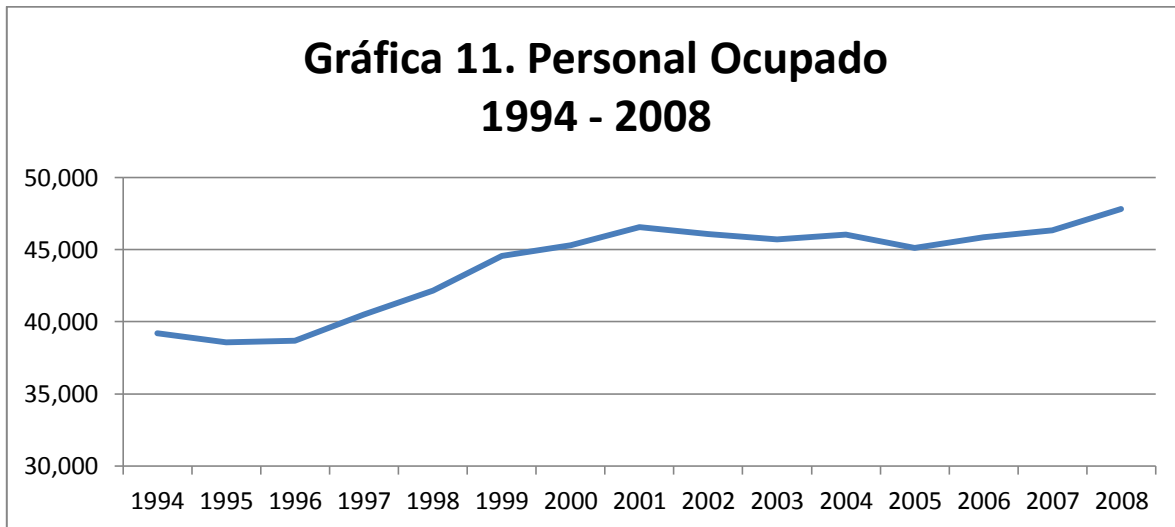
Es interesante analizar el gran despegue de la inversión fija bruta que se da en el periodo de 1994 a 1999. Es en 1994 cuando entra en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte

Personal ocupado

Como ya se mencionó, este dato proviene de la Encuesta Anual de la Industria Manufacturera realizada por el INEGI. Esta encuesta ofrece series de datos anuales desagregados por clases de actividad económica, de esta forma se extrajo el personal ocupado para la rama 3521, referente a la Industria Farmacéutica y Farmoquímica. Este dato se encuentra medido como el promedio anual de los establecimientos dedicados a esta actividad económica.

Como se puede observar en la Gráfica 11 el comportamiento del personal ocupado de la industria farmacéutica ha tenido un comportamiento casi lineal en el periodo que va de

1994 a 2008. El promedio de crecimiento durante este periodo es de apenas un 1.5%, pasando de 39,201 empleados en 1994 a 47,812 empleados en 2008.



Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI. Encuesta Anual de la Industria Manufacturera.

Esto es congruente con los datos de personal ocupado para el total de la industria manufacturera. Esta industria presentó un promedio de crecimiento anual del 0.9% para el periodo 1994-2008. Promedio ligeramente inferior al de la industria farmacéutica. (INEGI, 2008)

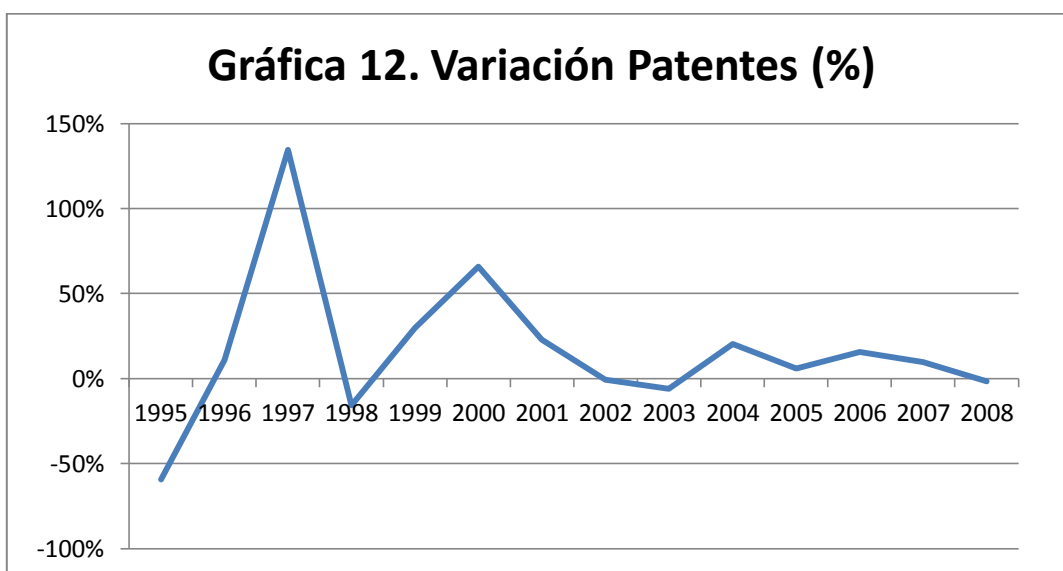
El personal ocupado de la industria farmacéutica representa alrededor del 3% del empleo total de la industria manufacturera para el periodo de estudio de este trabajo.

Patentes

Esta es la variable a la que habrá que prestar la mayor atención ya que es la de mayor importancia para este trabajo. Es la variable que representa la innovación registrada de la industria y es el producto de la I+D. Las patentes son usadas como una medida de la innovación de una industria o un país. Es importante comprender el comportamiento de

estas para el periodo de estudio ya que como se explicó anteriormente es a partir de 1994 que entran en vigor las modificaciones al régimen de propiedad industrial, protegiendo el producto obtenido por un periodo de 20 años.

La información sobre patentes fue extraída del portal de la WIPO buscando la clase A61K. Se obtuvo el número de aplicaciones para cada año, de 1994 a 2008. El crecimiento del número de patentes ha sido muy relevante durante este periodo, de 1994 a 2008 el número aumento en un 249%, pasando de 999 a 3,485. El promedio de crecimiento durante este periodo ha sido de 16.6%.



Fuente: Elaboración propia con datos de la World Intellectual Property Organization.

Cómo se puede observar en la gráfica 12, a partir de 1995 hubo un despegue importante en el número de aplicaciones, esto se debe, como ya se mencionó, a los cambios en el régimen de propiedad intelectual de 1994. A partir del año 2000, las fluctuaciones del número de aplicaciones han sido mucho menores. Es importante remarcar que las aplicaciones aquí representadas son procedentes de México, esto no implica que el

investigador o la empresa sean de origen mexicano, sin embargo se considera que la investigación fue realizada dentro del país.

4.1.2 Estimación

La primera prueba implementada para determinar la pertinencia de este modelo fue realizar la matriz de correlaciones de las variables seleccionadas. Al cruzar las correlaciones de las variables se obtuvo el siguiente resultado:

	prod	ifb	personal	pat
prod	1.0000			
ifb	0.6647	1.0000		
personal	0.5289	0.8359	1.0000	
pat	0.5328	0.6254	0.8795	1.0000

La matriz nos indica un buen nivel de correlación de las variables independientes vs la variable dependiente. Todas las correlaciones se encuentran por encima del 0.5. De esta manera podemos continuar con la estimación del modelo.

El modelo presenta la siguiente estructura $Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \varepsilon$. Donde Y_t es el índice de productividad, el cual se encuentra en función de X_1 que es la Inversión Fija Bruta, X_2 refiriéndose al personal ocupado de la industria, y X_3 que es el número de patentes obtenidas cada año, más un término de error ε .

Los signos esperados de los coeficientes serían positivos para la Inversión Fija Bruta y las Patentes, ya que una buena inversión en maquinaria y un alto nivel de innovación impactarían positivamente sobre la productividad de la industria. Para el caso del personal ocupado, es posible esperar un signo negativo, ya que un alto número de trabajadores puede tener efectos negativos sobre la productividad.

Para la elaboración de un modelo sencillo como este, comúnmente se emplea la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Esta técnica toma como base la media muestral para el

cálculo de estimadores cuando la distribución presente evidentes indicios de simetría, sus colas no resulten ser excesivamente pesadas y, por tanto, la presencia de observaciones anómalas sea altamente improbable. Para poder implementar esta técnica es necesario asumir por tanto una distribución normal, si se consigue asumir esta hipótesis, los estimadores serán los más óptimos y prácticamente inmejorables. (Carbonero, Ramírez, Hervás, & Ortiz, 2005)

Si bien en la práctica esta situación puede ser supuesta con bastante frecuencia, esta hipótesis no debe de ser automáticamente asumida, principalmente en situaciones donde se presentan pocas observaciones, procedentes de distribuciones manifiestamente asimétricas o en las que se hallen observaciones atípicas. (Carbonero, Ramírez, Hervás, & Ortiz, 2005)

En este caso, la media deja de ser la medida óptima de posición y los estimadores se comportaran de manera poco precisa. Este es el caso de este modelo, en el cual se cuenta únicamente con 15 años de información y no es posible asumir una distribución normal. Para estos casos se sugiere entonces la implementación de estimadores robustos. Un ejemplo es la utilización de la mediana en vez de la media muestral, este es un estadístico mucho más robusto por su mayor insensibilidad a la presencia de irregularidades. Por esta recomendación, el modelo aquí presentado utiliza la técnica de estimadores robustos para lograr obtener mejores resultados.

Además, tomamos el supuesto de que las patentes no tienen un efecto inmediato sobre la productividad, ya que la aplicación de estas innovaciones toma tiempo en surtir efecto. Después de analizar su comportamiento, se llegó a la conclusión que esta variable presenta un rezago de tres periodos. La estimación del modelo de productividad queda de la siguiente manera:

Linear regression

Number of obs = 12
 F(3, 8) = 17.26
 Prob > F = 0.0007
 R-squared = 0.5494
 Root MSE = 4.3562

prod	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
ifb	1.09e-08	1.86e-09	5.85	0.000	6.60e-09	1.52e-08
personal	-.0032564	.0005364	-6.07	0.000	-.0044933	-.0020194
pat L3.	.0073038	.0019103	3.82	0.005	.0028986	.011709
_cons	234.637	20.10604	11.67	0.000	188.2724	281.0016

Los resultados del modelo son satisfactorios por los siguientes motivos:

- La probabilidad del estadístico F es $0.0007 < 0.05$, lo que indica que el modelo es significativo a nivel global
- La R^2 es de 0.549, lo que indica un buen ajuste del modelo
- Los coeficientes presentan los signos esperados; ifb(+), personal(-), l3.pat(+)
- Las probabilidades de las variables independientes y de la constante son menores a 0.05, lo que quiere decir que se rechaza la hipótesis de que no son significativas

Es importante remarcar que el coeficiente de la Inversión Fija Bruta es sumamente pequeño, por lo cual el impacto de esta variable puede considerarse casi desestimable, sin embargo, las otras dos variables presentan coeficientes más altos, los cuales si pudieran tener repercusiones importantes sobre la variable dependiente, principalmente la variable de patentes, la cual es además, el producto del tema central de estudio de este trabajo.

Se procedió a realizar las pruebas pertinentes para que el modelo sea aceptable. La primera prueba aplicada fue la prueba de Ramsey para la forma funcional. Esta prueba presenta las siguientes hipótesis:

H0: No hay variables omitidas

H1: Hay variables omitidas


```

Ramsey RESET test using powers of the fitted values of prod
Ho: model has no omitted variables
      F(3, 5) =      0.21
      Prob > F =      0.8860

```

La probabilidad es mayor a 0.05, por lo cual no se rechaza H_0 .

La siguiente prueba efectuada fue la prueba VIF (variance inflation factor) para multicolinealidad.

Variable	VIF	1/VIF
personal	3.79	0.263909
ifb	2.47	0.404305
pat		
L3.	2.38	0.419305
Mean VIF	2.88	

El valor medio de 2.88 se considera un valor aceptable, cercano a 1, que indica ausencia total de multicolinealidad.

Se continúa para probar la presencia de heteroscedasticidad. Esto hace referencia al problema que ocurre cuando la varianza no es constante. Implica el incumplimiento de una de las hipótesis básicas sobre las que se asienta el modelo de regresión lineal. Las consecuencias de esto serían que hubiera un error en el cálculo del estimador de la matriz de varianzas y covarianzas de los estimadores de mínimos cuadrados y la pérdida de eficiencia del estimador. Para esto se aplica la prueba de White para heteroscedasticidad:

```

white's test for Ho: homoskedasticity
against Ha: unrestricted heteroskedasticity
      chi2(9) =      3.89
      Prob > chi2 =      0.9187

```

Cameron & Trivedi's decomposition of IM-test

Source	chi2	df	p
Heteroskedasticity	3.89	9	0.9187
skewness	3.49	3	0.3222
Kurtosis	2.13	1	0.1447
Total	9.50	13	0.7340

La prueba presenta una probabilidad de $0.9187 > 0.05$, por lo cual no rechazamos la hipótesis nula de homoscedasticidad. Podemos asumir que la varianza es constante.

Finalmente, se procede a demostrar la ausencia de correlación serial dentro del modelo. Es necesario detectar la presencia de dependencia serial que no haya sido considerada dentro del modelo propuesto ya que, si llegara a presentarse, los parámetros serían sub óptimos y llevarían a conclusiones erróneas.

La primera prueba aplicada es el estadístico Durbin Watson. Este estadístico arroja valores entre 0 y 4. La H_0 indica ausencia de autocorrelación. Valores entre 2 y 3 nos llevan a no rechazar H_0 , mientras que valores más alejados nos llevan a rechazarla, es decir existe presencia de autocorrelación.

`Durbin-watson d-statistic(4, 12) = 2.197759`

La prueba arroja un estadístico de 2.19, por lo cual no rechazamos H_0 .

Se realizó además la prueba alternativa de Durbin para correlación serial. Esta prueba presenta las mismas hipótesis pero utiliza una probabilidad χ^2 . El resultado obtenido fue el siguiente:

`Durbin's alternative test for autocorrelation`

<code>lags (p)</code>	<code>chi2</code>	<code>df</code>	<code>Prob > chi2</code>
1	0.100	1	0.7523

`H0: no serial correlation`

La probabilidad de 0.75 es mayor a 0.05, por lo cual no rechazamos H_0 , con esto podemos concluir que no existe autocorrelación dentro del modelo.

5. CONCLUSIONES

Al adoptar los modos de producción y al alcanzar los niveles de cualificación de los países ricos, los países menos desarrollados reducen su retraso en productividad y hacen progresar sus ingresos. Este proceso de convergencia tecnológica puede verse favorecido por la apertura comercial, pero se trata fundamentalmente de un proceso de difusión de los conocimientos y de compartir el saber –el bien público por excelencia-, y no de un mecanismo de mercado. (Piketty, 2014)

A lo largo de este trabajo se ha profundizado en la importancia que tienen el conocimiento y la innovación para el desarrollo de un país. Esto, a través del impacto sobre la productividad. Las industrias de un país son el motor económico de estos, el cual se ve impulsado y a la vez limitado por el progreso técnico de cada uno. Las limitaciones surgen cuando un país es incapaz de elevar la productividad de sus industrias, lo cual lo imposibilita a ser un competidor internacional y además lo enfrenta con problemas al presentarse siempre una demanda creciente por parte de los consumidores. Debido a esto, se vuelve de suma importancia para los países en desarrollo combatir estos estancamientos de productividad, y una de las soluciones más importantes es a través del progreso técnico, fruto de la investigación desarrollada dentro del país, la cual no debe encontrarse limitada al ámbito académico, sino que debe actuar de la mano con las empresas provenientes de distintas industrias para así lograr su desarrollo, es decir, obtener la I+D.

El modelo aquí desarrollado sustenta la hipótesis del trabajo. La innovación representa una pieza importante en el incremento de la productividad. En los resultados del modelo se observa como el gasto en inversión fija bruta y la cantidad de patentes obtenidas por año son significativas y guardan una relación positiva frente a la productividad. La

inversión fija bruta puede resultar relevante, de una manera modesta, ya que la aplicación de maquinaria y equipo moderno mejoran el modo de producción. La cantidad de patentes obtenidas es el producto directo de la innovación y su consecuente aplicación lleva a mejores y más eficientes procesos dentro de la producción, o séase, eleva los niveles de productividad. Es sumamente importante comprender que las patentes mejoran, con cierto retardo el desempeño de la productividad, sin embargo, existen estudios empíricos que desmienten esto; la razón de esto es que los laboratorios multinacionales realizan investigación en el país y patentan, pero resulta incierto, por decir menos, que estas patentes mejoren el proceso productivo dentro del país donde se patenta.

La industria farmacéutica es una de las mayores áreas de innovación por excelencia. Esta ha sido desde sus inicios el producto de la investigación. El propósito último de las actividades que realiza la industria farmacéutica es el de minimizar los padecimientos que afligen a las personas y maximizar su bienestar, esto lo logra a través de la investigación y desarrollo de bienes terapéuticos que, una vez introducidos en los mercados a los que concurren los pacientes optimices el acceso oportuno a la prestación de los servicios dispuestos por el sistema de salud. Su importancia para el sistema de innovación de un país ya fue explicada dentro de este trabajo, una función cardinal para el pleno desenvolvimiento de este sector productivo reside en los esfuerzos que este mismo lleva cabo en materia de I+D de nuevos bienes terapéuticos. De esta manera, la productividad de la Industria Farmacéutica está basada en la innovación, dada la calidad y cantidad de recursos que invierte en el rubro de investigación.

Los encadenamientos productivos son uno de los mayores fuertes de esta industria (tanto hacia adelante como hacia atrás), su vinculación con distintas actividades primarias, otras industrias y el comercio exterior, la convierten en un jugador central. Los esfuerzos para

darle atención a esta industria dentro del país son claros, es por esto que la CANIFARMA y las asociaciones que la comprenden han realizado trabajos para comprender a fondo la estructura de la industria, tanto de la producción como de la investigación y desarrollo que lleva detrás.

La inversión fija bruta resulta relevante ya que la aplicación de maquinaria y equipo moderno mejoran el modo de producción. La cantidad de patentes obtenidas resulta aún más relevante ya es el producto directo de la innovación y su consecuente aplicación lleva a mejores y más eficientes procesos dentro de la producción, o séase, eleva los niveles de productividad.

Difícilmente puede cuestionarse el hecho de que las economías más prósperas tienen una mayor tendencia marcada a invertir en investigación y desarrollo. Es importante remarcar que en el caso de los países en desarrollo la política de innovación debe de competir por atención contra las necesidades sociales que se presentan de manera urgente. Aun así, los países de reciente industrialización transformaron rápidamente sus economías en sistemas muy competitivos basados en el conocimiento como consecuencia de inversiones intensivas en tecnología e innovación.

Como menciona Piketty, este proceso no es simplemente un resultado de los mecanismos de mercado, requiere el apoyo de un ente mayor que promueva la difusión del conocimiento y estimule la política de innovación. La difusión de los conocimientos sólo es parcialmente natural y espontánea, también depende en gran medida de las políticas seguidas en materia de educación, y de acceso a la información y las cualificaciones apropiadas, así como de las instituciones creadas en este campo. El apoyo institucional resulta clave para el proceso de la generación de innovación. La propensión de una empresa a participar en actividades de innovación está fuertemente relacionada con la existencia de

financiamiento público para innovación, la protección formal de la propiedad intelectual, la cooperación tecnológica con otras empresas, así como con laboratorios y universidades.

Resultan de suma importancia los nexos entre la industria y el sistema nacional de innovación. La colaboración guiada por la tecnología se ve asociada a inversiones más altas en I+D y en innovación en general.

BIBLIOGRAFÍA

- Foro Consultivo Científico y Tecnológico. (2006). *Diagnóstico de la política científica, tecnológica y de fomento en México (2000-2006)*. México.
- Aboites, J. (2005). Cambio institucional internacional de los derechos de propiedad intelectual. En A. Guzmán, & G. Viniegra, *Industria farmacéutica y propiedad intelectual: los países en desarrollo*. México: Miguel Ángel Porrúa, UAM-Iztapalapa, Poder Legislativo-Cámara de Diputados, LIX Legislatura.
- Aboites, J., & Soria, M. (2008). *Economía del conocimiento y propiedad intelectual. Lecciones para la economía mexicana*. México: Siglo XXI.
- Arvanitis, R., & Villavicencio, D. (2000). Learning and innovation in the chemical industry. En M. Cimoli, *Developing innovation systems. Mexico in a global context* (págs. 189-205). Londres.
- Barragán, E. (2006). Investigación y Desarrollo Tecnológico en la Industria Farmacéutica en México. ¿Existe un vínculo eficaz entre la academia y la industria? En ANAFAM, *La industria farmacéutica mexicana. Orígenes desarrollo y perspectivas*. (págs. 115-120). México: ANAFAM/Porrúa.
- Bell, M., & Pavitt, K. (1992). *La acumulación de capacidades tecnológicas en los países en desarrollo*. World Bank, Proceeding of the World Bank Annual Conference on Development Economics.
- BID. (2010). *La era de la productividad. Cómo transformar las economías desde sus cimientos*. Fondo de Cultura Económica.
- Brown, F., & Domínguez, L. (2013). La Productividad, Reto de la Industria Mexicana. *Comercio Exterior*, Vol.63, Núm. 3, 12-23.
- CANIFARMA. (2012). *I Censo de la Industria Farmacéutica en México*. México: Bermellón.

- CANIFARMA. (2015). *II Compendio Estadístico de la Industria Farmacéutica en México*. México: Bermellón.
- COFEPRIS. (2005). *Hacia una política farmacéutica integral para México*. México.
- Crépon, Duguet, & Mairesse. (1998). Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level. *NBER Working Paper Series, Cambridge*.
- Cruz, Á. (2005). Farmoquímicas en retroceso luego de apertura comercial. *La Jornada*.
- De María, M. (1977). La industria farmacéutica en México. *Comercio Exterior*. Vol. 27, Núm. 8.
- Dore, R. (1973). *British Factory-Japanese Factory: The Origins of National Diversity in Industrial Revolution*. Berkeley: University of California.
- Dosi, G., Pavitt, K., & Soete, L. (1993). *La economía del cambio tecnológico y el comercio internacional*. México: Conacyt-Secofi.
- Dynarax Systems. (s.f.). Introducción al Sistema Kanban.
- Eduardo, L. (2006). La Evolución de la Industria Farmacéutica en México. En ANAFAM, *La industria farmacéutica mexicana. Orígenes desarrollo y perspectivas* (págs. 21-27). México: ANAFAM/Porrúa.
- Frati, A., & Martínez, E. (2006). Retos para la adopción de una política farmacéutica. En ANAFAM, *La industria farmacéutica mexicana. Orígenes desarrollo y perspectivas*. (págs. 163-167). México: ANAFAM/Porrúa.
- García, H. (2006). La evolución de la industria farmacéutica en México, orígenes y desarrollo. En ANAFAM, *La industria farmacéutica mexicana. Orígenes desarrollo y perspectivas* (págs. 3-20). México: ANAFAM/ Porrúa.
- Godínez, R., & Aceves, P. (2012). La regulación del medicamento industrial en México (1926-1937). *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas, Vol.43*.

- Gómez, H. (2007). ¿Investigación y desarrollo?: Capacidades tecnológicas sin innovación. El caso de la industria farmacéutica mexicana. En M. Sánchez, *Innovación tecnológica en la globalización* (págs. 75-112). México: IPN-CIECAS.
- Griliches, Z. (1986). Productivity, R&D and the basic research at the firm level in the 1970's. *American Economic Review* 76, 141-154.
- Guerrero, R., & Roberto, G. (2011). Los ADPIC y el TLCAN en la industria farmacéutica mexicana: Un análisis TradeCAN. *Economía: Teoría y Práctica. Nueva Época. Núm. 35, Julio-Diciembre*, 93-129.
- Guzmán, A., & Guzmán, M. V. (2009). ¿Poseen capacidades de innovación las empresas farmacéuticas de América Latina? La evidencia de Argentina, Brasil, México y Cuba. *Economía: Teoría y Práctica. Vol. 1, Noviembre*, 131-178.
- Guzmán, A., & Pluvia, M. (2004). Patentes en la Industria Farmacéutica de México: los efectos en la investigación, el desarrollo y en la innovación. *Comercio Exterior, Vol.54, Núm.12*, 1104-1121.
- Houndshell, D., & Smith, J. (1988). *Science and corporate strategy: Du Pont R&D*. New York: Cambridge University Press.
- KPMG. (2006). *La Industria Farmacéutica en México*. México.
- León, F. (2008). Génesis de la Sociedad Química Mexicana. *Revista Ciencias. UNAM. . No.89* .
- Lhuillery, S. (s.f.). The impact of corporate governance practices on R&D efforts: a look at shareholders' rights, cross-listing, and control pyramid. *Industrial and Corporate Change, Volume 20, Number 5* , 1475–1513.
- Mazzoleni, R. (s.f.). Before Bayh–Dole: public research funding, patents, and pharmaceutical innovation (1945–1965). *Industrial and Corporate Change, Volume 20, Number 3*, 721–749.

- Mowery, D. C., & Rosenberg, N. (1999). *Paths of Innovation: Technological change in 20th century America*. Cambridge: University of Cambridge.
- Nelson, R. R. (1993). *National Innovation Systems: A comparative analysis*. Oxford University Press.
- Nelson, R., Peck, M. J., & Kalachek, E. D. (1967). *Technology, Economic Growth, and Public Policy*. Brookings Institution.
- Nooteboom, B. (2000). Learning and Innovations in organizations and Economies. *Oxford University Press, Nueva York*.
- Pérez, C. (2001). *Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil*. Chile: CEPAL.
- Rivera, M. Á., & Almaráz, A. (2013). *La Subcontratación Internacional en México. Una aproximación desde la perspectiva del desarrollo tardío asiático y del desafío de China*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rosenberg, N. (1994). *Exploring the Black Box: Technology, Economics and History*. Cambridge: University of Cambridge.
- Rosenberg, N. (2000). *Schumpeter and the Endogeneity of Technology. Some American Perspective*. Londres: Routledge.
- Scherer, F. M. (1999). *New Perspective on Economic Growth and Technological Innovation, British-North American Committee*. Washington DC: Brookings Institute Press.
- Soria. (1980). Estructura y comportamiento de la industria farmacéutica en México. El papel de las empresas trasnacionales. *Cuadernos Universitarios, no. 5, México: UAM-I*.
- Stern, I. (2006). La Industria Farmacéutica Mexicana: Su Desarrollo y Evolución en el Mercado Actual. En ANAFAM, *La industria farmacéutica mexicana. Orígenes desarrollo y perspectivas*. (págs. 29-33). México: ANAFAM/Porrúa.

Uribe, J. (2005). Las reformas de las leyes de patentes en la industria farmacéutica de México. En A. Guzmán, & G. Viniegra, *Industria Farmacéutica y Propiedad Intelectual: Los países en desarrollo*. México: Miguel Ángel Porrúa, UAM-Iztapalapa, Poder Legislativo-Cámara de Diputados, LIX Legislatura.