

Mundo Siglo XXI

Revista del Centro de Investigaciones Económicas,
Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional

EL MUNDO SEGÚN ANDRÉ GUNDER FRANK
GIOVANNI ARRIGHI

**GLOBALIZACIÓN: ¿DEBILITAMIENTO O
RECONFIGURACIÓN DE LOS ESTADOS DEL NORTE?**
GÉRARD KÉBABDJIAN

70

Aniversario
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
1936 • 2006

**DESARROLLO SOSTENIBLE
EN EL SECTOR DEL AGUA**
PIERRE BARET/FRANCOIS PETIT

POLÍTICAS AMBIENTALES EN MÉXICO
FRANCISCO ALMAGRO VÁZQUEZ

**LA NATURALEZA Y
SUS FORMAS DE APROPIACIÓN**
ROQUE CARRASCO

ECONOMÍA Y ESPACIO URBANO
GEORGINA ISUNZA

MERCADO INTERNACIONAL DE BONOS
MANUEL DÍAZ MONDRAGÓN

IMITACIÓN E INNOVACIÓN
HORTENSIA GÓMEZ



No. 6, Otoño 2006

"La Técnica al Servicio de la Patria"



ISSN 1870-2872

www.ipn.mx



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

DIRECTORIO

José Enrique Villa Rivera
Director General

Efrén Parada Arias
Secretario General

José Madrid Flores
Secretario Académico

Luis Antonio Cardenas Ríos
Secretario Técnico

Luis Humberto Fabila Castillo
Secretario de Investigación y Posgrado

Manuel Quintero Quintero
Secretario de Extensión e Integración Social

Víctor Manuel López López
Secretario de Servicios Educativos

Mario Alberto Rodríguez Casas
Secretario de Administración

Luis Eduardo Zedillo Ponce de León
Secretario Ejecutivo de la Comisión de Operación y Fomento de Actividades Académicas

Jesús Ortiz Gutiérrez
Secretario Ejecutivo del Patronato de Obras e Instalaciones

Luis Alberto Cortés Ortiz
Encargado del Despacho de la Oficina del Abogado General

Fernando Fuentes Muñiz
Coordinador de Comunicación Social

Mario Sánchez Silva
Director del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales

Índice

Editorial 1

Fundamentos y Debate



Giovanni Arrighi

El mundo según André Gunder Frank 5



Gérard Kébabdjian

Globalización: ¿Debilitamiento o Reconfiguración de los Estados-Nación en los países del Norte? 19



Pierre Baret/François Petit

Aprendizaje Organizacional de la Responsabilidad Social Empresarial: Un caso de desarrollo sostenible en el sector del agua 33



Francisco Almagro Vázquez

La dimensión ambiental en el PIB y políticas ambientales en México 43



Roque Carrasco

La naturaleza y sus formas de apropiación en contradicción 55

Mundo Siglo XXI es una publicación del Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales del Instituto Politécnico Nacional. Año 2006 número 6, revista trimestral, octubre 2006. Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo del Título Número 04-2005-062012204200-102, Certificado de Licitud de Título Número 13222, Certificado de Licitud de Contenido Número 10795, ISSN 1870 - 2872. Impresión: Estampa artes gráficas, privada del Dr. Márquez No. 53. Tiraje: 2,000 ejemplares. Establecimiento de la publicación, suscripción y distribución por: Centro de Investigaciones Económicas, Administrativas y Sociales, IPN, Lauro Aguirre No. 120, Col. Agricultura, C.P. 11360, México D.F., Tel: 5729-60-00 Ext. 63117; Fax: 5396-95-07. e-mail. ciecas@ipn.mx. Precio del ejemplar en la República mexicana: \$40.00. Las ideas expresadas en los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores. Se autoriza la reproducción total o parcial de los materiales, siempre y cuando se mencione la fuente. No se responde por textos no solicitados.


Mundo Siglo XXI



Artículos y Miscelánea

-  **Georgina Isunza**
Economía y espacio urbano. Encuentros y desencuentros en el campo de las teorías 67
-  **José García Ayala**
Métodos y técnicas cualitativas en la investigación de la ciudad 79
-  **Manuel Díaz Mondragón**
Características básicas del Mercado Internacional de Bonos 87
-  **Fernando García/Lucrecia Flores/Lucio Medina**
Patentar o no patentar 95
-  **Hortensia Gómez**
Imitación e Innovación. Dos fases del desarrollo de capacidades Tecnológicas 101

Proyección CIECAS

-  **Construcción de espacio virtual de acopio, análisis y opinión académica en el IPN sobre el desarrollo social en América Latina** 115

Mundo Siglo XXI agradece ampliamente al profesor Sergio Elizea por facilitarnos el acceso a una de sus más recientes pinturas, *La máscara de la política* para elaborar con base en ella nuestra portada.

Mundo Siglo XXI

Luis Arizmendi
Director

CONSEJO EDITORIAL

Jaime Aboites, Víctor Antonio Acevedo, Carlos Aguirre, Francisco Almagro (Cuba), Guillermo Almeyra (Argentina), Elmar Altvater (Alemania), Jestis Arroyo, Guillermo Aullet, Alicia Bazarte, Sergio Berumen, Julio Boltvinik, Joel Bonales, Atilio Borón (Argentina), Roberto Castañeda, Filiberto Castillo, Axel Didrikson, Bolívar Echeverría (Ecuador), Carlos Fazio, Magdalena Galindo, Alejandro Gálvez, Juan González García, Jorge Gasca, Diódoro Guerra, Oscar Guerra, Héctor Guillén (Francia), John Holloway (Irlanda), Michel Husson (Francia), Ramón Jiménez, Argelia Juárez, María del Pilar Longar, Luis Lozano, Irma Manrique, Ramón Martínez, Francis Mestries, Humberto Monteón, Alberto Montoya, David Moreno, Alejandro Mungaray, Abel Ogaz, Enrique Rajchenberg, Federico Reina, Humberto Ríos, Gabriela Riquelme, Luis Arturo Rivas, Blanca Rubio, Américo Saldivar, José Augusto Sánchez, John Saxe-Fernández (Costa Rica), Horacio Sobarzo, José Sobrevilla, Abelino Torres Montes de Oca, Carlos Valdés, Guillermo Velázquez

David Márquez
Diseño Gráfico

Xóchitl Morales
Corrección de Estilo y Formación

Claudia Rivera
Octavio Aguilar
Corrección de Estilo

Raquel Barrón
Secretaría

Imitación e Innovación: Dos fases del desarrollo de capacidades Tecnológicas

La evidencia empírica en la industria farmacéutica de países desarrollados y en desarrollo

HORTENSIA GÓMEZ VIQUEZ *

RESUMEN: La imitación y la innovación en el proceso de descubrimiento y desarrollo de fármacos requieren de la presencia de capacidades tecnológicas, por ende, éstas son un elemento esencial para la industria farmacéutica. En este trabajo se presenta una discusión sobre diferentes factores externos que han afectado la formación y acumulación de capacidades tecnológicas de imitación e innovación en la industria farmacéutica de países desarrollados y en desarrollo. Los resultados sugieren que la dinámica entre factores industriales y nacionales, la cual no es homogénea en los países, ha generado el acceso diferenciado al conocimiento y a las nuevas tecnologías, promoviendo en algunos casos el fortalecimiento de la industria (Estados Unidos, Reino Unido, Alemania y Francia), y en otros, el desplazamiento de una fase imitativa a otra de innovación endógena (Japón, Canadá, Corea del Sur e India), lo que ha permitido lograr una posición competitiva más favorable. Por lo contrario, en México la falta de integración entre factores nacionales e industriales provoca la dependencia y el estancamiento.

Introducción

Diversos estudios han contribuido a esclarecer las razones por las cuales la industria farmacéutica ha logrado avanzar hacia la innovación en algunos países y en otros no. En particular, en esta investigación se ha identificado básicamente a la formación y acumulación de capacidades tecnológicas de imitación e innovación como el elemento esencial de la innovación en la industria farmacéutica, las cuales son impulsadas o inhibidas por un conjunto de factores externos, nacionales e industriales, a la empresa. El objetivo de este capítulo es identificar los factores externos que fortalecen o debilitan el proceso de formación y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria farmacéutica de países desarrollados (Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Francia, Japón y Canadá) y en desarrollo (México, India y Corea del Sur), en el periodo 1978-2000.

* Doctora en estudios sociales por la Universidad Autónoma Metropolitana.
Profesora del Instituto Politécnico Nacional.

La interrogante planteada es la siguiente: ¿los cambios en las políticas gubernamentales, en las instituciones y en la regulación aplicada a la industria farmacéutica en diferentes países han favorecido o bloqueado los procesos de imitación e innovación? En esta investigación, acorde a diferentes estudios empíricos, el desarrollo o inhibición de las capacidades tecnológicas de la industria farmacéutica, expresadas por el nivel de patentes, se vincula a características específicas, observables y cuantitativas identificadas en el contexto definido por factores nacionales (insumos locales para la innovación, ámbito institucional y política gubernamental) e industriales (esfuerzos de innovación, diseminación y estructura industrial) en países específicos a través del tiempo.

De las capacidades tecnológicas depende el tránsito de una fase imitativa a otra de innovación endógena y, por ende, a una posición más competitiva, por lo tanto, es indispensable identificar a los factores que han contribuido u obstaculizado su formación. Consideramos que este estudio es de sumo interés para la industria, puesto que en sectores basados en la ciencia y la innovación es la variable determinante del nivel de competitividad alcanzado.

Este capítulo se divide en cuatro partes. En la primera, se identifican los factores nacionales e industriales que afectan a la formación y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria farmacéutica global; en la segunda, se expone el modelo propuesto; en la tercera, se muestran los resultados y su análisis cualitativo. Finalmente, se presentan las conclusiones del trabajo.

1. Formación y acumulación de capacidades tecnológicas

En años recientes se han realizado diferentes investigaciones enfocadas al estudio del rol de las innovaciones en el crecimiento económico, así como de los factores que explican la presencia de éstas. No obstante, el liderazgo tecnológico en las industrias basadas en la ciencia sólo lo han logrado algunos países: ¿Por qué algunos países logran dar el paso hacia la innovación mientras que otros permanecen rezagados o como imitadores? La globalización ha favorecido el flujo de la ciencia básica entre los países. Existen redes de comunicación global, relativa apertura de los mercados, y comercio internacional creciente, es decir, existe un flujo permanente y creciente de conocimiento. Este fenómeno es particularmente observable en la industria farmacéutica, entonces, si las oportunidades tecnológicas se dan a conocer en todos los países, por qué sólo en algunos se logran las innovaciones. En el caso del sector farmacéutico, como en otros, las respuestas se vinculan a la presencia de capacidades tecnológicas, las cuales están relacionadas a políticas públicas, el marco institucional, los esfuerzos tecnológicos y la estructura de la industria, así como la diseminación del conocimiento.

Existe una amplia discusión sobre lo que son las capacidades tecnológicas y sus factores determinantes. En particular, en este trabajo se retoma la definición propuesta por Kim (1997), es decir, se entiende por capacidades tecnológicas a las habilidades para aprender a través de las modificaciones a las tecnologías adoptadas, así como su adaptación a las características específicas de la localidad. Este proceso permitirá mejorar incrementales, mismas que pueden llevar a cambios radicales. Esto es, la acumulación de capacidades tecnológicas se refleja en la imitación, pero en el largo plazo se espera culminen en la innovación; es decir, las capacidades tecnológicas se reflejan en los procesos de absorción del conocimiento, imitación e innovación. No obstante, la innovación es la fase culminante y la que requiere mayor esfuerzo, por lo que su presencia asume la existencia de capacidades tecnológicas de alto nivel.

El indicador de innovación seleccionado debe ser una medida comparativa en todos los países. La patente es un indicador de resultado, no perfecto, que refleja una parte del conocimiento (y la habilidad para manejarlo) desarrollado por la empresa (Hidalgo, 2003). Además, es un dato disponible para todos los países y reconocido en diferentes trabajos (Griliches, 1984 y 1990; Dosi, Pavitt y Soete, 1990; Eaton y Kortum, 1996 y 1998). Verspagen y Schoenmakers (2000) definen a las patentes como capacidades tecnológicas.

Respecto a los factores determinantes de la formación y acumulación de capacidades tecnológicas, indudablemente el aprendizaje y la habilidad para usar la tecnología depende exclusivamente del esfuerzo tecnológico interno, es decir, dichas capacidades son un producto endógeno a la empresa. En esta línea, algunos niegan el peso de factores externos (Rothwell y Zegveld, 1981), pero otros ponderan el efecto de la regulación en la formación de capacidades tecnológicas y, por consiguiente, en la innovación. En particular, las investigaciones realizadas en los países de reciente industrialización han dado evidencia de la presencia de diferentes factores externos a la empresa —condiciones macroeconómicas, institucionales, entre otras— que afectan el desempeño de sus capacidades tecnológicas, determinando el desarrollo industrial y económico alcanzado por el país (Amsden, 1989; Bardhan, 1996). Los estudios se circunscriben a un país, y muestran algunos elementos comunes a varios países, pero también identifican factores distintivos que afectan a las capacidades tecnológicas de las industrias.

En este ámbito de ideas, se propone un modelo que evalúe el efecto de los diferentes factores externos identificados, expresados en términos cuantitativos, en la formación y acumulación de capacidades tecnológicas que permitan el logro de innovaciones en una industria basada en el conocimiento, como la farmacéutica. Las perspectivas teóricas analizadas son: 1) la teoría del crecimiento endógeno (Romer, 1990); 2) la teoría evo-

lucionista (Nelson y Winter, 1982); 3) el modelo de la ventaja competitiva nacional e industrial (Porter, 1990); 4) los sistemas nacionales de innovación (Lall, 1992; Lundvall, 1992; y Nelson, 1993); 4) diseminación del conocimiento (Jaffe, 1986; Sjöholm, 1997; Verspagen 1997 y 2000; Nadiri, 1993; y Keller, 2001), y v) capacidades nacionales (Stern, Porter y Furman, 2000).

El modelo ilustra, por una parte, los enfoques teóricos; por la otra, la industria farmacéutica. En esta última se identificó a los elementos de oferta y demanda que a su vez son afectados por la regulación. En conjunto, describen los componentes nacionales e industriales que determinan la formación y acumulación de capacidades tecnológicas y, por ende, la actividad de innovación en el sector. En el ámbito nacional, los factores identificados corresponden a la disponibilidad de recursos humanos para el sector, así como a las políticas gubernamentales y a las instituciones que afectan el desarrollo de fármacos, es decir, la regulación aplicada al sector. En el ámbito industrial, se identifican los esfuerzos industriales por innovar, la diseminación del conocimiento y la estructura industrial. En este sentido, se diseñó una red que organiza a los agentes nacionales e industriales que dan soporte al desarrollo y acumulación de capacidades tecnológicas en la industria farmacéutica.

El modelo propuesto reconoce el efecto de factores externos a la empresa, nacionales e industriales, en la habilidad de la empresa para generar nuevos fármacos, innovaciones. El diseño pretende corroborar que las capacidades tecnológicas de la industria farmacéutica se asocian a características específicas, observables y cuantitativas de la industria (esfuerzos de innovación, diseminación y estructura industrial) y del país (insumos nacionales para la innovación, el ámbito institucional y la política gubernamental).

A fin de ordenar los factores nacionales e industriales que afectan la formación y la acumulación de capacidades tecnológicas (innovación), cada uno se descompone en subfactores, y de manera individual se expresa como un vector. Los vectores están formados por variables, cada una de las cuales comprende un punto en el tiempo y una unidad de observación específica, es decir, su comportamiento corresponde a la industria farmacéutica de cada país en un periodo particular.

La figura 1 representa el modelo de formación y acumulación de capacidades tecnológicas; como se puede observar se proponen factores nacionales e industriales. Los nacionales se descomponen en dos vectores: insumos nacionales para la innovación y el ámbito institucional, así como la política gubernamental aplicada al sector. Los factores industriales se desintegran en tres vectores: esfuerzos de innovación en la industria, diseminación y estructura industrial.

Aproximación cuantitativa de las variables

Este trabajo examina la interacción entre capacidades tecnológicas, expresadas por el nivel de innovación, y sus determinantes; la muestra considerada es la misma: países desarrollados con una industria farmacéutica sofisticada (Estados Unidos, Japón, Canadá, Alemania, Francia y Reino Unido) y países en desarrollo, identificados como países con capacidades imitativas fuertes y con una industria farmacéutica incipiente (México, Corea del Sur e India).

El indicador de innovación es la patente; en particular se utilizará el número de patentes otorgadas a cada país en la United States Patent and Trademark Office (USPTO).¹ Las cifras a precios corrientes se deflactaron con base en precios de 1990 = 100.00. La conversión a dólares se realizó a través de la paridad de poder adquisitivo (PPA) de cada país con relación a Estados Unidos a precios de 1990, con base en las *Estadísticas Financieras Internacionales* de 1978 al 2002.

El estudio se realizará con datos comparativos compatibles para todos los países seleccionados; las medidas propuestas para los factores nacionales e industriales, así como las fuentes teóricas que las justifican se resumen en el cuadro 1.

Se espera, en el caso de países desarrollados, un nivel de innovación alto, vinculado estrechamente a los factores señalados; también, un magro desempeño de tales factores en países en desarrollo y, por ende, un nulo efecto en la formación de capacidades tecnológicas en la industria farmacéutica de estos últimos. Las características de esta industria agravan aún más la posición de las empresas farmacéuticas de países en desarrollo. El nivel de innovación en países desarrollados ha aumentado en el tiempo como consecuencia del medio ambiente micro económico institucional y de política gubernamental, favorables a la industria; no obstante, el flujo de patentes registrado cada vez ha sido de menor valor agregado, por lo que exige mayor gasto en investigación y desarrollo.

Una limitación del estudio es el tamaño de las series disponibles (22 observaciones para cada país), lo que reduce la posibilidad de tener una estimación económica estable. Los resultados obtenidos de los modelos propuestos presentan: a) la muestra; b) el valor estimado del parámetro y, entre paréntesis, la desviación estándar (SD); c) el valor del estadístico F, y d) el estadístico de autocorrelación: Durbín Watson (DW).

¹ La búsqueda se hizo tomando como base la clase 514 que corresponde a *Medicamentos y compuestos para el tratamiento de bioafecciones y del cuerpo* y la clase 424 que corresponde a *Drogas, bioafecciones y compuestos para el tratamiento del cuerpo*. Se consulta la USPTO por el volumen de información sistematizada que posee, acorde con la relevancia de Estados Unidos en la competencia tecnológica. Se selecciona a las patentes, puesto que si bien es cierto que no son un índice perfecto de innovación, sí son observables en todos los países en un intervalo específico; además, la estrategia de patentamiento es indispensable en la industria farmacéutica.

Cuadro 1
Medidas de variables y definiciones

Factor	Variable	Definición	Fuente	Marco teórico	Signo
Capacidades Tecnológicas	Nivel de innovación alcanzado tres periodos después (PAT _{it})	Patentes obtenidas por la industria farmacéutica del país i en el periodo.	United States Patent and Trademark Office (USPTO).	Grilliches, 1984 y 1990; Evenson 1975; Dosi, Pavitt y Soete, 1990; Eaton y Kortum, 1996 y 1998	
Insumos Nacionales para la Innovación (INI), (Capacidad del país para trasladar su stock de conocimiento en la realización innovaciones)	Tasa de crecimiento del PIB per cápita (PIBPERN _{it})	Tasa de crecimiento del PIB en millones de dólares de US a precios de 1990 entre la población.	Stan data base de la OCDE, y para la India el Anuario Estadístico del país.	Fagerberg (1987); USIT (1991); Parker (1984); Le Francis-Popper y Nason (1994); Schumpeter (1934, 1939); Schmookler (1966); Vernon (1966).	+
	Sector generador de ideas (CH _{it-2})	Número de individuos con estudios relacionados al área de la salud.	Year book de la ONU Year book de la UNESCO Science & Technology Indicators de la OCDE.	Romer (1990), Council of Competitiveness (1991); Aghion y Howitt (1998)	+
	Intensidad de inversión en capital humano (ICH _{it-2})	Porcentaje de gasto público en educación con respecto al PIB.	World Bank	Romer (1990), Council of Competitiveness (1991); Lucas (1988)	+
Ámbito institucional y Política gubernamental (IG), (Capacidad del gobierno para afectar la decisión de innovación)	Apertura al comercio internacional y a la inversión (ACII _{it-2})	Exportaciones de la industria más Importaciones de la industria divididas entre el valor agregado de la industria.	Stan data base de la OCDE, y para la India el Anuario Estadístico del país.	Grobowski (1989); Jasso (1997); Kumar (1996) y Maskus (1998); Pfister & Mayer (2002); Usa, Yang & Maskus (2001)	+
	Fortaleza de los derechos de propiedad intelectual (DPI _{it-2})	Variable dummy que refleje el cambio de un sistema débil (valor 0) a uno fuerte (valor 1)	GATT. Fuentes nacionales.	NAE (1983); PMA (1990); Aboites (1999); Combe y Zúñiga (2001).	+ PD - PED
	Control de precios (CONPRE _{it-2})	Evaluar en escala de 0 a 4. Donde 0 refleja la no aplicación de control y 4 el más alto control.	Criterio del autor con base en la información proporcionada por la OCDE.	USIT (1991); Thomas (1989); Redwood (1991); Jasso (1997).	- ALTO + BAJO
Esfuerzos en innovación (EI) (Recursos invertidos -capital y trabajo- y oportunidad tecnológica -patentes- para la generación de capacidades de innovación)	Stock del Gasto en investigación y desarrollo de la industria (SGIDIF _{it}) $SGIDIF = \sum_{\tau=0}^3 \delta^{\tau} (GI + D_{i,t-\tau})$	Stock del Gasto en investigación y desarrollo de la industria en millones de dólares de US a precios de 1990, con tasa de descuento del 15% (δ) y con tres periodos de rezago (ζ).	Research and Development Expenditure Industry (2000), para México del Enestyc e INEGI-Conacyt, y la India del Organisation of Scientific of Inda, y para Corea del Sur del Ministerio de Ciencia.	Grabowski (1989); Freeman (1982); Mansfield (1980); Zeng (2000); Jasso (2003).	+
	Formación bruta del capital fijo (FBCFIF _{it-2})	Inversión en la formación bruta del capital fijo en millones de dólares de US a precios de 1990 con respecto al valor agregado.	Stan data base de la OCDE	Arrow (1970); Schmookler (1966); Fagerberg (1987); Romer (1986)	+
	Stock de patentes de la industria. (SPATIF _{it-1})	Patentes del periodo t-1 de cada año.	United States Patent and Trademark Office (USPTO).	Jaffe (1986); Sjöholm (1996); Verspagen (1997 y 2000)	+
	Calidad en el trabajo (CTIF _{it-2})	Salarios y remuneraciones a precios en millones de dólares de 1990 dividido entre el número de empleados.	Stan data base de la OCDE	Molero (1983); Keller (1996); Jasso (2003); Corona y Zúñiga (2003); Scarpetta y Tressel (2001)	+
Fuentes de diseminación (FD) (Fuentes de conocimiento público para la innovación)	Productos importados del extranjero en la industria (MPENIF _{it-2})	Penetración de las importaciones en el mercado, las cuales son fuente de conocimiento. (Importaciones de la industria entre la suma de la producción y las importaciones menos las exportaciones en la industria).	Stan data base de la OCDE	Susan y Smith (2001); Blömstrom y Persseni (1983).	+
Estructura Industrial (EIN) (Representa lo atractivo que puede ser un mercado por la demanda existente y por su ritmo de crecimiento).	Crecimiento industrial (CI _{it})	Tasa de crecimiento promedio anual del Valor agregado de la industria en millones de dólares de US a precios de 1990	Stan data base de la OCDE	Parker (1984); Le Francis-Popper y Nason (1994); Schumpeter (1934, 1939); Schmookler (1966); Vernon (1966).	+

PD = Países Desarrollados. PED = Países en desarrollo.

2. Modelando la formación y acumulación de capacidades tecnológicas

Esta investigación incorpora factores nacionales (insumos, instituciones y política gubernamental) en combinación con factores industriales (esfuerzos industriales, diseminación y estructura). Este trabajo tiene dos características, primero, se proponen aproximaciones cuantitativas de factores que tradicionalmente han sido analizados cualitativamente; y segundo, la propuesta considera una industria en particular, la farmacéutica. Los elementos propuestos son los que afectan la formación y desarrollo de capacidades tecnológicas del sector farmacéutico, determinando el acceso diferenciado a la tecnología.

Se parte del supuesto de considerar a la actividad de innovación como un aproximado importante de la presencia de capacidades tecnológicas. La medida de innovación seleccionada son las patentes.²

La estimación de la relación entre capacidades tecnológicas y los diferentes factores identificados puede ser vista como una función de producción de patentes. La función explica la relación entre patentes y un conjunto de factores que agrupan a variables cuantitativas observables:

$$PAT_{i,t} = f(INI_{i,t}, IG_{i,t}, EI_{i,t}, FD_{i,t}, EIN_{i,t}) \quad (1)$$

Donde $PAT_{i,t}$ representa la presencia de capacidades tecnológicas, aproximada por el nivel de patentes, en el periodo (t) para el país i en la industria farmacéutica, explicada por los siguientes factores: $INI_{i,t}$, que comprende a los insumos nacionales para la innovación; $IG_{i,t}$, el cual integra el ámbito institucional y política pública; $EI_{i,t}$, referido a los esfuerzos industriales en innovación en el país i en la industria farmacéutica; $FD_{i,t}$, que constituye la fuente de diseminación en el país i en la industria farmacéutica; $EIN_{i,t}$, la cual refleja la estructura industrial.

Se observó que el flujo de patentes de la industria farmacéutica de los países seleccionados, en general, tienen la forma de una “S”: las innovaciones se realizaron rápidamente en un principio, con una tasa de crecimiento acelerado, y posteriormente, aun cuando las innovaciones han seguido creciendo, éstas lo han hecho a una tasa decreciente. Por esta razón, una transformación conveniente para la estimación de la relación propuesta es la función tipo logit:

$$PAT_{i,t} = \frac{a_{lider}}{1 + e^{-x_{i,t}\beta}} \quad (2)$$

Si se aplican logaritmos en ambos lados de la función, se obtiene el modelo de estimación de la relación en forma lineal:

$$\log\left(\frac{PAT_{i,t}}{a_{lider} - PAT_{i,t}}\right) = X_{i,t}' \beta_{i,t} \quad (3)$$

Por lo tanto, la ecuación a estimar sería la siguiente:

$$y_{i,t}^* = \log\left(\frac{PAT_{i,t}}{a_{lider} - PAT_{i,t}}\right) = X_{i,t}' \beta_{i,t} + \eta_{i,t} \quad (4)$$

En esta función, la variable endógena ($y_{i,t}^*$) se obtendrá calculando el logaritmo del nivel de patentes de la industria farmacéutica del país i en el periodo t, ponderado por la distancia tecnológica entre el líder del sector (Estados Unidos) y la industria del país i. La unidad de observación es la industria farmacéutica de los países seleccionados (N=9), el periodo de observación es de 1978 a 2000. La variable $y_{i,t}^*$ se explica por factores nacionales e industriales específicos para el sector ($X_{i,t}$) y por el error de estimación ($\eta_{i,t}$). La longitud de la serie de tiempo es del mismo tamaño (T=20), para todas las unidades de observación (industria farmacéutica de los países seleccionados).

La distancia tecnológica se expresa por la diferencia entre las patentes farmacéuticas registradas por el líder tecnológico y las de la industria del país i en cada periodo ($a_{lider} - PAT_{i,t}$). En donde:

$$a_{lider} = \{\max(patentes_{USA,t})\} + \{\text{media}(\Delta pat_{i,t})\} \quad (5)$$

Es decir “ a_{lider} ” se define como el máximo nivel de patentes alcanzado por la industria farmacéutica de Estados Unidos más la media de los incrementos en las patentes farmacéuticas registradas por cada país en el periodo t.

² Otra medida de capacidades tecnológicas podrían ser las publicaciones científicas, pero éstas son más una expresión de la exploración del trabajo científico que un reflejo de los esfuerzos de innovación.

Considerando los factores nacionales e industriales ($X_{i,t}$) descritos (Ecuación 1) la función se puede expresar de la siguiente forma (descripción de todas las variables en el cuadro 1):

$$y_{i,t}^* = \beta_i + \beta_{INI}INI_{i,t} + \beta_{IG}IG_{i,t} + \beta_{EI}EI_{i,t} + \beta_{FD}FD_{i,t} + \beta_{EIN}EIN_{i,t} + \eta_{i,t} \quad (6)$$

Dada la presencia de heterogeneidad entre la industria farmacéutica de los países seleccionados, se optó por el modelo de panel de efectos fijos: (asume que β_i es diferente para cada unidad de observación):

$$y_{i,t}^* = \sum_{j=1}^N \beta_j D_{j,t} + \beta_{INI}INI_{i,t} + \beta_{IG}IG_{i,t} + \beta_{EI}EI_{i,t} + \beta_{FD}FD_{i,t} + \beta_{EIN}EIN_{i,t} + \eta_{i,t} \quad (7)$$

En donde $D_{j,t}$ es conocida como la variable dummy y toma valores de 0 ó 1. La variable dummy que corresponde al individuo j toma el valor de la unidad para todas las observaciones de j , pero será 0 para las observaciones de las otras unidades.

El modelo de la ecuación 7 se podría estimar por el procedimiento habitual utilizado en estimaciones lineales; sin embargo, el modelo así especificado enfrenta dos problemas. El primero, se refiere a la forma de la variable dependiente ($y_{i,t}^*$) y de sus variables explicativas. Por una parte, en cuanto a la variable dependiente, tal como está definida no se puede aplicar a los países en desarrollo. En estos países, la variable dependiente (patentes) en varios periodos es 0, y en este caso, el logaritmo no está definido. De acuerdo con la literatura de “Investigación y Desarrollo (I&D)/Productividad” se recomienda sumar un uno a cada una de las observaciones en todos los países, y posteriormente, calcular el logaritmo (este cambio no afecta los resultados). Por la otra, la estimación considera que, aun cuando el nivel de patentes es un dato observable cada año, el efecto de los factores seleccionados en tal nivel no es inmediato: existe rezago. De acuerdo con los estudios de Lanjow (1998) y Katz (1976), hay un periodo de dos a tres años para absorber y generar ideas alrededor de una patente y de dos a tres años de persistencia entre los factores nacionales e industriales y su efecto en el nivel de patentes. En este modelo se propone evaluar la relación entre las patentes del año t y el nivel de contribución de los factores explicativos seleccionados con dos periodos de rezago, excepto en el caso del *stock* de patentes (cálculo conlleva implícito el rezago).

El segundo problema se vincula a las dificultades propias del modelo de panel. En este caso, el panel está formado por la industria farmacéutica de nueve países con 22 observaciones, es decir una muestra pequeña y heterogénea, por lo que la aplicación de mínimos cuadrados ordinarios en el panel tiene el riesgo de generar estimadores sesgados, ineficientes o inconsistentes (Hicks, 1994). En efecto la estimación por mínimos cuadrados ordinarios delató la presencia de autocorrelación y heteroscedasticidad (esta última se confirma por el estadístico Jarque-Bera, el cual señala no normalidad). La corrección se hizo aplicando el método de mínimos cuadrados generalizados (*Generalized Least Squares*). Una vez corregidos los problemas, el método de estimación empleado para el conjunto de los países fue el de *Pooled least squares*.

3. Resultados empíricos y análisis cualitativo

La presencia de gasto en investigación y desarrollo (GI&D) es un factor determinante en la formación de capacidades tecnológicas y, por ende, en el nivel de patentamiento alcanzado por la industria farmacéutica de cada país. En esta industria, mientras las patentes crecen a través del tiempo, como resultado del incremento en las inversiones en innovaciones y de mejores políticas al respecto, el incremento en el GI&D asignado es cada vez mayor para mantener un flujo constante de resultados innovativos visibles (Cockburn y Henderson, 1995 y Scherer, 2001). Sin embargo, la presencia de I&D no garantiza que la industria del país posea la habilidad para comercializar nuevas tecnologías en los mercados internacionales, de ahí que se requiera de una estructura más compleja.

Cuadro 2.

Industria farmacéutica: factores que afectan a la formación y acumulación de capacidades tecnológicas en países desarrollados y en desarrollo.

Variable	Total de países (N1)	Países desarrollados (N2)	Países en desarrollo (N3)
Tasa de crecimiento del PIB per cápita (PIBPERN _{t,t})	0.2391 (1.0284)	-1.2081 (1.3479)	1.5902 (1.7713)
Nivel de innovación alcanzada por la industria farmacéutica: patentes obtenidas en la clase 514 o 424 en el periodo t por el país i.			
Insumos Nacionales para la Innovación (INI)			
Sector generador de ideas (CH _{t,t-2})	-0.7907 (0.3308)*	-0.3339 (0.3679)	-0.8650 (0.8034)****
Intensidad de inversión en capital humano (ICH _{t,t-2})	0.1238 (0.1471)	-0.0195 (0.1526)	0.5846 (0.3791)***

Variable	Total de países (N1)	Países desarrollados (N2)	Países en desarrollo (N3)
Ámbito institucional y Política gubernamental (IG)			
Apertura al comercio internacional y a la inversión (ACII _{i,t-2})	-0.1352 (0.8342)	0.2713 (0.8279)	3.6405 (3.4137) ****
Fortaleza de los derechos de propiedad intelectual (DPI _{i,t-2})	0.6089 (0.2266)*	0.2879 (0.2982)	0.6033 (0.3943) ***
Control de precios (CONPRE _{i,t-2})	0.0348 (0.0777)	-0.0344 (0.1467)	-0.0115 (0.1219)
Esfuerzos en innovación (EI)			
Stock del Gasto en investigación y desarrollo de la industria (SGIDIF _{i,t})	0.0001 (0.0001) **	0.0001 (0.0001) ****	0.0020 (0.0020) ****
Formación bruta del capital fijo (FBCFIF _{i,t-2})	4.0375 (1.7210) *	1.9228 (3.1487)	1.8187 (2.8510)
Stock de patentes de la industria. (SPATIF _{i,t-1})	0.0003 (0.0003) ***	0.0003 (0.0003) ***	-0.0079 (0.0319)
Calidad en el trabajo (CTIF _{i,t-2})	0.0319 (0.0246) ****	0.0269 (0.0264) ****	0.0095 (0.0641)
Fuentes de diseminación (FD)			
Productos importados del extranjero en la industria (MPENIF _{i,t-2})	0.0188 (0.0445)	-0.0060 (0.0448)	-0.0962 (0.1568)
Estructura Industrial (EI)			
Crecimiento industrial (CI _{i,t})	0.2391 (1.0284)	-0.2956 (0.4761)	0.5948 (0.8096)
Efectos fijos	US -1.17	CO -3.82	US -0.95
	JP -0.29	IN -2.52	JP -0.20
	AL -0.75	MX -3.52	AL -0.69
	FR -1.28		FR -1.13
	RU -1.32		RU -1.14
	CA -1.77		CA -1.43
		CO -4.5168	
		IN -2.7682	
		MX -4.0561	

Muestra	162	108	54
R²	.8768	.6415	.6875
Suma cuadrada de la regresión	.4736	.4375	.5708
DW	2.1493	2.4115	1.9675
F- statistic	91.3058	14.6140	7.6805

N1: Estados Unidos (US), Japón (JP), Alemania (AL), Francia (FR), Reino Unido (RU), Canadá (CA), Corea (CO), India (IN), México (MX). N2: Estados Unidos (US), Japón (JP), Alemania (AL), Francia (FR), Reino Unido (RU), Canadá (CA). N3: Corea (CO), India (IN), México (MX). El estadístico Jarque-Bera, en principio, para las tres regresiones, rechaza la hipótesis nula de normalidad, pues en todos los casos genera una probabilidad de rechazar dicha hipótesis siendo verdadera muy pequeña (inferior a 5%), la razón es que los datos tomados corresponden a poblaciones distintas, es decir, por la heterogeneidad en la muestra entre las distintas unidades de observación. La matriz de covarianza de los residuales obtenida antes de hacer la corrección por mínimos cuadrados generalizados era del tipo varianza σ_i^2 , es decir, confirmo la presencia de heteroscedasticidad. Se corrigió a través de MCG. Estadísticamente significativo: * 5%; ** 10%; *** 15%; **** 20%. *****Estadísticamente significativos en conjunto al 5%.

Los resultados (cuadro 2) muestran que en el conjunto de los países seleccionados (desarrollados y en desarrollo), el nivel de patentes en la industria farmacéutica –con relación al líder– es explicado por las siguientes variables (estadísticamente significativas): a) de los insumos nacionales para la innovación: los recursos humanos para el sector salud (CH); b) del ámbito institucional y la política pública: los derechos de propiedad intelectual (DPI), y c) de las variables que reflejan los esfuerzos de innovación de la industria farmacéutica: el *stock* del Gasto en Investigación y Desarrollo (SGIDIF), la formación bruta del capital fijo (FBCFIF), el *stock* de patentes (SPATIF) y la calidad del trabajo (CTIF).

Al estimar el modelo considerando únicamente a los países desarrollados, las variables estadísticamente significativas están vinculadas a los esfuerzos industriales: a) *stock* de GI&D (SGIDIF), y b) calidad en el trabajo (CTIF).

No obstante, si sólo se considera a los países en desarrollo, las variables significativas son: de los insumos nacionales para la innovación: los recursos del sector salud (CH) y la inversión en capital humano (ICH); del ámbito institucional y la política pública: la apertura comercial (ACCI) y los derechos de propiedad intelectual (DPI); de los esfuerzos industriales, únicamente el *stock* en el Gasto de Investigación y Desarrollo (SGIDIF).

Del análisis realizado, podemos inferir la formación de cuatro grupos: a) países desarrollados (Japón, Alemania, Francia y Canadá) con altas capacidades tecnológicas que les permiten la asimilación, adaptación, adopción y desarrollo de nuevos fármacos, pero que registran tasas de crecimiento lento en su nivel de innovación (y_t^*), entre 1978 a 2000, con respecto al líder farmacéutico (Estados Unidos); b) países desarrollados con altas capacidades tecnológicas y con tasas de crecimiento ascendentes entre 1985 y 1990, con una

posterior caída lenta (Reino Unido); c) países en desarrollo que lograron pasar de la imitación a la innovación (Corea e India), y d) países en desarrollo que tienen alto potencial para la innovación, pero que sus capacidades tecnológicas están aplicadas en la imitación (gráfica 1). La formación de estos grupos es una respuesta a las diferencias en el comportamiento y en la interacción de los factores analizados (infraestructura común para la innovación, instituciones y política pública, esfuerzos industriales, diseminación y estructura industrial), en la industria farmacéutica de cada país, los cuales provocaron que la formación de capacidades tecnológicas no haya sido homogénea (cuadro 3).

Si analizamos la forma de la ecuación 4, se observa lo siguiente:

1. El límite de la función cuando $X \rightarrow \infty$ es "a". La variable dependiente (y_t^*) no crece indefinidamente, existe un techo (a). Este resultado es consistente con la teoría de la innovación de Schumpeter (destrucción creativa), dado el supuesto del agotamiento de las innovaciones.

2. Si se calcula la tasa de cambio de la función (primera derivada de la ecuación 4):

$$\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{a\beta e^{-x\beta}}{1 + e^{-x\beta}} \quad (8)$$

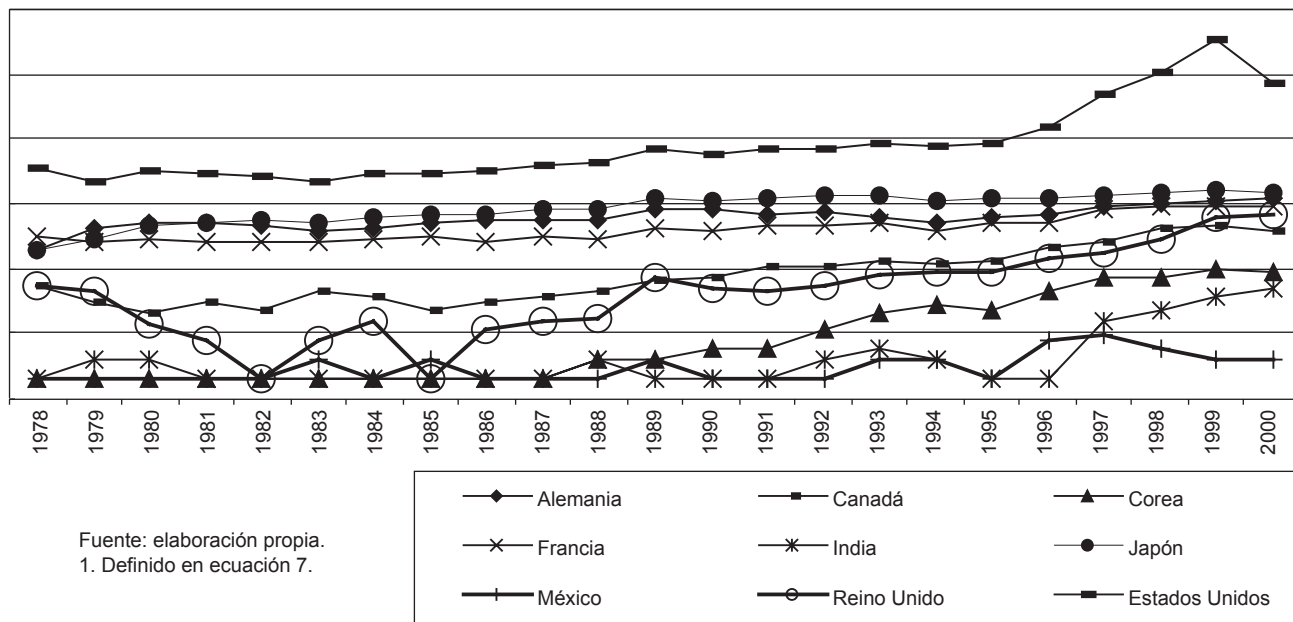
El resultado nos indica que dicha tasa cambia, acorde al valor de "β". Si $\beta > 0$, entonces las variables incluidas en los vectores explicativos (insumos nacionales para la innovación, política pública y regulación, esfuerzos industriales y diseminación) sí están contribuyendo a la formación de las capacidades tecnológicas de la industria farmacéutica, lo cual se refleja en un nivel de innovación mas alto (y_t^*). En este caso, un valor alto de "a" (dinamismo en el sector) también contribuirá a tener mayor número de innovaciones (patentes). Por ende, es conveniente tener valores altos de "X_t" (variable explicativa).

Sin embargo, aun cuando es deseable lograr valores de $\beta \geq 1$, esto difícilmente se logrará. Una correspondencia de uno a uno, o mayor a la proporción directa, no es posible actualmente, dada la caída lenta en la productividad de los esfuerzos de innovación en la industria farmacéutica. Esto es, actualmente $\beta \rightarrow 0$ (la tasa de cambio tiende a cero), en otras palabras, las variables que explican la formación y acumulación de capacidades tecnológicas han tendido a reducir su efecto en dicho proceso (la tasa de crecimiento de las patentes de la industria farmacéutica ha tendido a caer), sin importar la dinámica de innovación anterior (a) ni el nivel de las variables explicativas ($X_{i,t}$).

En efecto, los países desarrollados formaron sus capacidades de innovación relativas desde el siglo XIX, y las han fortalecido a partir del último cuarto del XX, en virtud de la infraestructura común de innovación, el ambiente económico e institucional y los mecanismos de enlace, es decir, la industria farmacéutica de estos países se posicionó en el momento en el que $\beta \rightarrow 1$, o más aún, generaba efectos más que proporcionales $\beta > 1$.

En cambio, en los países en desarrollo, los cuerpos científicos se formaron a través del tiempo, pero su vinculación con la industria farmacéutica en la generación de innovaciones se dio a finales de los años setenta de la pasada centuria, es decir, en el momento en el que se inició el registro de caída de productividad de los esfuerzos por innovación. El proceso de convergencia en la industria farmacéutica de India y de Corea, al igual que el proceso de divergencia en la de México, ha ocurrido en función del ambiente institucional y de la política pública aplicada, pero en un momento en el que $\beta \rightarrow 0$, lo que dificulta aún más su proceso de incorporación a la actividad de innovación (cuadro 3).

Gráfica 1
Industria farmacéutica: capacidades tecnológicas aproximadas por el nivel de innovación



En el caso de la industria farmacéutica de Estados Unidos, las políticas de apoyo gubernamental y los esfuerzos propios favorecieron el desarrollo del sector después de la Segunda Guerra Mundial (cuadro 3). Actualmente, dicha industria es líder en el mundo y en I&D e introducción de nuevas drogas, tiene el dominio de los primeros 50 productos de mayor éxito comercial mundialmente y es muy amplia su capacidad de innovación (PHRMA, 2002).

En Japón, la política proteccionista provocó en la industria farmacéutica local una posición débil, con exigua I&D, pocas drogas innovadoras y un mercado externo limitado (cuadro 3). En el 2000, sin embargo, todo cambió: se estandarizó la normatividad, en concordancia con las tendencias internacionales en la aprobación de drogas, y el Ministerio de Salud restringió la aprobación de nuevas drogas, excepto las que mejoraran los medicamentos existentes. El nivel de innovación (medido por patentes) en la industria farmacéutica japonesa refleja que su estrategia de proteccionismo sí tuvo éxito en la formación de capacidades tecnológicas, lo cual le permitió transitar de la imitación a la innovación y, por consiguiente, incrementar su nivel de patentes, quedando en segunda posición (gráfica 1).

Alemania se especializó en industrias basadas en la ciencia, por ejemplo la química, y en industrias de manufactura de alta calidad, como la de máquinas-herramientas (Streeck, 1992; Katzenstein, 1987), que poseen trayectorias tecnológicas acumulativas (cuadro 3). Las políticas públicas inhibieron los cambios radicales y redujeron la competitividad de las industrias basadas en la ciencia: se fortaleció el desarrollo de químicos y se bloqueó a la industria farmacéutica (Vitols, 2002). En la industria farmacéutica alemana, el GI&D se concentró en la investigación de largo plazo, sin prestar atención a las ganancias (moléculas con un potencial de retorno bajo); así se obtuvieron muchas entidades químicas novedosas y pocas drogas nuevas (lento desplazamiento de la química hacia la aplicación farmacéutica) en un número limitado de áreas terapéuticas y con programas rígidos de largo plazo (gráfica 1). Al final de los años noventa, el número de drogas nuevas con respecto a su I&D fue menos que proporcional, y hubo muy pocas drogas de éxito comercial: de las 75 drogas más vendidas en el mundo, sólo 2.2% son alemanas. Sin embargo, Alemania, considerada como un competidor líder, actualmente realiza esfuerzos por cambiar la dinámica de su industria farmacéutica.

Cuadro 3

Paradigma	Industria farmacéutica: evolución de la formación de capacidades tecnológicas y factores que la han afectado.	Factores externos	<p>El éxito lo obtuvieron las empresas que dominaban el conocimiento: las empresas químicas de Europa.</p> <p>Las empresa de Estados Unidos desplazaron a las europeas por el apoyo directo del gobierno en GI&D, en creación de cuerpos especializados de investigadores en el área, y la disponibilidad de capital social, así como por apoyo institucional (DPI fuertes, apertura comercial, libertad en precios). Sin embargo, tal estructura por sí misma no fue suficiente, la experiencia acumulada por las empresas de ese país y su búsqueda del aprendizaje, aunada a la existencia de un mercado prometedor, permitieron el posicionamiento de Estados Unidos.</p> <p>La industria farmacéutica de Estados Unidos ocupa el liderazgo seguida por la industria japonesa y la europea, en particular, sobresale la industria inglesa con un crecimiento superior a la alemana y francesa. En esta carrera por los insumos nacionales para la innovación, los esfuerzos industriales, la diseminación del conocimiento y la estructura industrial se mantuvieron, en términos relativos, en niveles similares en la industria farmacéutica de los países desarrollados de la muestra. La diferencia se explica por la política pública y las instituciones: en Alemania los incentivos se dieron al desarrollo de la ciencia básica (la química se desarrolló más que la farmacéutica); en Francia, el área de investigación estratégica fue la farmacología y la química; en Reino Unido los esfuerzos se encaminaron a la explotación comercial del conocimiento disponible. Canadá optó por depender casi totalmente de Estados Unidos; Japón con una estrategia de franco proteccionismo y de explotación del conocimiento ya desarrollado se posicionó en segundo lugar.</p> <p>A partir de los años noventa, Japón y Corea inician un proceso de reestructuración de su esquema de regulación, pasando del proteccionismo a la apertura. Japón mantiene su posición. Corea se integra a la carrera de la innovación, y la farmacéutica de la India con un esquema de imitación, logra dar el paso a la innovación. Por lo contrario, México no logró dar el paso a la innovación, esquema de regulación, apegado al de Estados Unidos, favoreció a las empresas transnacionales y no el aprovechamiento de los insumos nacionales para la innovación, ni el aumento en los esfuerzos de innovación en la industria.</p> <p>En este ámbito surgió la estrategia de las fusiones y la búsqueda de cooperación con las empresas de base biotecnológica. El sector farmacéutico de Estados Unidos ha mantenido esta estrategia, pero en su mayoría con empresas de su misma nación. Por lo contrario, las farmacéuticas alemanas, japonesas, canadienses, inglesas y coreanas, han estrechado su relación con centros de investigación, universidades o empresas estadounidenses. Las empresas francesas han mantenido su vínculo con empresas europeas. En tanto que las empresas mexicanas, en su mayoría, continúan aisladas.</p>	
		<p>Progreso en el conocimiento científico: farmacología y farmacéutica con base en la química.</p> <p>En la primera mitad del S.XIX era el centro del conocimiento.</p> <p>En 1948, con el apoyo del gobierno en GI&D, Alemania desplaza a Francia.</p> <p>Mercado farmacéutico dominado por tres empresas alemanas: Basf, Bayer y Hoechst.</p> <p>La Segunda Guerra Mundial impulsa a la industria farmacéutica de Estados Unidos.</p> <p>La Segunda Guerra Mundial da el incentivo al gobierno de Estados Unidos para apoyar abiertamente a Glaxo y Pfizer en la producción de antibióticos.</p> <p>El mayor gasto en I&D público y privado en Estados Unidos y la acumulación de capacidades tecnológicas permitieron la producción en gran escala, y se logró por primera vez la obtención de fármacos con base en la síntesis química, pero aún bajo el esquema de búsqueda aleatoria.</p> <p>El crecimiento de la demanda en el ámbito internacional impulsó, por una parte, la apertura comercial, y por la otra, el mayor GI&D público y privado en el desarrollo de fármacos.</p> <p>La alta productividad del GI&D y el crecimiento de la demanda generaron tasas de retorno crecientes y, por ende, atractivas a la inversión.</p> <p>Sin embargo, el impulso se dio más en el establecimiento de filiales en otros países y estrategias de mercado, más que la búsqueda de nuevos fármacos.</p>	<p>Se registra una caída acelerada en la tasa de crecimiento de la búsqueda de nuevos fármacos por el método aleatorio.</p> <p>Aumenta la presión sobre los fármacos por los daños secundarios y por la demanda de medicamentos mas eficientes y nuevos. Entonces se genera un cambio en la base científica: los esfuerzos se enfocaron a la búsqueda de moléculas con una acción específica en la estructura molecular del ser humano (diseño racional). Sólo permanecieron las empresas que habían acumulado capacidades tecnológicas, aumentaron su GI&D y, además, aprovecharon los vínculos con las instituciones.</p> <p>En esta carrera participaron las farmacéuticas de Estados Unidos, Reino Unido y Suiza, seguidas por las europeas y por japonesas. Las cuales promovieron el fortalecimiento de los derechos de propiedad intelectual, como un estrategia fundamental de recuperación de su inversión.</p>	<p>La base científica no cambia, sólo se extiende su aplicación al funcionamiento de los mecanismos del cuerpo humano.</p> <p>La biotecnología revoluciona la obtención de nuevos fármacos. El liderazgo lo llevan las farmacéuticas de Estados Unidos, y lo han mantenido con base en el GI&D público y privado, y la amplia red de instituciones que regulan y protegen las actividades de innovación en este sector.</p> <p>Cambio de base científica: el genoma humano. Los principales actores son las empresas farmacéutica de Estados Unidos, Corea del Sur, las empresas europeas y las japonesas.</p> <p>Actualmente, 40% del mercado mundial de fármacos es cubiertos por las farmacéuticas estadounidenses.</p> <p>Las fusiones, cooperaciones, joint-venture y alianzas estratégicas intra multinacionales y con pequeñas empresas basadas en la biotecnología y en el genoma humano. El objetivo es el desarrollo de fármacos, preventivos y correctivos, que respondan a las características genéticas de la población.</p>
		<p>1845-1945</p> <p>Acumulación del conocimiento</p>	<p>1945-1970</p> <p>Síntesis química. Búsqueda aleatoria.</p>	<p>1970-1980</p> <p>Biotecnología y enzimas. Diseño racional.</p>

En Reino Unido las empresas no buscaron el avance científico por sí mismo como las alemanas, sino como una estrategia de desarrollo de moléculas (cuadro 3): se han especializado en tecnologías de punta en las que la innovación y los cambios de paradigma tecnológico son rapidísimos (Hall y Soskice, 2001). Se trata de empresas con mayor capacidad de ajuste, mayores capacidades de innovación, variación en la estructura interna y alianzas con empresas de base biotecnológica, sobre todo de Estados Unidos. La aplicación del GI&D se apega al éxito comercial, y su incremento a partir de los años ochenta refleja un aumento en el nivel de patentes desde esa época. Además, la rigidez en los exámenes clínicos aplicados a las drogas ha reducido la introducción de imitaciones. También se han promovido las fusiones y los programas de expansión interna, con la intención de responder efectivamente a las nuevas oportunidades tecnológicas. Estas políticas han proporcionado incentivos a la innovación más que a la imitación, con el fin de mantenerse competitivos en los mercados foráneos: en el 2001, de los 75 productos más vendidos en el mundo 20.2% eran del Reino Unido. El nivel de patentes con respecto a Estados Unidos, aún está por debajo del resto de los países europeos considerados, sin embargo, su tasa de crecimiento es mayor (gráfica 1).

Francia se ha caracterizado por la existencia de grupos farmacéuticos con amplia capacidad de inversión en I&D, tal es el caso de Aventis-Sanofi, y por empresas medianas cuyo esfuerzo en las actividades de I&D son apreciables. Actualmente, registra una actividad exportadora importante de drogas innovadoras hacia los países industrializados (es el tercer exportador del mundo); Alemania ocupa la primera posición de los países importadores de medicinas francesas, y conjuntamente, Estados Unidos y Japón, el quinto lugar. La industria farmacéutica francesa ha enfocado recientemente sus esfuerzos en el mercado de genéricos, en particular porque en los próximos diez años enfrentará la expiración de patentes sobre drogas con un valor superior a siete billones de francos, es decir, perderá el monopolio en 50% del mercado farmacéutico que posee actualmente (<http://www.diplomatie.gouv.fr>). Sin embargo, un estudio realizado en la Unión Europea muestra que el país con mayor éxito en la industria farmacéutica en los ochenta fue Reino Unido y en una posición inferior se encontraba la industria de Francia. El argumento es que las empresas de Reino Unido enfrentan fuertes restricciones y altos costos en la aprobación de venta de fármacos, lo cual da

incentivos a la búsqueda de productos novedosos y reduce la imitación, pues esta última no permite la recuperación de los esfuerzos ni los costos de su aprobación (Thomas, 1994 y 2001). Brusoni y Geuna (2003) agregan que el despegue de la industria de Reino Unido con respecto a la de Francia³ se debió a que la primera se especializó en los campos de investigación que prometen mayores oportunidades de mercado, mientras que la segunda se ha especializado en campos específicos –farmacología y química médica–, pero no ha logrado el mismo éxito en la explotación comercial (gráfica 1).

Canadá, a diferencia de los países anteriores, ha formado una industria farmacéutica dependiente de la inversión extranjera directa (cuadro 3), primordialmente de las transnacionales estadounidenses, colocando a su industria en la última posición de los países desarrollados (gráfica 1). Sin embargo, las capacidades tecnológicas que ha acumulado y el marco económico e institucional imperante están fomentando el desarrollo del sector de la biotecnología, que así ha ido ganando liderazgo en ese país (<http://www.canadapharma.org>).

En los países en desarrollo, la repercusión de los factores aquí estudiados ha sido diversa (cuadro 3). En India y Corea la disponibilidad de insumos para la innovación fue fundamental para el desenvolvimiento de la industria farmacéutica, y las políticas públicas y las instituciones han fomentado el acrecentamiento de capacidades tecnológicas para el sector, lo que ha permitido los procesos de aprendizaje ya sea mediante la información de las patentes, las alianzas con empresas transnacionales o los enlaces con universidades. En ambos países, el GI&D fue menor en términos absolutos al de los países desarrollados, pero a partir de 1990 incrementaron de forma significativa su GI&D, en respuesta al marco regulatorio y el desarrollo acumulado en los años anteriores. Actualmente, estas industrias han logrado producir fármacos y comercializarlos con éxito internacional. La diferencia es que mientras en Corea el GI&D se enfocó definitivamente al desarrollo de nuevas moléculas, en India se dio prioridad a la imitación a bajos costos y recientemente a la innovación. La industria coreana logró despegar a finales de los ochenta, mientras que la hindú, una década después (gráfica 1).

En México, durante el periodo en que gozó de protección, la industria farmacéutica nacional se concentró en el aprendizaje para la reproducción de medicamento de patente. Al comenzar el proceso de desregulación del sector, los insumos para la innovación no se integraron a la industria y el GI&D se redujo. Simultáneamente, la apertura comercial y el fortalecimiento de los DPI, en concordancia con las tendencias internacionales, crearon un ambiente favorable para las transnacionales farmacéuticas, que así fortalecieron su posición en el mercado privado,

³ Note que el número de patentes, en la clase 514 o 424, de 1978 a 2000 en Francia es superior al de Reino Unido, el análisis hace referencia al crecimiento superior que se registró en RU a partir de mediados de los años ochenta.

desplazando a la mayoría de las empresas nacionales hacia el mercado de genéricos. La política proteccionista y el enfoque del gasto público en salud fomentaron la formación de capacidades tecnológicas para la imitación y la producción de genéricos, lo que provocó una reducción en la productividad de la I&D, pues no había incentivos para la búsqueda de nuevas aplicaciones al conocimiento. En México, la evolución de las patentes con respecto al líder siguió un comportamiento errático (gráfica 1), lo cual lo ha colocado en la última posición.

La evidencia obtenida demuestra que la obtención de patentes tiene mayor probabilidad de ocurrir en presencia de un ambiente institucional, de política pública e industrial favorable al sector farmacéutico. No obstante, una condición necesaria para la innovación es la presencia de esfuerzos en investigación y desarrollo en la empresa.

Conclusiones

El objetivo de este trabajo era identificar los factores que fortalecen o debilitan la formación de capacidades tecnológicas de imitación e innovación en la industria farmacéutica de países desarrollados (Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Francia, Japón y Canadá) y en desarrollo (México, India y Corea del Sur), en el periodo de 1978-2000. De acuerdo a la hipótesis propuesta en el sentido de que las capacidades tecnológicas de la industria farmacéutica se asocian a características específicas, observables y cuantitativas, de la industria (esfuerzos de innovación, diseminación y estructura industrial) y del país (insumos nacionales para la innovación, el ámbito institucional y la política gubernamental), los resultados del estudio empírico sugieren que la dinámica entre factores industriales y nacionales, la cual no es homogénea en los países, ha generado el acceso diferenciado al conocimiento y a las nuevas tecnologías, promoviendo en algunos casos el fortalecimiento de la industria (Estados Unidos, Reino Unido, Alemania y Francia), y en otros, el desplazamiento de una fase imitativa a otra de innovación endógena (Japón, Canadá, Corea del Sur e India), con una posición competitiva más favorable. Por lo contrario, en México la falta de integración entre factores nacionales e industriales ha provocado la dependencia y el estancamiento.

Las experiencias de los países analizados muestran que la formación y la acumulación de capacidades tecnológicas en cada industria farmacéutica local se explican

por el entorno nacional en el que ésta se desenvuelve, así como por los esfuerzos tecnológicos que realice. De acuerdo con las capacidades tecnológicas que se acumulen, así será la capacidad de respuesta de la industria ante los cambios exógenos, lo que a su vez determinará el éxito o el fracaso en la explotación comercial de las oportunidades tecnológicas que ofrece el avance del conocimiento. En la medida en que los países con industrias más débiles logren la convergencia adecuada en sus sistemas de innovación obtendrán un mayor éxito y, por ende, podrán desconcentrar los procesos de innovación.

En este sentido, México ha seguido las tendencias internacionales de desregulación (apertura comercial, propiedad intelectual fuerte y eliminación de control de precios) prevalecientes en la industria farmacéutica multinacional. No obstante, la actividad de innovación en la industria farmacéutica de México es aún débil e incluso no alcanza el nivel de la India, que por lo menos hasta 2000 no había dado inicio a las reformas.

Del análisis por país se deduce que más que linealidad existe una red de interrelación entre las variables. En particular, se deduce que el GI&D, además de explicar parte del proceso de innovación, es una variable de aprendizaje, por ende, afecta el aprovechamiento del conocimiento derivado del monitoreo de patentes y de la formación bruta del capital fijo, así como al desarrollo de la calidad de los trabajadores. A su vez, la decisión de invertir en I&D y los procesos de imitación vía importación de fármacos se ven afectados por la política gubernamental y las instituciones (apertura comercial, derechos de propiedad intelectual, control de precios y rigidez en la aprobación de fármacos). Finalmente, la tasa de crecimiento del producto interno bruto refleja el crecimiento en la producción de fármacos, no necesariamente fármacos nuevos. Además, existe evidencia de la dependencia de los ingresos de las empresas farmacéuticas hacia un grupo selecto de fármacos (block-buster), los cuales se protegen con estrategias de patentamiento del tipo bloque (patentar la molécula y todas sus variantes), lo que ha generado, en combinación con la rigidez en la aprobación de fármacos, un aumento de patentes proporcionalmente mayor a la presencia de medicamentos. En este sentido, la regulación ha reducido la incertidumbre, pero ha credo un sistema que se ha aprovechado no para la obtención de nuevas moléculas, sino para la protección de un pequeño grupo de fármacos que generan altas ganancias (Cockburn y Henderson, 1995 y Scherer, 2001).

Bibliografía

- ♦ Amsden, A., *Asia next giant. South Korea and late industrialization*, Oxford University, 1989.
- ♦ Bardhan, P., "The political economy of development policy: an asian perspective", *Development thinking and Practice Conference*, septiembre 3-5, Washington, D.C, 1996.

- ◆ Brusoni, S. y A. Geuna, “An international comparison of sectoral knowledge bases: persistence and integration in the pharmaceutical industry”, *Research Policy*, 32, 2003.
- ◆ Cockburn, I y R. Henderson, *The pharmaceutical industry*, Harvard university, Mimeo, August, Hand book of Health Economics, forthcoming, North Holland, 1995.
- ◆ Cockburn, I y R. Henderson, *The pharmaceutical industry*, Harvard university, Mimeo, August, Hand book of Health Economics, forthcoming, North Holland, 1995.
- ◆ Dosi, G., Pavitt, K. y L. Soete, *La economía del cambio técnico y el comercio internacional*, Conacyt-Secofi, México, 1990.
- ◆ Eaton, J. y S. Kortum, “International technology diffusion: theory and measurement”, *International Economic Review*, 1998.
- ◆ Grilliches, Z., “Patent statistics as economic indicators: a survey”, *Journal of Economic Literature*, XXVIII, diciembre, 1990.
- ◆ Grilliches, Z., Hall, B. y A. Pakes, “The value of patents as indicators of inventive activity”, en P. Dasgupta y P. Stoneman, (eds.), *Economic policy and technological performance*, Cambridge, England, Cambridge University Press, 1987.
- ◆ Grilliches, Z., *R&D, patents and productivity*, Chicago (IL) : Chicago University Press, 1984.
- ◆ Hall, P. y D. Soskice, *Varieties of capitalism: the institutional foundations of comparative advantage*, Oxford University Press, Oxford, 2001.
- ◆ Hidalgo, A., “Las capacidades de innovación tecnológica en España a través del análisis cualitativo de las patentes”, *X Seminario Latino-Iberoamericano de Gestión Tecnológica*, ALTEC 2003.
- ◆ Jaffe, A., “Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms’ patents, profits, and market value”, *The American Economic Review*, 76, 1986.
- ◆ Katz, J., *Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente*, FCE, México, 1976.
- ◆ Katzenstein, P., *Policy and politics in west Germany: towards the growth of a Semisovereign State*, Temple University Press, Philadelphia, 1987.
- ◆ Keller, W., International technology diffusion, *NBER*, WP 8573, 2001.
- ◆ Kim, L., “Initiation to innovation”, *Harvard Business School Press*, Boston, Massachusetts, 1997.
- ◆ Lall, S., “Technological capabilities and industrialization”, *World Development*, 20, 2, 1992.
- ◆ Lanjow, J., “The introduction of pharmaceutical products patents in India: heartless exploitation of the poor and suffering”, *NBER*, WP 6366, 1998.
- ◆ Lundvall, B.A. (dir. pub.), *National system of innovation towards a theory of innovation and interactive learning*, Printer, Londres, 1992.
- ◆ Nadiri, M., “Innovations and technological spillovers”, *NBER*, WP 4423, 1993.
- ◆ Nelson, P.E. y S. Winter, *An evolutionary theory of economic change*, Harvard University Press, Nueva York, 1982.
- ◆ Nelson, R., *National innovation systems: a comparative analysis*, New York, Oxford University Press, 1993.
- ◆ Pharmaceutical Manufacturers Association of America (PhRMA), “Survey: new medicines in development for infectious diseases. PhRMA”, Washington, DC, 2002, en <http://www.phrma.org>
- ◆ Porter, M.E., “The competitive advantage of nations”, *Harvard Business Review*, 2, 1990.
- ◆ Romer, P.M., “Human capital and growth: theory and evidence”, *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, 32, 1990.
- ◆ Rothwell, R. y W. Zegueld, “Government regulations and innovation”, en *Industrial innovation and public policy: preparing for the 1980s and the 1990s*, Westport, CT: Greenwood Press, 1981.
- ◆ Scherer, F., “The link between gross profitability and pharmaceutical R&D spending”, *Health Affairs*, 20, 5, 2001.
- ◆ Scherer, F., “The link between gross profitability and pharmaceutical R&D spending”, *Health Affairs*, 20, 5, 2001.
- ◆ Sjöholm, F., “Technology gap, competition and spillovers from direct foreign investment: evidence from establishment data”, *School of Economics*, WP 37, Stockholm, 1997.
- ◆ Stern, S., Porter, M. y J. Furman, “The determinants of national innovative capacity”, *NBER*, WP 7876, 2000.
- ◆ Streeck, W., *Social institutions and economic performance*, Sage Productions, London, 1992.
- ◆ Thomas, L.G., “Implicit industrial policy: the triumph of Britain and the failure of France in global pharmaceuticals”, *Industrial and Corporate Change*, 3, 1994.
- ◆ Thomas, L.G., *The Japanese pharmaceutical industry: the new drug lag and the failure of industrial policy*, Edgar, Cheltenham, Reino Unido, 2001.
- ◆ Verspagen, B y W. Schoenmakers, “The spatial dimension of knowledge spillovers in Europe: evidence from firm

patenting data”, *Conference of Intellectual Property Econometrics*, Alicante España, abril de 2000.

♦ Verspagen, B., “Measuring Intersectoral Technology Spillovers: Estimates from the European and US Patent Office Databases”, *Economic Systems Research*, 9, 1997.

♦ Verspagen, B., “The role of large multinationals in the Dutch technology infrastructure. A Patent citation analysis”, *Scientometrics*, vol. 47, 2000.

♦ Vitols, S., “Shareholder value, management culture, and production regimes in the transformation of the German chemical-pharmaceutical industry”, *Competition and Change*, 6, 3, 2002.
