



**El Colegio  
de la Frontera  
Norte**

EL IMPACTO DE LA GLOBALIZACIÓN TECNOLÓGICA EN LA  
PRODUCCIÓN DE IDEAS EN MÉXICO 1996-2000:  
UN ANÁLISIS REGIONAL

Tesis presentada por

**Víctor Hugo Torres Preciado**

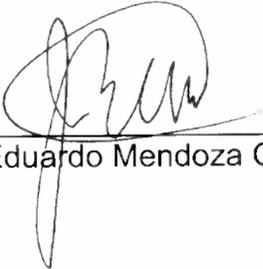
Para obtener el grado de

**MAESTRO EN ECONOMÍA APLICADA**

TIJUANA, B. C.  
2002

## CONSTANCIA DE APROBACIÓN

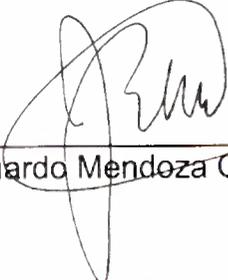
Director de Tesis:

  
\_\_\_\_\_

Dr. Jorge Eduardo Mendoza Cota

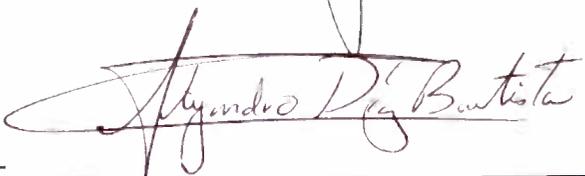
Aprobada por el Jurado Examinador:

1.-

  
\_\_\_\_\_

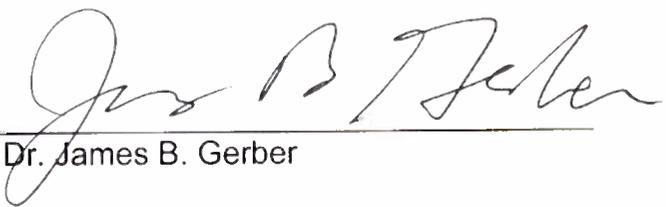
Dr. Jorge Eduardo Mendoza Cota

2.-

  
\_\_\_\_\_

Dr. Alejandro Díaz Bautista

3.-

  
\_\_\_\_\_

Dr. James B. Gerber

## **Agradecimientos**

Agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología CONACYT, por permitirme la oportunidad de fortalecer mi carrera académica. Por el apoyo económico e institucional brindado, tan importantes en mi desarrollo presente y sin duda futuro.

A mis padres y hermanos, por estar conmigo en todos los aspectos durante mi estancia en Tijuana, su apoyo y consejo fueron determinantes en el logro de mis estudios. A mis abuelos, que siempre estuvieron a mi lado.

A mi novia, Mayrén, cuyas palabras de aliento y cariño durante estos dos años fueron muy importantes en la conclusión de mis estudios.

Agradezco al Dr. Mendoza por su excelente consejo académico y su paciencia, sus observaciones y comentarios fueron invaluable en la elaboración de mi tesis.

Quiero agradecer al Dr. Alex Diaz por su interés en el desarrollo académico de nuestra generación, así como sus comentarios tan útiles hechos a mi tesis.

Asimismo agradezco al Dr. Gerber por sus atinados comentarios a mi tesis, los cuales me ayudaron a mejorar mi trabajo.

Por último, y no por ello menos importante, a mis compañeros con quienes compartí momentos de estudio y de esparcimiento.

## **Resumen**

En el contexto del declive de la actividad nacional de innovación, se hace necesario conocer las condiciones en que se realiza dicha actividad. Esto plantea responder de manera específica, ¿Cuáles son y cuál es el impacto de los determinantes de la producción de innovaciones-ideas en México?. Esta problemática se torna importante, toda vez que recientemente ha surgido una corriente que sostiene la importancia de la innovación como factor de crecimiento económico. En este sentido, con la finalidad de responder a dicha pregunta se utiliza el marco analítico de la teoría del crecimiento endógeno, específicamente, se estima la función de producción de ideas propuesta por Romer (1990).

El análisis se realiza a nivel regional, para esclarecer la difusión de conocimientos dentro la región, y entre regiones, así el esfuerzo de investigación regional, los cuales son esenciales en la producción de innovaciones. Es posible separar ambos efectos de difusión regionales, con base en una extensión del modelo de ideas realizada por Porter et. al. (1999).

En el marco de la creciente innovación extranjera en México o globalización tecnológica, se incluye su efecto en la producción regional de innovaciones. La posibilidad de tener acceso a un conocimiento más avanzado significa efectos de difusión positivos. A la par, impone una competencia tecnológica, que inhibe la creación nacional de ideas. En su estudio, Porter (1999) considera este tipo de efectos a nivel de países.

Los resultados muestran evidencia de efectos de difusión positivos dentro de cada región, y efectos de difusión negativos entre regiones. La globalización tecnológica presenta efectos de difusión negativos. Estos efectos interactúan, influyendo en producción regional de ideas. Los resultados muestran que existen condiciones para propiciar un crecimiento basado en el conocimiento, a partir de la actividad interna de cada región; dichas condiciones se debilitan a partir de los efectos de difusión entre regiones y provenientes del extranjero.

## Índice

Capítulo 1. Introducción	1
Capítulo 2. Globalización tecnológica e innovación en México	8
2.1 Características de la globalización económica	8
2.2 Tendencias de la globalización de la innovación tecnológica a escala mundial	9
2.3 La globalización del conocimiento tecnológico en México	13
2.3.1 Antecedentes de la transmisión y difusión de tecnología extranjera en México	14
2.3.2 Inversión extranjera directa en México	16
2.3.2.1 Inversión extranjera directa en el sector manufacturero mexicano	18
2.3.3 La importación de bienes de capital en México	20
2.3.4 Innovación y patentes extranjeras en México	20
2.3.4.1 Origen de la innovación extranjera en México	24
2.3.4.2 Distribución sectorial de la innovación extranjera en México	26
2.4 Innovaciones y patentes nacionales en México	29
2.4.1 Estructura y dinámica de la innovación regional en México	35
Capítulo 3. Enfoque teórico	38
3.1 Conceptos	47
3.2 Hipótesis	47
Capítulo 4. Metodología	48
4.1 Guión Metodológico-Técnico	51
4.2 Bases de datos	54
Capítulo 5. Difusión regional e innovación tecnológica extranjera: Resultados	55
Capítulo 6. Conclusiones y Recomendaciones	70
Bibliografía	77
Anexos	82

## **Capítulo 1. Introducción**

En esta investigación se analiza la producción de innovaciones tecnológicas (nuevas ideas) en México, en el periodo 1996-2000. Particularmente, se reconoce la importancia de la producción de ideas o nuevos conocimientos como agente de cambio tecnológico, por lo que se aborda la situación de la actividad de innovación tecnológica en México ante el impacto de sus determinantes. Específicamente, se analizan las condiciones existentes en el esfuerzo de investigación del capital humano y de difusión de conocimiento. Para ello, se estima la función de producción de Ideas creada a partir de los planteamientos de Romer (1990) y Porter (1999).

El análisis incorpora dos dimensiones relevantes, por un lado se realiza en el marco de las relaciones intra e interregionales en la producción de innovación en México, y por otro, recoge el efecto de la creciente innovación extranjera en México (Globalización Tecnológica) en dicha producción de innovación.

Diversos estudios, desde una perspectiva teórica y empírica, han abordado el problema del cambio tecnológico. El estudio de los efectos y determinantes de la innovación tecnológica, dentro de la teoría económica, ha tenido un desarrollo creciente dentro en la macroeconomía particularmente en la teoría del crecimiento económico. El hallazgo de Solow (1956) acerca de la importancia del cambio tecnológico en la tasa de crecimiento de la economía y por tanto en el bienestar, así como la indeterminación de las causas del cambio tecnológico han propiciado un renovado impulso por el análisis del cambio tecnológico.

Dentro de esta vertiente se encuentra el trabajo de Romer (1990) quien logra endogenizar el cambio tecnológico, el cual, depende del capital humano dedicado a la investigación y desarrollo y del acervo de conocimientos. Otros estudios han contribuido al análisis de la importancia del cambio tecnológico en el crecimiento económico, Jones (1995), Aghion y Howitt (1998). Estos estudios se han centrado en un ámbito teórico, pocos estudios se han avocado al análisis empírico del cambio tecnológico. Entre ellos se encuentran los trabajos de Lucas (1988) quien introduce el capital humano, aunque sin concluir específicamente acerca de la relación

tecnología-crecimiento, Barro y Sala i Martín (1996), con un modelo de crecimiento introducen variables de capital humano para dilucidar el fenómeno de convergencia.

Recientemente, Porter et. al. (1999) y Stern et. al. (2000) han avanzado en el estudio empírico del cambio tecnológico. En el primer estudio estiman la función de producción de ideas de Romer (1990) a fin de conocer sus propiedades y la influencia positiva del capital humano dedicado en ID y de la difusión de los conocimientos y clarificar su papel en el crecimiento económico. Stern et. al. (2000) propone el concepto de capacidad nacional de innovación como síntesis del trabajo teórico de Porter (1990), Nelson (1993) y Romer (1990), en donde intervienen factores microeconómicos de la innovación que surgen a partir del enfoque de cluster, características de agregación provenientes de la función de ideas y factores institucionales en acuerdo a los planteamientos de Nelson.

En contrapartida, el estudio de la globalización se ha desarrollado más como un proceso empírico que desde una perspectiva teórica (Estay, 1995), escaso esfuerzo se ha realizado por analizar dicho proceso de manera rigurosa en el marco del crecimiento económico, existen estudios del proceso de globalización en sí mismo, incluso de su influencia en las regiones de un país (Dávila, 1995), (Manchón, 1995) y su relación con el proceso de innovación tecnológica (Dávila, 1995), (Váldez, 1995), así como de la innovación aparejada al proceso de fragmentación de la producción en diferentes países lideradas por las empresas multinacionales (Cantwell, 1989).

Se han realizado trabajos que analizan la ciencia y tecnología en América latina en la década de los ochenta mostrando la dispersión del gasto en investigación y desarrollo y producción de patentes entre países desarrollados y no desarrollados y entre estos mismos (Sagasti, 1987). También analizan la capacidad tecnológica concibiendo la transferencia de tecnología como un factor que determina dicha capacidad y la necesidad de tener una estructura amplia de investigadores que contribuyan a la producción de patentes (Segal, 1987). Establecen la importancia de la invención como dinamizador de la actividad económica, la invención es

resultado de la aplicación de las tecnologías y ambas del conocimiento científico en general, realzan el potencial tecnológico de las patentes como instrumentos de transferencia de información y de tecnología a través de mecanismos de difusión (Tsur, 1989).

Estos trabajos reconocen la importancia de la capacidad de innovación tecnológica en diferentes aspectos, en su proceso de generación, inclusive mencionan el efecto positivo en el crecimiento económico y el desarrollo de las regiones, sin embargo no analizan de manera formal e integradora la relación entre estos aspectos. Similarmente el papel de la globalización, particularmente tecnológica, no se inserta en dicho análisis. En el caso de México, algunos de estos análisis plantean la importancia de la globalización de innovaciones en un ámbito de actividades agropecuarias (Rama, 1999), fuera del marco de crecimiento económico y de las regiones.

En México, existe una tendencia hacia el análisis empírico del crecimiento económico por encima de la producción teórica, sin embargo el análisis del cambio tecnológico no ha recibido un amplio interés como elemento crucial para el crecimiento económico de México. Existen trabajos que estudian la innovación a nivel nacional (Aboites, 1999) a través del análisis de datos estadísticos para patentes. Sin embargo estos enfoques distan de un análisis que explique la situación actual de la innovación en México y las condiciones existentes para impulsar un crecimiento basado en el conocimiento.

Aboites (1999) menciona la creciente actividad de innovación extranjera en México, sin explicar su relación con la capacidad nacional y regional de innovación. De esta forma, si bien se ha abordado el tema de la innovación tecnológica en el ámbito de globalización, y de regiones nacionales, no ha sido tratado de manera integradora y con rigor empírico bajo el marco de la teoría del crecimiento económico.

A continuación se plantea el problema de investigación, integrando la actividad de innovación nacional bajo una perspectiva regional, en el contexto de la globalización de

innovaciones. La globalización económica es un proceso estratégico a escala mundial que involucra las esferas comercial, de producción, financiera y tecnológica. Respectivamente significa la eliminación de barreras al comercio entre países, fragmentación internacional de los procesos productivos, flujo creciente de capital financiero entre países y una mayor actividad de innovación y difusión tecnológica entre países. A la par se observa el surgimiento de acuerdos regionales entre países que se integran para aprovechar las ventajas competitivas locales.

Particularmente la estrategia de internacionalización de la innovación tecnológica ha permitido el desarrollo de la actividad comercial, de producción y financiera entre países (Estay, 1995). Así, la innovación tecnológica fomenta el proceso de globalización, la competencia por los mercados, y la competencia entre países por producir innovaciones tecnológicas más allá de sus fronteras.

Aunado a lo anterior, la innovación tecnológica es relevante para una economía debido a su papel como factor de crecimiento económico. Schumpeter (1934) resalta la importancia de la innovación tecnológica en la creación de nuevos productos, y por tanto en el bienestar económico de un país. Dicha innovación es fruto de la investigación, por lo que la actividad innovadora es recompensada con la obtención de beneficios monopólicos. La importancia de la innovación en el crecimiento económico es desarrollada en el trabajo teórico de Solow (1956) y (1957), quien considera a la tasa de cambio tecnológico como un factor exógeno que influye en el crecimiento económico de una economía.

Sobre estos dos avances, Romer (1990), en su modelo de crecimiento indica que la competencia monopolística es una condición para llevar a cabo un proceso continuo de innovación tecnológica, asimismo endogeniza la tasa de cambio tecnológico la cual depende del capital humano en investigación y desarrollo (ID) y el acervo de conocimientos adquiridos. En estos trabajos, la innovación tecnológica es resultado de la existencia de capacidad nacional de innovación, la cual requiere de una estructura de investigación científica y tecnológica.

Así pues, la relevancia de la innovación tecnológica se muestra en sus dos dimensiones: como impulsor del proceso de globalización, e impulsor del crecimiento económico. Sin embargo, dicha relevancia no clarifica los efectos sobre la capacidad de innovación de una economía, resultado de la interrelación entre ambas dimensiones.

En el caso de México el crecimiento económico es un objetivo principal de política económica, lo que hace relevante al proceso de innovación tecnológica. Lo anterior implica la necesidad de que los países cuenten con una estructura de innovación sólida: Infraestructura, capital humano dedicado a investigación y desarrollo y acervo de conocimientos. En México la actividad de innovación presenta características particulares, la producción total de patentes muestra una tendencia creciente, sin embargo existe una clara divergencia entre la actividad de innovación nacional y la actividad de innovación extranjera.

Al respecto resaltan tres características principales: a) la sensibilidad de ambas actividades de innovación a la crisis económica b) la tendencia creciente de las innovaciones extranjeras y c) la tendencia decreciente de las innovaciones nacionales. Ante la tendencia divergente entre la actividad extranjera que concretiza parte del proceso de globalización y la actividad nacional que da cuenta de la situación de la capacidad nacional de innovación; es necesario conocer la interrelación de ambas actividades, específicamente, cómo influye el proceso de globalización tecnológica en la capacidad nacional de producción de innovación en el país y por tanto en las condiciones para generar crecimiento económico endógeno.

El contexto de análisis reconoce la importancia de la dinámica regional en el conjunto del sistema económico, de manera que el esfuerzo regional de innovación es esencial en la comprensión de la actividad nacional de innovación. Por lo que el análisis de la producción de innovaciones en México ante el proceso de globalización tecnológica se realiza en el marco de las interrelaciones regionales. En este sentido, la preguntas que se desprenden son:

- ¿Cuál es la situación actual de la innovación tecnológica regional en México?.

- ¿Cuáles son y cuál es la magnitud del impacto de los determinantes de la producción regional de innovaciones-ideas en México?.
- ¿Cómo afecta la globalización tecnológica a la producción regional de innovación en México?.
- ¿Existen las condiciones para impulsar un crecimiento económico basado en el conocimiento?.

Esta investigación se justifica en acuerdo a que, recientemente el estudio de la ciencia económica se ha enfocado al análisis de la innovación tecnológica en el contexto de las relaciones industriales, el crecimiento y el desarrollo económicos. En el plano teórico, se han venido desarrollando los fundamentos que endogenizan la creación e impacto de la tecnología en el crecimiento económico. La importancia de esta temática está ligada a la realización de estudios aplicados y la implantación de políticas, que refuerzan la importancia de las actividades de innovación en el bienestar.

En México la política económica en general está dirigida a la generación de crecimiento económico debido a sus implicaciones para el bienestar económico, por lo que se hace indispensable indagar cuál es la situación real de la actividad innovadora nacional, cómo inciden sus determinantes sobre dicha actividad, para conocer si existen las condiciones para impulsar dicho crecimiento económico.

Es necesario reconocer la importancia de la globalización económica en la economía nacional, algunos estudios se han enfocado principalmente al análisis del comercio internacional y de los flujos de capital. En tanto, son pocos los estudios que abordan el efecto de la globalización tecnológica en la actividad nacional de innovación, particularmente en un contexto regional. Por lo que en este estudio se aborda dicho análisis. Lo anterior, con la finalidad de avanzar en el conocimiento y enfrentar la situación, de la actividad innovadora para incorporar más eficientemente la economía mexicana a la dinámica mundial.

En este sentido, los principales objetivos de esta tesis son, cuantificar el impacto de los determinantes en la actividad de innovación en las regiones de México a través de estimar la función de producción de ideas. Conocer la magnitud y sentido del impacto de la globalización tecnológica en la producción regional de ideas en México. Y conocer, a partir de los determinantes de la actividad innovadora nacional, las condiciones existentes para propiciar un crecimiento económico vía cambio tecnológico.

Es necesario resaltar la escasez de estudios realizados en México que aborden la problemática tecnológica, bajo el enfoque propuesto en esta tesis. Si bien esto implica ofrecer una perspectiva del problema diferente, dicha escasez implica enfrentar el reto y la limitante de reforzar los resultados obtenidos, con estudios realizados en México anteriormente.

La tesis se compone de seis capítulos; posterior a la presente introducción, el capítulo dos trata de la globalización tecnológica y de la innovación en México. En los dos primeros apartados se presentan las características de la globalización económica en general y las tendencias de la globalización tecnológica escala mundial, resaltando la creciente actividad de innovación extranjera a través de patentes, tanto en los países más desarrollados, como en los menos desarrollados.

Posteriormente se especifican las tendencias de la innovación extranjera en México, se presentan algunos antecedentes de la actividad de innovación extranjera en el país en el sector manufacturero a inicios de los ochentas, enseguida se analiza el comportamiento de la inversión extranjera en México y su estructura en el sector manufacturero, la inversión es un indicador de la afluencia de tecnología extranjera en el país, la cual se concentra en mayor medida en el sector de manufacturas. Se incluye un análisis de la importación de bienes de capital, ya que refleja la tecnología implícita comprada al extranjero.

En el siguiente apartado se realiza el análisis de la innovación doméstica, a partir de las variables de nuevos conocimientos-ideas, capital humano en investigación y desarrollo, y el stock de conocimientos. En seguida se presenta la estructura y dinámica de la innovación, y del capital humano regional, con lo cual se esclarece la situación nacional de actividad de innovación en el marco del comportamiento regional.

El capítulo tres presenta el enfoque teórico ha adoptar, el cual muestra el marco analítico que sustenta la función de producción de ideas en la línea de Romer (1990). Incluye además, conceptos que esclarecen el análisis, y las hipótesis derivadas de dicho enfoque teórico. El capítulo cuatro, incluye la metodología, donde se expresa la forma como se abordará el problema, incluye el guión metodológico-técnico donde se presentan las bases de datos a utilizar, construcción de variables empleadas y las técnicas econométricas. Enseguida, el capítulo cinco muestra los resultados obtenidos de las estimaciones en el ámbito regional. En el siguiente capítulo, se incluyen las conclusiones y recomendaciones. Por último se presenta la Bibliografía utilizada y los Anexos.

## **Capítulo 2. Globalización Tecnológica e Innovación en México**

### **2.1 Características de la globalización económica**

La integración de la economía mundial, es un proceso cuyo mecanismo se fundamenta en una creciente interrelación comercial, de inversión y tecnológica entre países, en la medida que estos lleven a cabo estrategias de apertura hacia el mercado mundial (Welfens, 1999). Para algunos autores este proceso ha sido una integración económica enmarcada por crisis periódicas, formación de bloques regionales y el desplazamiento entre países del liderazgo económico mundial (Kitson y Michie, 1999).

No obstante, la integración económica mundial se ha incrementado, como muestran algunos flujos internacionales. Entre 1991 y 1995 el comercio creció a una tasa de 6.14%. Este

aumento del comercio es resultado de las estrategias de liberalización comercial realizadas por algunos países a partir de la década de los ochenta. En la década de los noventa, la internacionalización de los servicios financieros se incrementó, respecto al relativo estancamiento en los ochenta. Las nuevas tecnologías de información, fueron determinantes en este proceso (UNU-INTECH, 1997).

La globalización de la innovación tecnológica a través de los flujos de patentes extranjeras e inversión extranjera directa (IED) se ha incrementado (Archibugui, 1999) (OECD, 2001). Ambos flujos son los principales canales de difusión y transmisión de conocimiento tecnológico hacia el extranjero (Cimolli, 2001). En este contexto, las empresas transnacionales dominan la producción mundial de nuevas tecnologías, apoyándose en sus subsidiarias para crear y diseminar su tecnología, así, son el canal principal de transferencia tecnológica hacia el mercado extranjero (Dunning, 1992) (Flamm, 1987).

## **2.2 Tendencias de la globalización de la innovación tecnológica a escala mundial**

El patrón tecnológico a nivel internacional, muestra economías con un avance tecnológico mayor que otras. En las economías industrializadas, el avance tecnológico depende de la producción de innovaciones nacionales. En tanto, en las economías menos desarrolladas, dada su menor producción de innovaciones, el avance de la innovación nacional depende de la adquisición, adopción y adaptación de conocimientos tecnológicos extranjeros (OECD, 1999). Así, los países menos desarrollados se incorporan a la globalización de la innovación como receptores netos de tecnología.

En este sentido, la inversión extranjera directa uno de los principales flujos tecnológicos, ha aumentado recientemente. Entre 1991 y 1996 el promedio anual de la inversión mundial, fue de 245,000 mdd aumentando a casi 400,000 en 1997 (CEPAL, 1998). Los más desarrollados han concentrado más del 60% de las entradas de inversión extranjera, asimismo son los principales

inversionistas, con una proporción del 90% de las salidas de inversión extranjera directa (CEPAL, 1998).

La inversión extranjera en los países de la OECD, creció a una tasa media anual de 12.2% entre 1987 y 1998, con un incremento considerable entre esos años de los flujos de entradas. La inversión que realizan entre ellos y hacia otros países, ha crecido a una tasa anual de 12.7% en el mismo periodo. Esta dinámica refleja la creciente globalización de la innovación tecnológica, y particularmente la incorporación de países no pertenecientes a este grupo a dicho proceso global. (Ver anexos cuadro 1).

Los países en desarrollo se han incorporado principalmente como receptores de inversión extranjera directa, en 1997 obtuvieron el 38% del flujo internacional de inversión. Dentro de la región de países latinoamericanos, en 1997 la mayor proporción de la inversión se concentró en los países que conforman la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI), entre los que resaltan Brasil y México. En este mismo año, México fue el segundo receptor 21.3% de la inversión total (CEPAL, 1998).

La innovación realizada por los países se observa con mayor precisión a través de las patentes. En los países avanzados y menos avanzados, el número total de patentes refleja en mayor medida la actividad de innovaciones extranjera. De esta forma, la globalización tecnológica a través de las patentes extranjeras, incide en la actividad nacional de innovación a través de la difusión del conocimiento implícito en dichas patentes.

La producción de innovaciones en los países de la OECD, muestra una tasa de crecimiento mayor a medida que disminuye la participación en el total de patentes, esto indica que los países que tienen un nivel menor de actividad en 1994 como México e Islandia, están creciendo más de prisa que los países con un nivel más alto como Japón y Estados Unidos. Este hecho implica, que los países con un nivel inicial de innovación más bajo buscan alcanzar niveles de innovación similares a países como Japón y Estados Unidos (Ver cuadro 1 ). Sin embargo, este proceso de alcance parece estar determinado por el proceso de globalización de la innovación.

El Cuadro 3 en anexos, muestra el crecimiento respecto al año anterior de las patentes extranjeras para este mismo grupo de países de la OECD, en él se observa más claramente el proceso de alcance mencionado. Al ordenar los países respecto a su posición en la participación total de patentes, en 1995 se aprecia que los países con mayor proporción tuvieron un menor crecimiento de patentes extranjeras respecto a 1994. No obstante que en los siguientes periodos el crecimiento respecto al año anterior es menos rápido para los países con menor nivel de innovación extranjera, en cada año se observa que éstos mantienen la tasa más elevada. Así, el país que tiene un menor nivel inicial posee una tasa de crecimiento medio anual mayor.

En pocos años, la globalización de la innovación tecnológica se ha extendido hacia más países, lo cual ha reflejado un cambio en la estructura de participación en las patentes extranjeras, entre dichos países. Entre los países con mayor avance tecnológico, Estados Unidos recibió el mayor número de patentes extranjeras en 1994, seguido de Reino Unido y Alemania con 7% y 6.5% respectivamente. En 1999, estos países disminuyeron su participación en el total del flujo internacional de patentes extranjeras; observándose cambios en la estructura, Estados Unidos ahora se encuentra en séptimo lugar, en tanto las patentes se han dirigido a Reino Unido, España, Suiza y Suecia (Ver cuadro 1).

En los países con menor avance tecnológico; la participación en los flujos internacionales de patentes extranjeras es menor. A la par, presentan tasas de crecimiento ligeramente mayores, respecto a los países con un avance tecnológico mayor. Esto indica la extensión de los flujos de innovación tecnológica extranjera, hacia los países con menores niveles iniciales de recepción. Dicha extensión implica una redistribución de los flujos de innovación extranjera, si los países de destino tradicionales son sustituidos por otros países. Entre los países con un crecimiento medio mayor, resaltan, México e Islandia cuya tasa entre 1994-1999, es de 32% y 170% respectivamente (Ver cuadro 1).

Este proceso ha ocasionado que algunos países con menor avance tecnológico, escalen posiciones como receptores de tecnología. En 1994, México se encontraba en el penúltimo lugar

como menor receptor de innovaciones extranjeras. Al incrementar su participación a 1.7%, en el flujo internacional de patentes extranjeras en 1997, salió del grupo de los cinco menores receptores.

Así, el crecimiento de las patentes extranjeras, explica la convergencia en la producción de las patentes nacionales entre países, ya que la estructura de la innovación nacional muestra una participación de patentes extranjeras mayor que las patentes de los residentes. En este sentido, la estrategia se basa en extender la innovación hacia otros países más que concentrarla en el país de origen. A esta extensión ha contribuido el mecanismo de patentaje internacional adoptado por varios países en el tratado de cooperación en patentes (World Intellectual Property Organization, 1999).

**Cuadro 1**

<b>Actividad de Innovación Realizada por No Residentes en Diez Países de la OECD 1994-1999 (países con mayor número de patentes solicitadas)</b>							
<b>Países</b>	<b>Patentes Solicitadas 1994</b>	<b>Patentes Solicitadas 1999</b>	<b>TCMA 94-99</b>	<b>Participación en el total no residentes 1994 (%)</b>	<b>Participación en el total no residentes 1999 (%)</b>	<b>Participación en el total nacional 1994 (%)</b>	<b>Participación en el total nacional 1999 (%)</b>
Estados Unidos	99710	138313	0.06	8.3	4.7	47.55	46.93
Reino Unido	83657	161549	0.12	7.0	5.5	77.17	83.76
Alemania	78011	146529	0.11	6.5	5.0	61.23	66.37
Francia	70155	117457	0.09	5.9	4.0	81.31	84.83
España	62005	159696	0.17	5.2	5.4	96.30	97.92
Polonia	15978	45194	0.19	1.3	1.5	85.65	95.19
Nueva Zelanda	15879	45990	0.19	1.3	1.6	92.64	96.54
Hungría	15861	44187	0.19	1.3	1.5	93.16	98.25
México	9446	49532	0.32	0.8	1.7	94.99	99.00
Islandia	108	41535	1.70	0.0	1.4	83.08	99.92
<b>Total</b>	<b>450810</b>	<b>949982</b>	<b>-</b>	<b>37.64</b>	<b>32.29</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

Fuente: elaboración propia con datos de World Intellectual Property Organization, 1999.

En este periodo, la participación de la innovación proveniente del extranjero en el total de innovación creada al interior de Estados Unidos disminuyó de 47.55% a 46.9%; en general dicha participación se incremento en el resto de países, lo que muestra la importancia de la actividad de innovación extranjera al interior de cada país (ver dos últimas columnas del cuadro 1). En los

países con niveles menores de actividad de innovación extranjera, representan casi la totalidad de la actividad de innovación existente. En el caso de México, en 1999 el 99.0% de la actividad de innovación era extranjera.

No obstante el mayor dinamismo y la reestructuración de las participaciones en los flujos de patentes extranjeras, persiste la brecha en los niveles absolutos de recepción de patentes entre los países avanzados y menos avanzados tecnológicamente. Ambos grupos de países tienen acceso al mismo flujo tecnológico mundial, sin embargo, el menor gasto en investigación y desarrollo, y producción de innovaciones en los países menos desarrollados, los mantiene como receptores netos de las diversas formas de transferencia y difusión tecnológica.

Así, el efecto positivo del conocimiento tecnológico extranjero en el crecimiento económico y el grado de avance tecnológico nacional, depende de la habilidad para adaptar la innovación tecnología extranjera. *Sin embargo, el efecto positivo sobre la producción de nuevas tecnologías nacionales, requiere no solo de los mecanismos para adoptar y adaptar patentes, sino también de la existencia de efectos positivos de difusión de conocimiento extranjero hacia el interior del país, mediante canales de propagación de ideas e infraestructura de investigación.*

### **2.3 La globalización del conocimiento tecnológico en México.**

La integración de México a la globalización de conocimientos tecnológicos ha ido en aumento en años recientes. La forma en que se integra a la misma, se realiza a través de la internacionalización de patentes y transacciones de tecnología. Esta forma de integración predomina en países con una menor capacidad de innovación y desarrollo tecnológico respecto a los países industrializados.

*Un efecto importante de las innovaciones tecnológicas extranjeras para México, reside en la posibilidad de difusión de las mismas hacia las actividades nacionales, lo cual fomentaría la producción de innovaciones nacionales, más allá de los procesos que se generan al interior de las empresas extranjeras.* No obstante, es relevante subrayar que las patentes extranjeras

representan el principal canal de difusión de conocimiento tecnológico, en tanto, la inversión extranjera directa y las transacciones tecnológicas (importaciones de bienes de capital, asistencia técnica, licencias de patentes) proveen en menor medida un canal de difusión, debido al problema de apropiación.

### **2.3.1 Antecedentes de la transmisión y difusión de tecnología extranjera en México**

México ha promovido el acceso a los conocimientos tecnológicos externos desde periodos anteriores. En 1979, la estrategia tecnológica se centró en el acceso a través transacciones tecnológicas con el exterior, con el objetivo de desarrollar el sector industrial. En ese año, el sector manufacturero realizó el 81.6% de las transacciones tecnológicas, en forma de licencias de patentes, marcas y servicios técnicos (Unger y Saldaña, 1984)<sup>1</sup>.

La adquisición de tecnología extranjera, la cual correspondió en mayor parte a conocimientos técnicos, permitió fortalecer el desarrollo industrial. Sin embargo, se dejó al margen el desarrollo tecnológico nacional a través de la generación nacional de innovaciones y la difusión tecnológica hacia el resto de actividades (Unger y Saldaña, 1984). La política tecnológica estaba en función de la política comercial, así el acceso a tecnologías extranjeras estaba orientado a ajustar el desequilibrio externo, más que desarrollar una capacidad de innovación nacional.

Las empresas transnacionales representaron el 47% del total de contratos de adquisición de tecnología en el sector manufacturero. Estas empresas realizaron un mayor número de transacciones tecnológicas destinadas a la producción de bienes con mayor intensidad tecnológica (de capital, intermedios y de consumo duradero) con una participación mayor al 50%. Las empresas nacionales adquirieron menor número de tecnologías respecto a las extranjeras en

---

<sup>1</sup> En el marco de la sustitución de importaciones, la estrategia se dirigió a la producción de bienes denominados prioritarios, a saber: bienes intermedios, bienes de capital, bienes de consumo duradero y no duradero, así como insumos estratégicos y agroindustriales.

bienes considerados prioritarios; delineando tanto las actividades que mayor grado de desarrollo tecnológico poseen, como las diferencias en la capacidad tecnológica entre empresas extranjeras y nacionales.

En ese año, las innovaciones obtenidas a través de compras de licencias se adaptaron a la producción manufacturera, solamente un tercio contribuyeron a la creación de innovaciones nacionales (Unger y Saldaña, 1984). En este sentido, la globalización de conocimientos tecnológicos a través de las transacciones (en este caso compras de licencias) ha tenido un impacto positivo en la producción física, sin embargo el efecto es más débil en la producción de innovaciones. Esto es un resultado estructural en el que las empresas prefieren comprar la tecnología extranjera, sustituyendo a la generación de innovación.

Si bien es necesario señalar que los modelos endógenos de innovación se basan en la inversión como precondition para fomentar la innovación, es un argumento que extiende la explicación de estos modelos, implica que una falta de inversión se vea compensada por la adopción de tecnología. Esto repercute en la generación nacional de innovación, debido a que las empresas prefieren adoptar tecnologías extranjeras, limitando el mercado nacional de tecnología. La existencia de un efecto de sustitución, entre la producción tecnológica del mercado nacional, y la tecnología del mercado extranjero, hace posible que las empresas transnacionales favorezcan o inhiban la capacidad tecnológica doméstica (Streeten, 1974), que a su vez favorece o inhibe la creación de patentes locales. No obstante, es necesario reconocer la necesidad de la inversión en innovación como una condición que disminuiría la adopción de conocimientos extranjeros.

Por otro lado, en este periodo predominaba la estructura de un mercado de competencia imperfecta, lo cual restringió la difusión de la tecnología comprada hacia el resto de las actividades (Unger y Saldaña, 1984).

Alternativamente, se ha recomendado promover la difusión de conocimiento tecnológico hacia el resto de las actividades, a través de la formación de capital humano; su formación se

realiza en las empresas transnacionales, cuyo posterior acceso a empresas nacionales es una vía de transmisión de conocimientos (Flamm, 1987).

En este año, a la deficiente difusión tecnológica contribuyen, la dirección de una política industrial y tecnológica encauzada hacia objetivos diferentes a la creación de una capacidad de innovación nacional, así como la naturaleza comercial de la adquisición de tecnología, la cual es realizada en su mayoría por empresas transnacionales, quienes realizan las transacciones y difusión tecnológica entre la misma corporación.

### **2.3.2 Inversión extranjera directa en México.**

Como parte de la globalización tecnológica en México, la inversión extranjera directa representa una alternativa para obtener tecnologías extranjeras. En este caso, la innovación tecnológica se transfiere en inversión en capital, creación de nuevas empresas, y ampliación de las mismas. Esta inversión se lleva a cabo por empresas transnacionales, por lo que es importante la difusión tecnológica hacia el resto de las actividades económicas.

Se ha señalado que los países semiindustrializados presentan un desfase en las condiciones tecnológicas, que restringen la recepción de inversión extranjera. En el caso de México, se argumenta la existencia de capacidad de aprendizaje, nivel de capacitación del capital humano, e infraestructura tecnológica, adecuadas, lo que ha permitido que la IED principalmente manufacturera, con componentes de alta tecnología, se establezca en el país (Shaiken, 1990).

La inversión extranjera en México proviene en mayor parte de los países más desarrollados, en 1988 Canadá, Alemania, Países Bajos, Reino Unido y Estados Unidos, representaron el 86.3% de la inversión total. Este último es el principal inversionista con 63.1% de la inversión total en México (Ver anexos cuadro 5).

En 1997, el flujo se incrementó en gran medida respecto a 1988, la sensible menor importancia de Estados Unidos con 61%, refleja las expectativas de los demás países industrializados hacia México. Resaltan Japón y Alemania con aumentos mayores a los demás

países. El resto de países industrializados incrementan su inversión, en el caso de los países bajos, su participación aumentó a 1.7% en el mismo año (Ver anexos cuadro 5 ).

Para 1997, Estados Unidos mantiene una importante inversión en México, esto implica un mayor grado de integración con su economía, así como una mayor influencia del tipo de tecnología proveniente de dicho país. Si bien el resto de países con un alto grado de desarrollo tecnológico continúan invirtiendo en el país, su participación ha disminuido, esto limita el acceso a recursos que dinamicen la economía y el acceso a una mayor diversificación tecnológica.

Sin embargo, independientemente de poseer un acceso diversificado a nuevas tecnologías extranjeras, la creación de capacidades tecnológicas nacionales, que fomenten la innovación tecnológica nacional requiere no solamente el acceso a dichas tecnologías extranjeras, sino también la existencia de mecanismos de adopción tecnológica eficientes, así como de adaptación y rediseño de tecnología, lo cual permitirá dinamizar la creación de nuevas tecnologías nacionales a partir de las extranjeras.

Las actividades de la estructura productiva que reciben los flujos de inversión extranjera directa, permite observar las actividades que presentan potencialmente un mayor grado de desarrollo tecnológico. Se observa el predominio de la inversión manufacturera; en 1988 el flujo de inversión extranjera que permitió la expansión del sector industrial en México, representó el 66.9%. El comercio obtuvo el 11.15%, las actividades financieras el 7.4% y las de negocios el 8% (Ver anexos cuadro 7 ).

En 1994, la estructura cambió, el sector manufacturero disminuyó su importancia como receptor de IED, en este año se invirtió el 44% del flujo total; las inversiones se desplazaron principalmente a las actividades financieras, las cuales ahora representaron el 25%, con un monto quince veces mayor respecto a 1988. El comercio redujo su importancia casi dos puntos porcentuales, la construcción y la minería tuvieron

una reducción amplia en su participación de la IED. Sin embargo, destaca la IED en la industria de comunicaciones y transportes, así como la recuperación del sector primario (Ver anexos cuadro 7 ).

En 1997 se muestra la reorientación de la IED hacia actividades industriales; sin embargo no se recuperó la importancia de 1988, lo cual implica una desaceleración en el desarrollo tecnológico del sector. En el mismo año, el flujo de inversión disminuyó en el sistema financiero mexicano, al igual que la inversión en el sector de transportes y comunicaciones.

El sector comercio destaca por su estabilidad en la recepción de IED entre 1988 y 1997. El sector de electricidad, gas y agua incrementó su participación en los flujos de IED; en tanto, dichos flujos regresan a los sectores de la minería y la construcción. En el sector primario se manifiesta una recuperación constante del flujo de IED, posterior a la caída en 1988 (Ver anexos cuadro 7).

### **2.3.2.1 Inversión extranjera directa en el sector manufacturero mexicano.**

El sector manufacturero es el principal receptor de tecnología a través de la inversión extranjera, su estructura permite observar las actividades que potencialmente presentan un mayor grado de desarrollo tecnológico. En 1988, la inversión se dirigió hacia las actividades de petróleo, químicos y productos de plástico; otra actividad que sobresale como receptor de IED, es la de vehículos y equipos de transporte. Estas actividades son impulsadas principalmente por empresas transnacionales (Ver anexos cuadros 8 y 9 ).

En 1994, se observa la concentración de la inversión en el sector de vehículos y equipos de transporte con el 50.6%; en tanto la importancia de las actividades industriales petroleras, químicas y de plásticos disminuyó recibiendo el 16%. En 1997, se recuperó la inversión en la industria del petróleo, químicos y productos de plástico, no obstante el sector vehículos y equipos de transporte se mantuvo como principal centro de atracción. En este mismo año, la inversión aparece en la industria metal mecánica y textil (Ver anexos cuadros 8 y 9 ). Las inversiones que

han crecido más rápido se encuentran en la industria textil, vehículos, y metal mecánica, con tasas de crecimiento media en dicho periodo de 29%, 23% y 22% respectivamente. El resto ha crecido a tasas altas que fluctúan alrededor del 10%.

El hecho de que el sector manufacturero, y específicamente el sector de vehículos y equipo de transporte, se consolide como el principal receptor de la inversión extranjera a partir de la década de los ochenta, está relacionado al desempeño de dicho sector. En esta década, no obstante la crisis de deuda, y la caída en el consumo interno y para importaciones, las exportaciones crecieron aceleradamente. Este dinamismo se basó en los sectores de maquiladoras y automóviles, las exportaciones en la industria de automóviles pasaron de 366 millones de dólares en 1980 a 3 billones en 1989 (Shaiken, 1990). El dinamismo en las exportaciones está respaldado, a su vez, por la posibilidad de lograr un dinamismo similar en la producción en este sector.

La presencia de mayores niveles de inversión extranjera, señala una propiedad extranjera mayor en las empresas. Desde un punto de vista tecnológico, la inversión realizada por estas empresas tiene un componente cada vez mayor de altas tecnologías.

La transferencia de tecnología extranjera a partir de la inversión extranjera directa, se canaliza a través de las subsidiarias, manteniéndose la propiedad extranjera (Cimoli, 2000). En este sentido, la existencia de transferencia y difusión tecnológica hacia las actividades nacionales, no solo fomentarían el desarrollo tecnológico nacional, sino también proveerían conocimiento con el cual crear nuevas tecnologías nacionales.

Algunas restricciones respecto a la transferencia hacia actividades locales es el bajo encadenamiento de las empresas transnacionales con las actividades nacionales, así como las dificultades técnicas nacionales para absorber la tecnología extranjera más avanzada (Capdevielle, 2000). En el caso de la difusión, la existencia de altos costos limita el acceso de las empresas e instituciones nacionales al conocimiento extranjero implicado en la IED.

Al respecto, estudios realizados para el sector manufacturero de México, utilizan la inversión extranjera directa como fuente de transmisión de conocimiento tecnológico; en estos, han encontrado que las corporaciones transnacionales inducen efectos de difusión positivos hacia el resto de las actividades (Kaufmann, 1993). Estos estudios analizan una forma de transacción tecnológica, más que de difusión hacia empresas e instituciones nacionales. En dicho estudio, si bien la transmisión ayuda a mejorar el estado tecnológico nacional, los resultados no implican la creación de nuevas tecnologías nacionales.

### **2.3.3 La importación de bienes de capital en México.**

Un indicador de la adquisición de tecnología para fomentar el desarrollo tecnológico de la firma es la compra de bienes de capital del extranjero (Unger y Oloriz, 2001). La proporción de las importaciones de bienes de capital respecto a las importaciones totales fue de 24.5% en 1980, la cual es menor respecto a la participación de 63.9% de los bienes intermedios. Dicha proporción disminuyó a 13.4% en 2001, en tanto se incrementó la proporción de bienes intermedios.

Por otro lado, el crecimiento medio anual de la importación de bienes de capital entre 1980 y 2001 es de 7%, el cual es menor en comparación con las tasas de las importaciones de bienes intermedios y de consumo respectivamente (Ver anexos cuadros 10 y 11 ). El hecho de que la tasa de crecimiento medio sea la más baja, implica que la compra de bienes de capital si bien ha aumentado, se ha realizado más lentamente que el resto de las compras tanto de bienes de consumo e intermedios.

### **2.3.4 Innovación y patentes extranjeras en México.**

La innovación tecnológica extranjera a través de las patentes se ha incrementado en México (Aboites, 1998). La importancia de estas innovaciones, reside en que contienen conocimiento tecnológico, aplicable en la producción de más innovaciones (Grilichez, 1990) (Houser, 1977).

Así, la posibilidad de utilizar el acervo de conocimientos tecnológicos extranjeros en la actividad de innovación en México, fomentaría la producción nacional de innovaciones.

En la producción de innovaciones tecnológicas, la utilización de acervos de conocimientos, requiere la existencia de mecanismos eficientes de difusión de dicho conocimiento (Romer, 1990). Así, la presencia creciente de innovación tecnológica extranjera es importante para México, si existe una difusión positiva de los conocimientos extranjeros, que fomente la producción nacional de innovaciones.

En un estudio a través de países, aplican la función de innovación de Romer (1990), considerando las patentes extranjeras otorgadas en Estados Unidos, como indicador de innovación tecnológica. Los resultados muestran la existencia de efectos de difusión tecnológica positivos, al interior de cada país, lo cual refuerza la productividad de la investigación y desarrollo, en la producción de innovaciones. En contraposición, se encuentran efectos negativos de difusión o barreras de difusión, provenientes del resto de países (Porter, 1999). Esto indica la importancia de fortalecer y proveer los mecanismos de difusión nacionales y gestionar mecanismos de difusión de conocimiento proveniente de otros países.

En México, las patentes de origen extranjero presentan una tendencia creciente; debido a que el conocimiento es acumulativo, *esto implica que el acervo de conocimiento tecnológico extranjero disponible en México, se ha incrementado a través del tiempo*. No obstante el acceso a dicho conocimiento, debe ser utilizado de hecho, para favorecer la producción nacional de innovaciones. Algunas restricciones a la utilización es brecha en la frontera de conocimiento entre ambos conocimientos nacionales y extranjeros. En este mismo sentido actúan los efectos barrera mencionados por Porter et. al. (1999).

En términos generales, el crecimiento medio de las patentes extranjeras en México durante 1980-2000 fue de 5.5% por año. Al seccionar este periodo se observa una estabilidad en los niveles de las patentes extranjeras entre 1980 y 1990, en estos años los niveles de patentes extranjeras son similares. Dicha estabilidad está enmarcada por una caída en las patentes en los

años 1980-1985, con un crecimiento medio de -3.9%; subsecuentemente, la recuperación se presenta en el periodo 1985-1990, con un crecimiento medio de 5.1%. La caída en las patentes extranjeras se debe a la crisis económica experimentada en los primeros años en la década de los ochenta (Ver anexos cuadros 12 y 13 ).

En el periodo 1990-2000, las patentes extranjeras presentan un crecimiento acelerado con una tasa anual de 10%; a inicios de este periodo el número de patentes es de 4400, a finales del mismo ascendió a 12628. En el subperiodo 1990-1995, comienza una etapa de recuperación de las patentes extranjeras en México, la cual es interrumpida por la crisis económica, en 1995 la variación anual fue de -47.5%. En este periodo parecen contraponerse dos fuerzas, por un lado la apertura comercial favorece la entrada de patentes extranjeras<sup>2</sup> (Cimoli, 2001) (Aboites, 1999), por otro lado la crisis económica desalienta la solicitud de patentes de extranjeros. El resultado fue un crecimiento medio de 2% en este periodo (Ver anexos cuadros 12 y 13 ).

A partir de 1995; estas dos fuerzas parecen complementarse, aunado al efecto de la apertura comercial en la afluencia de patentes, los innovadores extranjeros mantienen expectativas favorables respecto a la recuperación económica. Así, durante 1995-2000, la entrada de patentes extranjeras a México presenta un crecimiento acelerado<sup>3</sup>. En este periodo, la tasa de crecimiento media anual es de 16.8%, lo cual muestra la magnitud del ingreso de la innovación tecnológica extranjera a México.

---

<sup>2</sup> Aboites (1998) señala que la gradual eliminación de lo no patentable ha permitido aumentar el flujo de patentes, las modificaciones reciente a la ley de propiedad industrial en México, marcan como no patentable los procesos esencialmente biológicos para la producción, reproducción y propagación de plantas y animales. Y el material biológico y genético tal como se encuentra en la naturaleza; las razas animales, el cuerpo humano y sus partes vivas, y las variedades vegetales. Menciona, que estos rubros son los mismos que especifica el tratado de libre comercio.

<sup>3</sup> En este caso, el número de patentes corresponde a las que ingresaron a etapa nacional vía el tratado de cooperación en materia de patentes, más las que ingresaron directamente por la oficina de patentes de México, lo cual explica la diferencia respecto al número de patentes del cuadro 1. El ingreso de patentes a etapa nacional se refiere a las patentes que son examinadas por las leyes de propiedad industrial de los países en los que se solicita dicha patente ([www.impi.gob.mx](http://www.impi.gob.mx)).

Gráfica 1



Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 12 en anexos.

La aparente mayor sensibilidad de las patentes extranjeras al desempeño de la economía, se encuentra relacionado con las estrategias de mercado de las empresas. Al solicitar una patente extranjera, las empresas basan sus expectativas de beneficio, no solo en proteger su innovación de la imitación, sino también en extender su beneficio de monopolio a más mercados. De esta forma, las empresas que buscan solicitar una patente en un país, revisan sus expectativas de acuerdo al desempeño de la actividad económica, lo cual determina la decisión de solicitud de patente.

Como parte de su estrategia, las empresas solicitan patentes en los mercados en los que esperan un beneficio económico, por exportación de sus tecnologías o productos; por otro lado, esta estrategia la utilizan incluso en mercados donde no operan con lo cual logran bloquear el surgimiento de nuevos competidores (Archibiugui, 1999).

Si bien la estrategia de internacionalización de las patentes permite proteger la innovación de la empresa, la protección en los mercados en que opera y su extensión en los que no opera, tiene un efecto doble, por un lado bloquea el surgimiento de nuevos competidores así como también *la generación de innovación de las empresas, instituciones e individuos nacionales*. Este resultado negativo en la producción de innovaciones se debe a que la imposición

de una barrera de entrada a las empresas se transmite en una menor innovación. Por otra parte, es posible que exista un efecto positivo de difusión relacionado con la adaptación de patentes, que incrementa el nuevo conocimiento tecnológico en el país.

#### **2.3.4.1 Origen de la innovación extranjera en México**

La globalización tecnológica en México está determinada en mayor medida, por las estrategia tecnológica de los países industrializados, consistente en extender la protección de su conocimiento tecnológico a más países, desalentando así, la aparición de nuevos competidores e innovaciones nacionales. Esta estrategia muestra diferentes niveles de participación y desempeño respecto a cada país.

El país con mayor actividad tecnológica en México es Estados Unidos, en 1980, contribuyó con el 48.3% de las innovaciones extranjeras. En el contexto de la crisis, en 1983 las innovaciones de este país disminuyeron -12.6% respecto al año anterior, no obstante, su participación se incrementó en gran medida. En 1994, su importancia como difusor de conocimiento en México se incrementó, en este año las patentes provenientes de este país representaron el 62.3%. Posterior a la caída en 1995 como resultado de la crisis, en los siguientes años su participación disminuyó. Para México, la importancia reside en el acceso a un conocimiento tecnológico más avanzado (Ver cuadros 2, y anexos cuadro 15).

## Cuadro 2

**Origen de las Patentes Extranjeras Solicitadas en México 1980-2000**  
**Estructura Porcentual (%)**

Años	México	Alemania	E.U.A	Francia	Italia	Japón	R. Unido	España	Otros	Total
1980	13.9	8.1	48.3	5.4	2.7	3.6	3.9	1.4	12.7	100
1983	17.1	5.0	55.9	4.4	1.8	2.3	3.0	1.2	9.4	100
1985	15.8	5.3	56.3	3.5	2.4	2.7	3.1	0.9	10.0	100
1990	13.1	6.9	55.8	3.9	1.8	2.3	4.2	0.6	11.4	100
1994	5.0	7.5	62.3	2.8	1.6	2.6	3.9	0.7	13.6	100
1995	8.0	9.5	58.2	5.0	1.7	3.9	1.3	1.0	11.4	100
1999	3.8	9.5	56.7	5.2	1.3	3.3	3.4	0.8	16.1	100

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 15 en anexos.

Las innovaciones provenientes de Alemania son la segunda fuente de conocimiento tecnológico en México, en 1980 su participación fue de 8.1%, posteriormente en 1983 la afluencia de innovaciones experimentó una caída de -40.1%, mayor respecto a Estados Unidos. De hecho, hasta 1994 la participación se mantuvo abajo del nivel de 1980. No obstante la caída de -30.9%, en 1995 se muestra un incremento en la participación de las patentes alemanas con 9.5%. Estas innovaciones se dirigieron principalmente a la industria química y metalúrgica.

Otros países que introducen conocimiento tecnológico a través de patentes son Francia y Japón. Francia es la tercer fuente de innovación extranjera, en 1980 las patentes francesas tenían una participación de 5.4%, en los años siguientes su participación ha disminuido. Al igual que en los anteriores países, su actividad de patentaje disminuye en los años de crisis en México, en 1983 el crecimiento respecto al año anterior es de -30.9%, en tanto en 1995 las tasa fue de -4.6%. Solamente hasta 1999 con una contribución tasa de 19.8%, parece alcanzar una importancia similar a 1980. Las influencia de las patentes solicitadas por Francia se concentraron en los sectores de bienes de consumo, y química y metalurgia.

En 1980, las innovaciones provenientes de Japón contribuían con el 3.6% en el total de patentes, en los siguientes dos años su participación se redujo a 2.3% con un crecimiento de -45%. Se observa una recuperación en su importancia en 1995 no obstante su tasa de crecimiento de -19.8%. En 1999, la afluencia de patentes Japonesas mantiene un nivel de importancia similar

al de 1980 en la . El sector al que se dirigen principalmente las innovaciones Japón es química y metalurgia.

Reino Unido presentó una participación creciente en las innovaciones extranjeras en México en el periodo 1980-1990; como resultado de la crisis económica, en 1995 las expectativas de los innovadores se debilitaron, la tasa de crecimiento en este año es la más baja de todos los países, con -82.3%, disminuyendo su participación en 1995 a 1.3%. En 1999, muestra una recuperación en su participación. El resto de países, han disminuido su participación consecutivamente, España e Italia, muestran participaciones inferiores sus niveles propios de 1980, y respecto al resto de los países en todos los años.

En general, las fluctuaciones de la innovación extranjera en México, se debe en mayor medida al comportamiento de patentaje de Estados Unidos. De esta forma, tanto el crecimiento de la innovación extranjera a partir de 1990, como la caída en 1995 se deben a las expectativas de las empresas e instituciones de Estados Unidos, y en menor medida al resto de países. Se observa que el conjunto de países industrializados, establecen sus estrategias principalmente en el sector de química y metalurgia, la competencia tecnológica extranjera en este sector hace inviable la existencia de innovadores y competidores mexicanos en el mismo.

#### **2.3.4.2 Distribución sectorial de la innovación extranjera en México**

Además del sector química y metalurgia, la actividad de innovación extranjera se extiende hacia otros sectores. El aumento de patentes extranjeras en dichos sectores implica un mayor estado tecnológico en el país si dichas innovaciones son producidas internamente, o conllevan la introducción de nuevos productos no obstante que hallan sido creados en otro país. En el caso en el que las innovaciones extranjeras no significan un mayor estado tecnológico en el país, se debe a su presencia únicamente en forma de patente. En ambos casos, la innovación implica tanto competencia tecnológica para la innovación mexicana como un mayor acervo de conocimientos disponible.

Así, el crecimiento acelerado de las innovaciones caracteriza una competencia tecnológica incremental, basada en una ampliación de la frontera tecnológica y por tanto de la brecha, cuya mayor distancia hace más difícil de alcanzar el nivel tecnológico de las innovaciones extranjeras. Al tomar en cuenta las patentes como acervo de conocimiento, dicha distancia no importa si existen factores que crean efectos de difusión positivos hacia el resto de las actividades; sin embargo, las barreras de difusión que se desprenden de la misma competencia, y de la dificultad en adaptar el conocimiento extranjero, pueden afectar más la innovación nacional si la brecha entre el nivel de conocimiento tecnológico nacional y extranjero es amplia.

En 1991, el 35.7% de las patentes extranjeras se concentraron en el sector de química y metalurgia; las empresas e instituciones extranjeras han extendido su actividad de innovación a otros sectores, en el mismo año el 18.7% y 16.7% de las patentes se concentraron en el sector de técnicas industriales, y en el de bienes de consumo, resaltan en el sector de electricidad con 8.8%, en tanto el menor número de patentes fue en el sector de papel y textil con 3% (Ver anexos cuadro 18 ).

En 1999, las empresas e instituciones extranjeras dirigieron sus estrategias tecnológicas a otros sectores, en el sector de electricidad el crecimiento medio de las patentes extranjeras fue de 14.5%, aumentando su participación a 12%. Los sectores de física y bienes de consumo crecieron a tasas similares, 13.9% y 13.8% respectivamente, ambos sectores aumentaron su participación. En el sector de química y metalurgia la participación disminuyó ligeramente a 31.1%. En el resto de sectores la afluencia de patentes creció a tasas más bajas, permitiendo una disminución en su participación, resaltan el sector construcción, mecánica, y textil y papel. Los cuales tradicionalmente poseen menor avance tecnológico (Ver anexos cuadro 18).

Los cambios muestran los sectores en los que las empresas extranjeras dirigen sus estrategias tecnológicas y de mercado. En este sentido, el efecto de la innovación extranjera en la producción nacional de innovaciones se efectuaría a través de los sectores que concentran la mayor innovación extranjera, así como aquellos que han incrementado su importancia. De esta

manera, retoma importancia la necesidad de que existan efectos de difusión positivos hacia actividades nacionales al interior de un sector específico, así como hacia actividades nacionales en otros sectores.

El diferenciar las patentes nacionales de las extranjeras permite observar la posibilidad de una interacción entre ambas, es decir permite observar la posibilidad de efectos de difusión que dado el atraso tecnológico nacional respecto al extranjero, se dirigirían desde la actividad extranjera hacia la actividad nacional de innovación. Desde el punto de vista legal, las leyes y reglamentos de protección a la propiedad industrial en México distinguen entre el origen extranjero o nacional de las patentes, no obstante dichas leyes y reglamentos establecen los mismos derechos y obligaciones para ambos tipos, en este sentido no se observa una diferencia legal.

Si bien es necesario incluir una explicación teórica del comportamiento de las patentes extranjeras en un país, un hecho básico que explica dicho comportamiento es la extensión de la estrategia de las firmas, instituciones o individuos, para proteger sus innovaciones e incrementar su mercado, a partir de lo cual mantienen expectativas de incrementar su beneficio. Es posible considerar que el comportamiento de las patentes extranjeras en México se muestra en el marco legal y económico, desde el punto de vista legal México forma parte de los Aspectos relacionados con el Comercio de los Derechos de la Propiedad Intelectual (TRIPS Agreements, por sus siglas en inglés), los cuales facilitan el ingreso de patentes extranjeras en los diferentes países, sin embargo de acuerdo al Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, estos acuerdos provenientes de la Organización Mundial de Comercio tuvieron efecto a partir del 1 de enero del 2000, por lo que no tiene incidencia en el incremento de las patentes a partir en el periodo de estudio.

Sin embargo, el ingreso legal de las patentes extranjeras en México proviene de su incorporación a la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), la cual en 1995 estableció un tratado de cooperación en materia de patentes (PCT, por sus siglas en inglés), lo

cual puede explicar desde el punto de vista legal el incremento de patentes extranjeras a partir de ese año.

Además es necesario resaltar, que el mecanismo impulsor de la entrada de patentes extranjeras a México es económico, por un lado el beneficio que las firmas, instituciones e individuos innovadores esperan es un incentivo para patentar en el extranjero, por otro lado los datos muestran la sensibilidad de las patentes a las condiciones generales de la economía, la caída de las patentes extranjeras en 1995 se encuentra asociada a la crisis económica de ese año, a partir de 1996 se manifiesta una recuperación en las patentes extranjeras a la par la recuperación económica. En este sentido, el marco legal del PCT ofrece la oportunidad legal de que las patentes extranjeras ingresen a cualquier país, sin embargo los incentivos económicos y las condiciones económicas, parecen determinar en última instancia el ingreso de dichas patentes.

#### **2.4 Innovaciones y patentes nacionales en México**

En el marco de una creciente globalización de nuevos conocimientos-ideas en México, la producción interna de conocimientos presenta una tendencia decreciente en los últimos años. Este último hecho ha sido señalado por algunos autores que analizan la innovación y el sistema de patentes nacionales. Aboites (1995) (1999), señala la tendencia decreciente del número de patentes, las cuales no han respondido a los cambios en la ley de propiedad industrial.

Posada (1998) atribuye a la tendencia decreciente de las innovaciones nacionales, la existencia de un aparato tecnológico nacional deficiente. Sin embargo, los análisis anteriores no conllevan un marco analítico que explique la disminución en la producción nacional de innovaciones. Cimoli (2000) y Aboites (1999) sugieren la existencia de una posible interacción entre las patentes extranjeras y nacionales, sin abundar en el análisis de la misma.

La producción nacional de innovaciones se encuentra en función de factores internos y externos. En los factores internos, se encuentra la interacción entre insumos tecnológicos nacionales con los cuales se producen las innovaciones nacionales; de acuerdo a Romer (1990)

estos insumos son el capital humano dedicado a investigación y desarrollo, y el acervo de conocimientos tecnológicos utilizado por dicho capital humano. Entre los factores externos que influyen en la producción nacional de innovaciones, se encuentra la interacción con el conocimiento tecnológico extranjero.

La producción agregada nacional de innovaciones, presentó un crecimiento medio de -2% en el periodo 1980-2000. En 1980 el número de patentes solicitadas por mexicanos fue de 665, en el 2000 descendieron a 431. Al dividir en periodos el comportamiento de las patentes nacionales, solamente se observa un periodo de crecimiento positivo. El crecimiento medio entre 1980-1985 fue de -1.37%, la crisis económica en esos años afectó en menor medida las expectativas de los innovadores nacionales respecto los extranjeros. Entre 1985-1990 se observa el periodo de crecimiento positivo con una tasa de 1.3%, este aumento compensa una gran parte el desempeño de los años anteriores, en este periodo de ligero crecimiento en la innovación nacional, los extranjeros presentaron un aumento mayor (Ver anexos cuadros 13 y 14 ).

En el periodo 1990-1995, al iniciar la crisis económica de 1994, el crecimiento medio de las innovaciones nacionales presenta una caída mayor respecto así mismas, con una tasa de -6.8%; en contraste, en estos años las expectativas más favorables de los extranjeros se reflejan en un crecimiento positivo. En el marco de la recuperación económica y los primeros años de apertura comercial, en el periodo 1995-2000, las patentes nacionales presentan un estancamiento con un crecimiento medio de 0%, en contraste, con el rápido crecimiento de las innovaciones extranjeras (Ver gráfica 2 y anexos cuadro 13).

Si bien la actividad económica afecta la producción de innovaciones nacionales, parece haber un mayor efecto proveniente de las innovaciones extranjeras. En todos los periodos existe un comportamiento encontrado entre las patentes nacionales y extranjeras. En el periodo 1990-1995, es menos clara la interacción ya que ambos fueron afectadas por la crisis, las patentes extranjeras mostraron un crecimiento lento y positivo en tanto las nacionales experimentaron la

mayor caída con respecto a sí mismas, así ante el repunte de las extranjeras las nacionales caen aún más.

En el periodo siguiente se aclara más este comportamiento, ante las condiciones favorables de recuperación económica y apertura, las innovaciones nacionales no reaccionaron, permaneciendo estancadas en los niveles de 1995; en contraste, las innovaciones extranjeras experimentaron un crecimiento más rápido con respecto a sí mismas. De esta forma, ante un ambiente similar las innovaciones extranjeras parecen afectar la innovación nacional.

**Gráfica 2**



Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 12 en anexos.

El análisis del comportamiento decreciente de la producción agregada de innovaciones, se explica a partir del comportamiento e interacción de los insumos tecnológicos requeridos. Respecto al capital humano dedicado a investigación y desarrollo en México, en el periodo 1980-2000 se caracteriza por presentar diversas fluctuaciones en el crecimiento del número de investigadores en el sistema nacional de investigadores (SNI).

En 1991 y 1992, las tasas son de 7.9% y 7.3% para cada año, posteriormente durante el periodo 1993-1995 se presentan tasas de crecimiento negativas. Al término de este periodo se observa una recuperación en el número de investigadores, particularmente en 1997-1999 el

capital humano en investigación recupera su dinamismo con tasas de crecimiento mayores a 7%, en el 2000. No obstante el comportamiento fluctuante, el reciente crecimiento positivo puede favorecer de manera positiva la producción de ideas.

Las patentes son agentes de conocimiento tecnológico, de esta forma el acervo de conocimientos se observa a partir del número de patentes acumuladas. En el marco de la tendencia decreciente del número de patentes, el acervo presenta un crecimiento cada vez menor. En 1981, la tasa de crecimiento de las patentes nacionales acumuladas es de 105.9% , en el año 2000, dicha tasa es de 3.7%. El acervo de conocimientos es el conocimiento e información acumulado periodos anteriores, que el investigador puede utilizar para crear nuevas ideas. El acceso a un mayor acervo de conocimiento, propio o creado por otros agentes, permite al investigador resolver problemas más fácilmente e incrementar su productividad en la creación de nuevas ideas (Ver cuadro 3).

En México, la disminución en el crecimiento del acervo de conocimientos dificulta la actividad de innovación del investigador, lo cual afecta la productividad de investigación en la creación de nuevas ideas. Así, es posible que existan efectos de difusión positivos y una baja productividad en el capital humano dedicado a investigación. En este sentido, cabe señalar que el efecto de difusión al ser una externalidad, es menos probable que sea afectado por una baja productividad, no obstante el efecto de difusión sí puede afectar a la productividad del capital humano. Así, los efectos de difusión positivos favorecerían la producción de innovaciones.

Es necesario señalar que el hecho de que las patentes nacionales hallan permanecido estancadas en 1996 en el marco de la recuperación económica y el incremento de las patentes extranjeras, aunado al comportamiento encontrado de las tendencias tanto de las patentes nacionales como extranjeras, si bien sugiere que las patentes nacionales son afectadas por las patentes extranjeras, es necesario realizar una estimación más precisa de dicho efecto. *La no rivalidad supone que se tiene el mismo acceso tanto al conocimiento extranjero como nacional, que al ser utilizado por los investigadores implica una difusión positiva, que los investigadores*

intentan resolver sus problemas a partir del conocimiento previo, este acceso puede darse de varias formas, algunas de ellas son el acceso a los bancos de patentes y una estrecha vinculación tecnológica entre firmas, instituciones e individuos.

Sin embargo es posible que existan barreras o efectos negativos de difusión (Porter et al., 1999), en este sentido los efectos provendrían tanto desde los mismos nacionales como del extranjero, en el caso de los nacionales es posible atribuir este efecto a la falta de cooperación, a una débil integración productiva y tecnológica entre sectores innovadores, y la proveniente de la propiedad. En el caso del conocimiento extranjero, los efectos de difusión negativos indican una débil cooperación tecnológica, una débil integración productiva y tecnológica entre nacionales y extranjeros, una brecha tecnológica amplia y difícil de cerrar entre la tecnología nacional y extranjera, así como la exclusión de las patentes nacionales que se obtiene en el caso de que los extranjeros patenten primero una idea.

Cuadro 3

Comportamiento del las Patentes Acumuladas y Miembros del SNI.				
Año	Patentes Acumuladas	Tasa de Crecimiento (%)	Investigadores (SNI)	Tasa de Crecimiento (%)
1980	665	-		
1981	1369	105.9		
1982	1895	38.4		
1983	2594	36.9		
1984	3236	24.7		
1985	3848	18.9		
1986	4477	16.3		
1987	5219	16.6		
1988	5871	12.5		
1989	6628	12.9		
1990	7289	10.0	5704	-
1991	7853	7.7	6155	7.9
1992	8418	7.2	6602	7.3
1993	8971	6.6	6233	-5.6
1994	9469	5.6	5879	-5.7
1995	9901	4.6	5868	-0.2
1996	10287	3.9	5969	1.7
1997	10707	4.1	6278	5.2
1998	11160	4.2	6742	7.4
1999	11615	4.1	7252	7.6
2000	12046	3.7	7466	3.0

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 12 en anexos para el acervo de conocimientos; y CONACYT, Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1999 para el número de investigadores en el SNI.

El análisis agregado del comportamiento de la producción de innovaciones aunado al comportamiento del conocimiento acumulado de las mismas, así como del capital humano ofrecen una visión general de la situación de la actividad nacional de innovación y los factores que la impulsan. Considerar el comportamiento agregado refleja variaciones a través del tiempo, de tal manera que el efecto de difusión de conocimiento, se visualiza como un único conocimiento utilizado por un único capital humano.

En este sentido, es posible subdividir la producción agregada de innovaciones y continuar considerando el conjunto de la actividad nacional de innovaciones. Una desagregación a nivel de regiones, considerando el total de estados del país, continua ofreciendo una visión

conjunta de la actividad nacional. Para ello es necesario reconocer que la actividad tanto económica en general; como tecnológica, es resultado en gran medida de la actividad a nivel regional.

De acuerdo a Zoltan et. al. (2000) las regiones como sistemas locales determinan el resultado de la innovación nacional. En este sentido la producción de innovaciones depende de las capacidades tecnológicas internas en cada región, así como de vínculos tecnológicos intra e interregionales. Así, la actividad de innovación a nivel nacional depende de la actividad realizada por las regiones de México. Algunas ventajas de tomar en cuenta este nivel más desagregado es que se considera específicamente la dinámica de cada región particular y su interrelación, así como las variaciones regionales en existentes en la producción de innovaciones, el acervo de conocimientos y el capital humano en investigación y desarrollo. Se considera pertinente, describir la estructura y dinámica regional de la innovación realizada por mexicanos.

#### **2.4.1 Estructura y dinámica de la innovación regional en México**

La estructura de la producción regional de innovaciones refleja una diversidad en la actividad al interior del país. Esta diversidad muestra la posible existencia de condiciones de innovación diferenciadas, en que las que se desenvuelve la actividad de innovación. Esto implica que unas regiones contribuyen en mayor medida que otras, a la actividad nacional de innovación en su conjunto.

En el 2000, las regiones que más contribuían a la producción de innovaciones nacionales son Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Nuevo león, Puebla y Querétaro, estos estados presentan una proporción mayor al 4%. El resto de estados tienen proporciones menores. El distrito federal cuya infraestructura tecnológica es mayor respecto a las otras regiones posee la mayor proporción en la producción de innovaciones (Ver anexos cuadro 20).

En este año, entre los estados que presentan una proporción menor se encuentran Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Chiapas, Durango, Guerrero,

Hidalgo, Michoacán, Nayarit y Oaxaca. Este año, muestra una caída en la producción de innovaciones, así resalta la situación de Baja California quien se caracteriza por ser un estado con mayores niveles de actividad de innovación. Las tendencias muestran una estructura que varía cada año, sin embargo los estados que tradicionalmente poseen niveles bajos de producción en general permanecen en dichos niveles (Ver anexos cuadro 20).

La importancia de la diversidad en la producción de innovaciones resalta, además de su contribución a la actividad económica, en el contexto de las relaciones tecnológicas entre regiones. La innovación en las regiones más débiles puede resultar más afectada por la competencia tecnológica regional, así la cooperación entre regiones y los efectos positivos de difusión de conocimientos fomentarían la producción de innovaciones en las regiones más débiles. Sin embargo la disparidad regional en los niveles de innovación, muestra la posibilidad de una débil vinculación entre las actividades que desarrollan tecnología en los estados y un avance tecnológico diferenciado, de manera que es posible que existan *restricciones en la difusión interregional de conocimiento*.

Una característica general, en el marco del declive en la producción de innovaciones, es la disminución generalizada en la producción regional de innovación; las tasas de crecimiento medio para todos los estados entre 1996 y 2000 son negativas, los estados que muestran caídas mayores son Baja California, Coahuila, Jalisco, Morelos, Nuevo León, y Querétaro, estos estados cuya producción de innovaciones es mayor que el resto, pueden tener un efecto mayor en la producción nacional (Ver anexos cuadro 20). No obstante la disminución en la producción de innovaciones, existe una producción positiva, lo cual señala la posibilidad de que existan efectos de difusión positivos internos a cada región. Esta disminución que se transmite en una disminución en el acervo, puede coexistir con un efecto de difusión de conocimiento positivo al interior del estado.

Así, los efectos de difusión pueden ser resultado de un fenómeno locacional de las actividades productivas (que a su vez desarrollan innovaciones) como tecnológicas, en las que la

vinculación al interior de cada estado puede ser más fuerte que la vinculación entre estados. Una fuerte vinculación tecnológica de las actividades puede favorecer una difusión de conocimientos más que una débil vinculación tecnológica, lo cual afecta la producción de innovaciones. Un efecto que resalta en este sentido es la exclusión de ideas, ya que una idea patentada por un estado no puede ser patentada por otro.

El capital humano en investigación y desarrollo en las regiones de México es esencial en la producción regional de innovaciones. El capital humano es un factor importante para explicar las características de la innovación regional, sin embargo en la producción de innovaciones, intervienen además las condiciones tecnológicas generales en que se desenvuelve dicha innovación.

En este sentido un mayor número de investigadores puede no implicar un mayor número de innovaciones dadas las condiciones tecnológicas internas, y las relaciones tecnológicas dentro de la región y con el resto de regiones. Las condiciones regionales en la producción de conocimientos descritas, pueden restringir al capital humano imponiéndole dificultades de investigación. Así, en el marco de la diversidad regional descrita, la innovación muestra la posibilidad de que existan efectos positivos de difusión al interior del cada estado, efectos negativos de difusión entre regiones, y restricciones en la investigación.

Cabe señalar que bajo la perspectiva regional, una característica importante del capital humano es su flujo interregional, el cual posiblemente se dirija hacia regiones con mejores condiciones, mejor acceso a conocimientos, a infraestructura tecnológica, y vínculos regionales. Esto se aclara al presentar la distribución regional del número de investigadores, el capital humano se encuentra concentrado en algunas regiones del país, en el 2000, las regiones con mayor número de investigadores son Distrito Federal, Estado de México, Morelos, Puebla, Jalisco, Guanajuato y Baja California. De estas, Baja California, Estado de México, Morelos y Puebla han incrementado su capital humano en investigación desde 1996. Resalta Chiapas, quien también ha incrementado el número de investigadores (Ver cuadro 21 en anexos).

### **Capítulo 3. Enfoque teórico**

La teoría del crecimiento considera al progreso tecnológico como un factor esencial que determina el crecimiento de una economía (Solow, 1957) (Romer, 1990). Los avances en esta área han desembocado en diferentes explicaciones de los determinantes y características de la creación de nuevas tecnologías. Recientes esfuerzos han logrado endogenizar dicho cambio tecnológico esclareciendo las fuentes de este, y del crecimiento económico. En este sentido, la teoría del crecimiento ofrece un marco formal para analizar tanto los determinantes del progreso tecnológico como las condiciones que existen para crear un crecimiento basado en el cambio tecnológico (conocimiento).

Es posible comenzar los antecedentes del cambio tecnológico en la teoría del crecimiento, a partir de las aportaciones de Solow. En sus trabajos, Solow (1956) y (1957) desarrolla un modelo, en el que introduce una función de producción determinada por el cambio tecnológico ( $A$ ), y los factores trabajo ( $L$ ) y capital ( $K$ ). El modelo permite sustitución entre factores, y remuneraciones de acuerdo a sus productividades marginales, centrándose en un marco neoclásico. Solow (1957) considera que el progreso tecnológico es un factor que, aumenta el nivel de producción, a través de desplazamientos en la función de producción. En este sentido, es solo un factor multiplicativo.

Esta forma de introducir el cambio técnico, le provee la ventaja de mantener las tasas marginales de sustitución entre insumos constante. Sin embargo, la forma en que calcula el cambio tecnológico es una forma que ha dado en llamar a dicho cambio “residuo” (Shaw, 1992). Con ello, Solow (1957) logra obtener el comportamiento del cambio tecnológico ( $A_t$ ), sin embargo, las causas que determinan el mismo permanecieron sin explicar.

En estimaciones que realizó para Estados Unidos, encuentra que la contribución del cambio técnico al crecimiento por persona, fue de siete octavos, lo cual reforzó la importancia de del mismo. Solow (1957) reconoce que la innovación requiere de inversión, particularmente en planta y equipo nuevo. En este sentido, Solow (1956) y (1957) estableció un modelo de

crecimiento en un marco de competencia perfecta, en el que los factores tangibles L y K reciben el pago de acuerdo a sus productividades marginales, y particularmente, la determinación exógena del cambio tecnológico.

Uno de los primeros intentos en endogenizar el progreso técnico, inspirado tal vez en la idea de Solow (1957) en la que el cambio tecnológico requería de inversión, fue el de Arrow (1962). En su propuesta, Arrow (1962) establece que el cambio tecnológico es determinado de manera no intencionada por la experiencia en la producción de bienes de capital, es decir, el conocimiento adquirido por los trabajadores está en función del acervo de capital. En este sentido, el progreso tecnológico o nuevos conocimientos, es adquirido por el aprendizaje de la experiencia. Arrow (1962) supone que las firmas aprenden y obtienen nuevos conocimientos de las actividades de inversión de otras firmas, introduciendo en el modelo, efectos de difusión de conocimientos.

Al incluir el cambio tecnológico o nuevo conocimiento como un insumo de producción, no como factor multiplicativo, Arrow introdujo rendimientos crecientes en los tres insumos (A, L y K). No obstante, la forma en que endogeniza el cambio tecnológico al ser resultado de la experiencia no intencionada, le permite mantener el supuesto del pago a los factores L y K de acuerdo a sus productividades marginales. Esta característica del cambio técnico, le permitió considerarlo como bien público, y asignarle una productividad marginal decreciente. Sin embargo, en este modelo, el cambio tecnológico solamente influye en el nivel de producción, no en su tasa de crecimiento.

Avances subsecuentes en endogenizar el cambio tecnológico, fueron realizados por Romer (1986) (1989). Siguiendo lo establecido por Arrow (1962), Romer introduce el conocimiento como un insumo en la función de producción. De nueva cuenta, obtiene pagos a los factores de producción iguales a sus productividades marginales, y rendimientos crecientes en el conocimiento debido a efectos de difusión. Así, en tanto la producción de bienes muestra

rendimientos crecientes en el conocimiento; la producción de conocimientos que depende de la inversión en investigación tecnológica, muestra rendimientos decrecientes.

Esto le permite a Romer introducir un hecho más realista en la función de producción de conocimientos, la producción de conocimientos tiene un límite superior óptimo, que se desprende de las acciones racionales en la inversión en investigación. En estos modelos, Romer concluye la posibilidad de lograr un crecimiento en la producción per cápita sin límites.

Los esfuerzos iniciales por explicar los determinantes del cambio tecnológico, han dado paso a nuevas alternativas. En su modelo, Lucas (1988) establece que el cambio tecnológico depende del esfuerzo de investigación; en este sentido, el avance parece centrarse en la sustitución de la inversión en investigación tecnológica, por la acción del capital humano en investigación y desarrollo. No obstante, Lucas supone que el capital humano produce nuevo conocimiento con características de bien público. Así, al igual que en el modelo de Arrow (1962), el conocimiento es producido como un efecto de lado a partir de un bien ordinario, el capital humano en investigación.

En este punto, los modelos desarrollados han avanzado en incorporar algunas características en el cambio tecnológico que influyen en el crecimiento. Los modelos han seguido lo especificado por Solow (1956) y (1957), sosteniendo el equilibrio competitivo, incluso con rendimientos crecientes resultado de incluir el conocimiento como insumo. En cuanto al cambio tecnológico, el avance al permitir efectos de difusión internos y la acción del capital humano en investigación y desarrollo, permite formalizar la creación de ideas, de forma más adecuada. Por otro lado, los modelos han considerado al nuevo conocimiento como un bien no rival y no excluible, es decir público. Esto llevó a Romer (1990) a desarrollar un modelo en el que los nuevos conocimientos o ideas, tenían la característica de no rivalidad y de exclusividad parcial.

En este sentido, Romer (1989) menciona que; el modelo de Solow (1957) basado en un marco de competencia perfecta, que no incluía mecanismos de acumulación endógenos implicó: a) que se aceptara la tecnología solo como un factor exógeno y b) que oscureciera la posibilidad

de incorporar elementos de competencia imperfecta, y factores como la investigación, patentes y capacidad de inventiva.

De acuerdo a Romer (1994) cinco hechos delimitan las características que los modelos de crecimiento endógeno deben representar: a) La existencia de muchas firmas en las economías de mercado, b) Los descubrimientos no son insumos ordinarios ya que se pueden utilizar al mismo tiempo (no rivalidad), c) Los insumos ordinarios pueden ser replicados (homogeneidad de grado 1), d) El progreso tecnológico proviene de las acciones de la gente (Investigación), y e) Las firmas y los individuos poseen un poder de mercado que les permite obtener ganancias monopólicas a partir de sus descubrimientos (exclusividad).

Siguiendo a Romer (1994), el tratamiento del conocimiento como no rival, permitió entender la importancia de la no rivalidad y exclusividad parcial para la teoría del crecimiento económico. Un avance importante en estos modelos es la incorporación específica de un sector en investigación y desarrollo, lo cual trae implicaciones para crear un crecimiento basado en el conocimiento. A continuación se presenta el modelo de innovación que se utiliza como soporte teórico en esta tesis. En primera instancia se presenta el modelo propuesto por Romer (1990), y posteriormente se muestra una derivación teórica de este modelo, realizada por Porter et. al (1999).

En su modelo, Romer (1990) establece un sector dedicado a la producción de nuevos conocimientos o ideas  $\dot{A} = \delta H_A A$ , donde  $\dot{A} \approx \Delta A$ , en esta función la producción o *flujo de nuevas ideas*  $\dot{A}$ , es endogenizada al hacerla depender del capital humano en investigación y desarrollo  $H_A$ , y el *acervo de conocimientos*  $A$ . Es necesario distinguir entre  $\dot{A}$  y  $A$ , donde la primera es un flujo de ideas o nuevo conocimiento, en tanto la última es un acervo (stock) de conocimientos<sup>4</sup>. El parámetro  $\delta$  es la productividad del capital humano en investigación. La no

---

<sup>4</sup> En el apartado metodológico se especifica la diferencia en la construcción de ambas variables.

rivalidad del conocimiento implica que sea posible ser utilizado al mismo tiempo en la producción de bienes (intermedios), es decir la utilización de dicho conocimiento por una firma no implica su no utilización por otras.

Para la función de ideas, implica que existen efectos de difusión a partir del acervo  $A$ , que el capital humano puede utilizar en la producción de nuevas ideas. La producción de nuevas ideas además de ser utilizada en la producción de bienes (intermedios); en la función de ideas contribuye a acumular más conocimiento. Romer (1990) considera que si bien es necesario un acuerdo para utilizar una patente en la producción, el inventor puede estudiar la patente sin pedir ningún acuerdo, con lo cual puede crear nuevo conocimiento. Así, todos los investigadores pueden utilizar  $A$  al mismo tiempo.

Romer (1990) supone que aumentar el capital humano en investigación provee una mayor tasa de crecimiento en la producción de nueva ideas, la cual es posible establecer como  $\frac{\dot{A}}{A} = H_A$ . Otro supuesto, es que entre más alto sea el acervo de conocimientos  $A$ , mayor es la productividad de investigación por unidad de capital humano, que se puede escribir como  $\bar{\delta} = \delta A$ . Así, un mayor nivel de  $A$  aumenta la producción de nuevas ideas haciendo al capital humano más productivo.

El supuesto en el efecto de difusión proveniente de  $A$ , es que en  $A^\varphi$  el parámetro  $\varphi = 1$ , lo cual implica que un aumento en  $A$  significa un aumento proporcional en la productividad por unidad del capital humano (media). De igual forma, para el capital humano  $H_A^\lambda$  el parámetro  $\lambda$  está restringido a ser igual a 1. Esto indica que el esfuerzo realizado en investigación se transfiere en nuevas ideas de manera plena. El supuesto de exclusividad parcial en el conocimiento, es importante particularmente en la producción de bienes, un inversionista que patente su idea tienen

derecho a obtener un beneficio de monopolio temporal, sin embargo está sujeto al problema de imitación.

Las implicaciones para el crecimiento derivadas del modelo de Romer (1990), es que en equilibrio la tasa de crecimiento de la producción per cápita  $g_y$ , la tasa de crecimiento del capital por trabajador  $g_k$ , y la tasa de crecimiento de las ideas  $g_A$ , crecen al mismo ritmo. Así, el crecimiento de la producción depende del crecimiento de la producción de ideas, la cual depende del número de investigadores. En este sentido, la tasa de crecimiento de la economía, se debe incrementar con el número de investigadores, lo cual ha sido fuente de críticas (Jones, 1995). Otra implicación se relaciona con el efecto de difusión, debido a que el incremento del acervo de conocimientos  $A$  incrementa la productividad media de los investigadores  $\bar{\delta}$ , el crecimiento en las ideas persiste y por tanto de la economía, incluso con un número de investigadores constante. Es importante señalar la relación entre la productividad por investigador y el acervo de conocimientos  $A$ , el aumento de la productividad requiere que exista una difusión conocimiento positiva, lo cual aumentará el flujo de ideas, sin embargo el efecto sobre la productividad media también es posible en sentido contrario.

Un versión del modelo de cambio tecnológico de Romer (1990), es desarrollada por Porter et. al. en su estudio de 1999, cuya finalidad es conocer la forma (propiedades) de la función de producción de ideas, conocer el efecto de difusión doméstico (interno a cada país) y conocer el efecto difusión internacional (proveniente del resto de países). Así Porter et. al. (1999) abstrae el estudio del sector de bienes intermedios, la producción de ideas a nivel de firma y las implicaciones para el crecimiento económico. Supone además, la existencia de concavidad en los parámetros  $0 < \lambda < 1$  y  $0 < \phi < 1$ .

Porter et. al. comienza parametrizando la función de producción de ideas de Romer (1990), la cual es  $\dot{A} = \delta H^\lambda A^\phi$ ; de manera similar define  $\dot{A}$  como el progreso técnico o flujo

de nuevos conocimientos tecnológicos, donde  $\dot{A} \approx \Delta A$ . Similarmente,  $H_A$  es el capital humano en investigación y desarrollo, dedicado a la producción de ideas, y  $A$  es el acervo total de ideas o conocimientos. Siguiendo a Romer (1990) considera la existencia de difusión tecnológica o de conocimiento (spillover effects), lo cual implica que la productividad por unidad de capital humano, se incrementará proporcionalmente ante incrementos en el stock de conocimientos.

Enseguida construye la función de producción nacional de ideas para tomar en cuenta la influencia del stock de ideas doméstico e internacional en la producción de nuevas ideas, ésta es:

$\dot{A} = \delta H_A^\lambda A_j^\varphi A_{-j}^\psi$ , en este caso,  $A_j$  sigue representando la producción acumulada de ideas nacional en el país  $j$ ; en tanto  $A_{-j}$  representa el stock de ideas que han sido descubiertas en otras partes del mundo pero que no han sido descubiertas en el país  $j$ . En este punto,  $\dot{A}$  sigue siendo el flujo de “ideas nuevas para el país”, pudiendo incluir las ideas que ya han sido descubiertas en otras partes del mundo pero no han sido utilizadas en el país  $j$ .

A partir de la función de producción nacional de ideas anterior construye un modelo estructural de patentes internacionales, con la finalidad de relacionar la función nacional con las patentes internacionales. Considera que en un punto del tiempo un país tiene ideas nacionales nuevas (que ayudan al crecimiento) pero realmente pocas son nuevas en el mundo (ya han sido descubiertas por otros países) de manera que en la ecuación anterior se representan las ideas que sólo son “nuevas para el país”. Supone que dichas ideas nuevas para el país, y no para el mundo, se encuentran en la frontera doméstica actual de conocimiento. Así, sólo aquellas que sobrepasan esa frontera son realmente nuevas para el mundo, es decir que sobrepasen  $A_{-j}^\psi$ .

La función de ideas nuevas para el mundo provenientes del país  $j$ , es decir que sobrepasan

$A_{-j}^\psi$ , se establece como:  $\dot{A}^* = \delta H_{At}^\lambda A_{jt}^\varphi A_{-jt}^{\psi-\beta}$ , así el stock de ideas mundiales tiene un efecto

de difusión internacional sobre  $\dot{A}$  pero también un efecto barrera o de difusión negativa (si  $\beta > \psi$ ), debido a que las ideas nuevas para un país no son nuevas en el mundo, lo cual impone una competencia tecnológica; también refleja a la acción del sistema de protección de patentes. En este punto cabe resaltar que los supuestos de no rivalidad y exclusividad parcial permanecen, lo cual implica que el capital humano tiene acceso al conocimiento global dentro de su país  $A_{jt}^\psi$ .

De igual forma, los mismos supuestos se mantienen para el stock de conocimientos mundiales, de manera que también tiene acceso a dicho stock, sin embargo en este modelo se permiten efectos barrera. Así, un creciente acervo de conocimientos realizados por un país implica conocimientos que ya pueden ser descubiertos por otro país, y a los cuales tiene acceso.

Así, la función describe un “pool” de ideas para un país que son nuevas para el mundo pero que en el último año pudieron ser descubiertas por otro país, dicha anomalía se eliminará a través del concepto de patentes internacionales.

La competencia por patentar varía año con año y existen diferentes propensiones a patentar, de manera que países que tengan igual nivel de patentes nuevas para el mundo, tendrán diferentes niveles de patentes internacionales, de manera que la función de producción de ideas global puede ser cóncava en el flujo de países individuales:  $A_{wt} = \left[ \sum_{j \in J} \dot{A}_{jt} \right]$ . Adicionalmente,

Porter et. al. (1999) para tomar en cuenta la heterogeneidad entre países, la concavidad de la función en la función global y el rezago en las ideas, propone que el nivel esperado de patentes de un país en el año  $t+3$  es proporcional a su contribución en la función global.

Así, el modelo estructural es  $E(\text{Pats}_{jt+3}) = \gamma_j \theta_t H_{jt}^\lambda A_{jt}^\psi A_{-jt}^{\psi-\beta}$ , en donde se agregan las variables control  $\gamma_j$  y  $\theta_t$ , para obtener los efectos país y año respectivamente. Sin embargo

propone capturar el efecto de variación debido a la concavidad, en una variable de tendencia para todos los años, preferentemente que la variable control de año por año.

La relación analítica anterior, implica que para estimar los stocks de ideas doméstico e internacional (resto del mundo), se requiere un panel de datos. Porter (1999) utiliza dos enfoques para estimar tal ecuación:

- a) El enfoque directo, en el cual utiliza el panel de datos para construir el stock de ideas

$$\text{doméstico y conocer su relación con el flujo de ideas, el stock es } A_{jt} = A_{j0} \sum_{s=0}^{t+2} \text{Patsjs} ,$$

donde el término dependiente es la suma de las patentes internacionales otorgadas al país  $j$  en el año  $t$ .

- b) El enfoque invertido, el cual implica despejar el stock de ideas de un país y el nivel de productividad total de factores, ya que existe un nivel de conocimientos sobre el cual un país basa su producción.

La propuesta de Porter (1999) de construir una derivación conceptualizada a nivel de países, le permitió obtener el efecto de difusión del resto de países en un país específico, a partir de la variable  $A^{\psi-\beta}_{-jt}$ . Como menciona, esto hace posible incluir el efecto de la innovación realizada en otros países sobre la producción de ideas en un país específico, el cual es positivo si  $\psi > \beta$ , o negativo si  $\psi < \beta$ . En otros términos, dicha variable toma en cuenta el efecto de la globalización del conocimiento o tecnológica.

Algunos autores han subrayado el concepto de globalización tecnológica como parte del proceso general de globalización económica (Estay, 1995). En un esfuerzo mayor, han propuesto diversos conceptos de globalización tecnológica, en un sentido Archibiugui (1999) propone el concepto de utilización global de la tecnología, para explicar la creciente innovación extranjera en forma de patentes que fluye hacia diversos países. Adicionalmente, este autor considera que la innovación extranjera en forma de patentes, provee una estrategia que significa competencia

tecnológica para el país receptor. En este sentido, este concepto es congruente parcialmente con la formalización hecha por Porter (1999), de la actividad de innovación realizada por extranjeros en el caso de  $\psi < \beta$ . En este sentido, Porter (1999) presenta características más amplias para esta variable, al permitir efectos de difusión positivos y negativos hacia el país receptor.

### **3.1 Conceptos**

Algunos conceptos relevantes dentro del modelo de cambio tecnológico:

Patentes internacionales: la variable  $Patents_{j,t+3}$  representa el número de patentes otorgadas en Estados Unidos a establecimientos del país  $j$  en el año  $t+3$ .

Sector Productor de Ideas: este concepto representa el capital humano dedicado a la investigación y desarrollo, en este caso la variable FTE S&D está formada por el total de Científicos e Ingenieros de tiempo completo dedicados a la investigación y desarrollo en la economía.

Stock de Patentes: ésta variable representa el acervo acumulado de ideas a través de la acumulación de patentes hasta cierto año para un país.

Stock de Patentes Mundial: representan las ideas acumuladas a través de las patentes acumuladas por todos los países hasta cierto año. Stock de Resto del mundo significa la resta de Stock de Patentes Mundial y Stock de Patentes.

Variabes de Control País y Año: son variables dummies que se introducen para tomar en cuenta las diferencias en la propensión a patentar a través de los años y de la composición industrial entre países.

### **3.2 Hipótesis**

Una vez presentado el enfoque teórico es posible establecer las hipótesis, como explicación tentativa al problema planteado, en el contexto de la actividad regional de innovación. Las hipótesis son las siguientes:

- El *Capital Humano Regional* dedicado a investigación y desarrollo ( $H_{Ast}$ ), influye de manera positiva en la *producción regional individual de patentes*. Esto implica que el esfuerzo de investigación en México, es efectivo en la producción de innovación tecnológica.
- El *acervo regional individual de patentes* ( $A_{st}$ ) es un determinante que afecta positivamente a la *producción regional individual de patentes*. Lo cual implica que existen efectos de difusión del conocimiento adquirido anteriormente por cada región y que es utilizado por los investigadores para la producción de ideas.
- El *acervo de patentes resto de regiones* ( $A_{-st}$ ) influye de manera negativa en la *producción regional individual de patentes*. Lo cual implica que existen barreras a la difusión del conocimiento adquirido en el resto de estados. En este sentido actúa el efecto de exclusión de ideas en un estado, que propicia la idea ya patentada en otro y una débil vinculación tecnológica entre regiones.
- El *acervo de patentes extranjeras* ( $AX_{st}$ ) influye negativamente en la *producción regional individual de patentes*. En el marco de la creciente globalización tecnológica en México, los problemas en la difusión del conocimiento proveniente de la actividad de innovación extranjera, es resultado de una débil vinculación con las actividades nacionales de innovación, así como del efecto de exclusión de ideas en las regiones que propicia la idea extranjera ya patentada.

#### **Capítulo 4.- Metodología**

El estudio de la producción de ideas en México, parte del enfoque teórico desarrollado por Paul Romer (1990), quien sostiene que el capital humano en investigación y desarrollo y su acceso a un mayor acervo de conocimientos, estimulan la actividad de innovación. Proveyendo las condiciones para propiciar un crecimiento económico basado en el conocimiento.

Específicamente se retoma la metodología propuesta por Porter (1999) aplicada al análisis de la actividad de innovación de un conjunto de países. El presente estudio en un plano

regional es perfectamente adaptable a la metodología de Porter (1999), éste último propone realizar estimaciones econométricas de las siguientes ecuaciones empíricas:

$$a) \ln Pats_{jt+3} = \delta_t^y + \gamma_j^c + \lambda \ln H_{Ajt} + \phi \ln A_{jt} + \eta_{jt}$$

donde  $Pats_{jt+3}$  representa las ideas producidas o patentadas en el periodo t+3,  $H_{Ajt}$  es el capital humano dedicado a la producción de ideas (investigación y Desarrollo) para el país j en el año t.  $A_{jt}$  es la producción acumulada de ideas nacional en el periodo para el país j en al año t.

$$b) \ln Pats_{jt+3} = \delta_t^y + \gamma_j^c + \lambda \ln H_{Ajt} + \phi \ln A_{jt} + (\psi - \beta) A_{-jt} + \eta_{jt}$$

Donde  $A_{-jt}$  es el stock de ideas que han sido descubiertas en otras partes del mundo pero que no han sido descubiertas en el país j en el periodo t. La variable dummie  $\delta_t^y$ , se utiliza para tomar en cuenta la variación de la concavidad supuesta por Porter (1999), la variable dummie  $\delta_{yearY}$  se utiliza para tomar en cuenta el efecto de la variación entre años (o contraste), por otro lado, la variable dummie  $\gamma_j^c$  se introducen para controlar las diferencias entre países, ya que se reconoce la heterogeneidad en la propensión a patentar entre países como de la composición industrial entre países; De acuerdo a esta especificación hecha en las funciones para recoger relaciones entre países y la inclusión de las variables dummies, implica la utilización de un modelo en panel de datos con efectos fijos y que a la vez recoja el efecto del tiempo para ver la transición entre periodos.

A partir de éstas ecuaciones, la aplicación al análisis regional en México se formula de manera similar, a continuación se presenta las variables que se utilizarán en el caso de México:

**Cuadro 4**

Notación	Descripción	Notación	Descripción
$\ln Pats_{jt-3}$	Número de patentes otorgadas en Estados Unidos a establecimientos del país j en el año t con tres retardos.	$\ln Pats_{st}$	Es el flujo o producción regional individual de ideas, es el número de patentes solicitadas en México por instituciones o personas

			nacionales en estado s, en el año t.
$H_{Ajt}$	Capital humano (ingenieros e investigadores) dedicado a la producción de ideas (investigación y Desarrollo) para el país j en el año t	$H_{Ast}$	Capital humano regional (investigadores en el SNI) dedicado a la producción de ideas (en investigación y Desarrollo) para el estado s en el año t
$A_{jt}$	La producción acumulada de ideas nacionales en el periodo t para el país j	$A_{st}$	La producción acumulada de ideas (patentes solicitadas) estatales para el estado s en al año t. Se construye como la suma de patentes acumulada para cada año. Es el acervo regional individual.
$A_{-jt}$	Producción acumulada de ideas que han sido descubiertas en otras partes del mundo pero que no han sido descubiertas en el país j en el periodo t	$A_{-st}$	Producción acumulada de ideas (patentes solicitadas) que han sido descubiertas en otros estados de México, pero que no han sido descubiertas en el estado s en el periodo t. Es el acervo de patentes resto de regiones.
		$AX_{st}$	Producción Acumulada de Ideas Extranjeras (patentes extranjeras solicitadas) que fluyen hacia México (Globalización Tecnológica), e inciden en el estado s en el tiempo t. Se calcula como la razón acervo de patentes extranjeras entre el acervo de patentes para estado.

Fuente: elaboración propia con base en la metodología de Porter (1999),

La ecuaciones empíricas de la producción de ideas para analizar la situación de la actividad de innovación en México y la interrelación de sus determinantes son:

$$a) \ln Pats_{st} = \delta_t^Y + \gamma_S^C + \lambda \ln H_{Ast} + \phi \ln A_{st} + \eta_{st} \quad y$$

$$b) \ln Pats_{st} = \delta_t^Y + \gamma_S^C + \lambda \ln H_{Ast} + \phi \ln A_{st} + (\psi - \beta) A_{-st} + (\psi - \alpha) AX_{st} + \eta_{st} .$$

Siguiendo a Porter (1999), este modelo se extiende para incluir el efecto de la innovación extranjera en México, la inclusión de la variable  $AX_{st}$  representa el acervo de conocimientos extranjeros en México, que pueden tener el efectos de difusión de conocimiento positivos o negativos, en la producción regional de ideas. Esta variable es la suma acumulada de las patentes solicitadas por extranjeros en México; para *aproximar* su efecto regional, se construye como la

razón acervo de patentes extranjeras entre el acervo de patentes regional individual. Esta variable introduce el efecto de la globalización tecnológica en la producción regional de ideas en México.

#### 4.1 Guión metodológico-técnico

Respecto a la metodología, las hipótesis deberán ser falsificadas, para lo cual se utilizarán las técnicas econométricas, las cuales cierran el círculo científico al proveer una forma empírica de probar las hipótesis. Así, de acuerdo con Gujarati (1992), econometría significa medición cuantitativa aplicada al análisis económico de un fenómeno. Es una herramienta que permite comprender y realizar predicciones acerca del sistema económico, así como para contrastar teorías económicas (Johnston, 1987).

Debido a que se manejarán observaciones por estado para diferentes periodos de tiempo, el estudio de comportamiento de panel de unidades de decisión para diferentes periodos de tiempo consecutivos resulta apropiado con base en las ideas teóricas de Romer y Porter sobre la función de producción de ideas anteriormente presentada. La estimación de los modelos empíricos aplicados a panel de datos hace posible controlar por “diferencias no permanentes en las unidades de decisión” (Maddala, 1993). Johnston (1987) muestra que para el ordenamiento de las observaciones a partir de las  $p$  unidades de decisión, las representaciones para la variable dependiente y las independientes son:

- a)  $Y_{ij}$  = valor de la variable dependiente para la unidad  $i$ , y el periodo de tiempo  $t$ , donde  $i=1,..,p$ ;  $t = 1,..,m$
- b)  $X_{ij}$  = valor de la variable explicativa  $j$ -ésima, para la unidad  $i$ , en el periodo  $t$ , donde  $j=2,..,k$

La técnica de comportamiento de un panel de unidades presenta una hipótesis lineal que en términos generales es:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \dots + \beta_k X_{kit} + u$$

El modelo anterior representado por unidades de decisión en forma compacta, se transforma en:

$$Y = \begin{bmatrix} Y1 \\ . \\ Yp \end{bmatrix} \quad X = \begin{bmatrix} X1 \\ . \\ Xp \end{bmatrix} \quad u = \begin{bmatrix} u1 \\ . \\ up \end{bmatrix}$$

Donde,  $Y$  es el vector columna de  $n \times 1$  observaciones que representa la variable explicada, y  $X$  es la matriz de  $n \times (k - 1)$  que representa el conjunto de variables explicativas,  $u$  es el término estocástico de perturbaciones o error de  $n \times 1$ . Así, el modelo general que conforma

la hipótesis lineal se puede expresar como 
$$Y = [iX] \begin{bmatrix} \alpha \\ \beta \end{bmatrix} + u$$

Donde  $i$  es un vector de unos de orden  $n \times 1$ ,  $\alpha$  es un escalar y  $\beta = (\beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k)'$ .

Econometristas han propuesto distintos modelos para series temporales y datos transversales, utilizando derivaciones del modelo anterior, cambiando sólo los supuestos especificados en torno a la parte sistemática de la ecuación y/o los supuestos sobre el vector de perturbaciones (Johnston, 1987).

Las aplicaciones iniciales en panel de datos se llevaron cabo en la estimación de funciones de producción, en ellas se suponía la existencia de efectos específicos no observados, tales modelos se conocen como modelos de efectos fijos:  $y_{it} = \alpha_i + \beta'x_{it} + u_{it}$ . En estos modelos  $y_{it}$  es la variable dependiente,  $x_{it}$  es el vector de variables independientes, como se representó anteriormente. El modelo de efectos fijos permite observar las diferencias entre las unidades de decisión a partir del efecto específico que surge a partir de dichas unidades, esto es captado por el intersepto  $\alpha_i$ , el cual es diferente para cada unidad de decisión pero igual a través del tiempo.

El siguiente avance se llevó a cabo al incorporar un modelo en el que se incluyen efectos aleatorios, en estos modelos se supone que el intersepto  $\alpha_i$  tiene un comportamiento aleatorio. A partir de los promedios dentro del grupo  $\bar{y}_i = 1/T \sum_t y_{it}$  y entre grupos  $\bar{y} = 1/N \sum_i y_i$  se

obtiene la descomposición clásica de la suma total de cuadrados  $T_{yy} = \sum_{it} (y_{it} - \bar{y})^2$  en dos

partes:  $T_{yy} = \sum_{it} (y_{it} - \bar{y})^2 = \sum_{it} (y_{it} - \bar{y}_i)^2 + \sum_{it} (y_i - \bar{y})^2 = W_{yy} + B_{yy}$ , el primer término mide la variación dentro del grupo y el segundo término mide la variación entre grupos (Maddala, 1993). Si se desarrolla el mismo análisis para el conjunto de varianzas y covarianzas, para el caso del modelo con efectos fijos se tiene el estimador de  $\beta$  como  $\beta = W_{xx}^{-1} W_{xy}$ , el cual se conoce como el estimador de dentro del grupo.

Sin embargo si consideramos que  $\alpha_i$  es independiente e idénticamente distribuido, el estimador  $\beta_{GLS} = (W_{XX} + \theta B_{XX})^{-1} (W_{XY} + \theta B_{XY})$ , es el obtenido para el modelo en el que se incorporan efectos aleatorios)

En general, el modelo a escoger depende de las propiedades que se requiera de los estimadores, por ejemplo en los modelos dinámicos con gran número de unidades de decisión el modelo con efectos fijos genera parámetros inconsistentes. También depende del problema a estudiar, si creemos que características específicas de las unidades ejercen influencia significativa y sirven para marcar diferencias entre las unidades, es mejor utilizar un modelo con efectos fijos. Porter propone un modelo de efectos fijos e incluye la tendencia en el tiempo, por lo cual es la especificación que se utilizará para los datos de los estados mexicanos.

Para el caso del modelo con efectos fijos, existen pruebas estadísticas para conocer si el efecto fijo es el mismo entre unidades de decisión  $M$ , o equivalentemente, que son iguales a cero; el estadístico  $F$  utilizado para la hipótesis nula de que los efectos fijos o constantes  $\alpha_i$ , son iguales a cero, contra la alternativa de que son diferentes de cero, se formula de acuerdo a Green:

$$F(n-1, nT-n-k) = (R^2_{\text{no restringida}} - R^2_{\text{restringida}}) / (n-1) / ((1 - R^2_{\text{no restringida}}) / (nT-n-k)).$$

$R^2_{\text{no restringida}}$  = es el coeficiente de determinación o de bondad de ajuste en la estimación no restringida, es decir, incluyendo efectos fijos.

$R^2_{\text{restringida}}$  = es el coeficiente de determinación o de bondad de ajuste en la estimación restringida, sustituyendo los efectos fijos por una constante.

$n$  = es el número de dummies incluidas como efectos fijos

T = es el número total de años incluidos

k = es el número de parámetros en la regresión.

El resultado se contrasta con la F en tablas para ( n-1, nT-n-k) grados de libertad en el numerador y denominador respectivamente. Alternativamente, es posible sustituir la  $R^2$  por la suma de residuos al cuadrado en cada regresión.

#### **4.2 Bases de datos**

En México existen instituciones importantes que se encargan de registrar y difundir información de variables tecnológicas: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), Insituto mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI), Sistema Integrado de Información para la Investigación Científica y Tecnológica (SIICYT).

Así, para la variable número de patentes por estado, se tiene la matriz de número de patentes solicitadas desde 1991 hasta 2000 por entidad federativa. Las patentes concedidas por estado no están disponibles. Las variables de patentes acumuladas estatal y resto de estados se pueden construir a partir del número de patentes por estado. Para la variable Capital Humano dedicado a la Investigación y desarrollo, se tienen datos de los miembros del Sistema Nacional de Investigadores por entidad federativa para los años 1996 y 2000. El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) fue creado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología para fortalecer la investigación científica y tecnológica en México.

Las secciones en que se clasifica a los investigadores son, Física y Matemáticas, Biología y Química, Medicina y Ciencias de la Salud, Humanidades y Ciencias de la Conducta, Ciencias Sociales, Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, e Ingeniería. Una limitante es que esta variable no se encuentra disponible por región y área, en este sentido los datos utilizados incluyen tanto el capital humano en Humanidades y Ciencias de la Conducta, y Ciencias Sociales. No obstante, la proporción del capital humano con posibilidades de patentar que se encuentra en el resto de áreas

es alta, lo cual hace viable utilizar esta información. En el cuadro 23 en anexos el subtotal muestra una proporción alta del capital humano no obstante que se excluyen las secciones de Ciencias Sociales, Humanidades y Ciencias de la Conducta.

En cuanto a la variable de globalización tecnológica, el stock de patentes extranjeras solicitadas en México, se tienen los datos desde 1963.

Los datos de patentes como indicadores económicos son utilizados cada vez más en diferentes estudios económicos (Grilichez, 1990). De igual forma, las patentes como aproximaciones del conocimiento tecnológico e ideas son aceptadas por Romer (1990), y Jones (2000). Asimismo son aplicadas por Porter et. al. (1999) y Stern et. al. (2001). Así, de acuerdo a las mismas observaciones que Jones (2000) y Porter et. al. (1999), se reconoce que las patentes son indicadores imperfectos de la innovación tecnológica, en el sentido de que no todas las innovaciones se patentan.

## **Capítulo 5. Difusión regional e innovación tecnológica extranjera: Resultados**

En este apartado se presentan los resultados de estimar la función de producción de ideas para los estados de México. En este sentido el estimar la función de producción considerando las regiones como unidades de decisión, permite visualizar la producción nacional de innovaciones como resultado de la actividad de innovación regional.

La restricción para obtener un parámetro de cada variable permite conocer el impacto de los determinantes de la actividad de innovación a través de la dinámica regional. Por otro lado, debido a que los estados muestran diferentes niveles y tasas de crecimiento en la producción de innovaciones, el estimar los efectos fijos permite tomar en cuenta las condiciones específicas de cada estado que influyen en los parámetros de la función.

En el contexto del declive en la actividad de innovación en México, el estimar los parámetros de los determinantes de la función de innovaciones esclarece las condiciones que influyen en dicho declive. De igual forma, esclarece las condiciones que existen para propiciar un

crecimiento económico basado en el conocimiento, de acuerdo a la teoría del crecimiento endógeno.

En primera instancia se estima la función básica de ideas de acuerdo al modelo de Romer (1990), posteriormente se estima incluyendo el efecto resto de regiones de acuerdo a la extensión propuesta por Porter (1999), para tomar su efecto en alguna región específica. Por último, se extiende el modelo para incluir el efecto de las innovaciones extranjeras en la producción nacional de innovaciones.

Los diferentes modelos se estimaron incluyendo una variable de tendencia<sup>5</sup>, de acuerdo a Porter (1999), también se incluyeron la variable productividad media por estado, para tomar en cuenta las diferencias en la propensión a patentar, y las diferencias en las productividad industrial, así como para evitar problemas de heterocedasticidad.<sup>67</sup>

Los resultados muestran una representación adecuada en tanto ambas R-cuadradas muestran un buen ajuste. El estadístico DW muestra ausencia de autocorrelación, los coeficientes son significativos al 95% de confianza en los tres modelos. Adicionalmente se aplicó la prueba F a los tres modelos, para la hipótesis nula de que los efectos fijos entre estados son iguales, o que no existen diferencias entre estados, los resultados rechazan dichas hipótesis (Ver anexos cuadros 24, 25 y 26).

---

<sup>5</sup> Se incluye la variable tendencia en los tres modelos ya que, de acuerdo a Porter et. al. (1999), permite considerar una posible concavidad en la función debido a que si bien algunos países (regiones) pueden tener el mismo nivel de patentes, las patentes del resto de países (resto de regiones) pueden introducir variaciones a través de los años. Nota: Otra variable control adicional es una dummie por año, sin embargo debido a la poca disponibilidad de datos, no fue posible realizar su inclusión en la estimación.

<sup>6</sup> Se estimaron los tres modelos incluyendo alternativamente una u otra variable control. Al estimar el modelo que incluye solamente acervo de patentes regional individual los resultados son consistentes con el modelo que incluye ambas variables control. En el caso del modelo que incluye el resto de regiones sin controlar por una u otra variable, el capital humano resulta no significativo al 5%, en tanto el resto de las variables si resultan significativas al 5%. En este sentido, se considera más adecuado controlar en tiempo y por unidad, utilizando ambas variables.

En su modelo de producción de ideas, Romer (1990) sostiene el supuesto que  $\lambda$  el parámetro del capital humano en el sector productor de ideas y  $\phi$  el parámetro del acervo de conocimiento son igual a 1. De esta forma, un incremento en el acervo de conocimientos propicia un incremento proporcional en la productividad por investigador.

En el caso de México, al estimar la función para el conjunto de estados los resultados muestran ambos coeficientes significativos al 95% de confianza, para  $\phi$  se obtiene un valor de 1.07 y para  $\lambda$  de 0.16. El coeficiente  $\phi$  es cercano al supuesto de Romer, esto indica que existen condiciones en las regiones para lograr un incremento proporcional en la productividad de investigación. La inclusión de efectos fijos en este modelo permite la eliminación de variaciones en los estados, así los coeficientes son estimaciones internas a cada estado.

En el caso del coeficiente  $\lambda$  del capital humano, el valor menor a 1 indica la existencia de efectos de duplicación en el esfuerzo de investigación (Jones, 2000); estos efectos restringen el crecimiento en la producción de ideas provenientes de un aumento en el número de investigadores. En el marco de Jones (1995) y (2000) contribuye a disminuir la productividad de investigación, afectando la producción de ideas. Sin embargo, siguiendo a Romer (1990) en el que dicho parámetro no afecta la productividad de investigación, el resultado para México de  $\lambda < 1$ , implica la posibilidad de generar un crecimiento en la producción de ideas débil y positivo.

La combinación de ambos insumos muestran la estructura de la capacidad tecnológica; de esta forma, no obstante que de acuerdo a  $\phi$  existan condiciones internas en cada estado para favorecer la producción de ideas, es posible que existan dificultades en la utilización de dichas condiciones, restringiendo la producción de nuevas ideas. En el caso de México, el valor bajo del parámetro del capital humano se debe a la disminución del acervo de conocimientos, efectos externos como la competencia tecnológica nacional y la extranjera, y las condiciones en que se realiza la investigación en cada estado, incluso la utilización de la variable proxy del capital humano.

La importancia del coeficiente  $\phi$  se centra en el signo, la utilización del conocimiento depende de efectos de difusión que favorezcan el esfuerzo de investigación. El signo positivo implica que al interior de cada estado existen efectos de difusión positivos que favorecen la actividad de innovación. De acuerdo a esto, la difusión de conocimiento es una externalidad que los estados poseen en su interior, esto indica que existe un flujo de conocimiento y experiencias que proviene de algunas actividades y es utilizado por otras, es decir al interior de la región comparten la información.

Debido a que se utilizó el número acumulado de patentes como aproximación al acervo de conocimientos, el efecto de difusión indica que los agentes que realizan patentes utilizan las patentes anteriores como fuente de información tecnológica. Lo cual sucede cuando los agentes e instituciones utilizan su propio conocimiento; particularmente, en estados con pocos agentes innovadores, y con pocas actividades en las que se realicen innovaciones. Como estrategia de mercado, los efectos de difusión indican poca competencia tecnológica y por tanto un menor bloqueo de creación de innovaciones internas, lo cual sucede al haber pocos agentes y actividades diferenciadas.

Así, la estimación de la función de producción de Romer (1990) muestra una capacidad tecnológica regional con condiciones favorables de difusión de conocimientos al interior de cada estado, que permite fomentar la actividad de innovación nacional. La dificultad recae en el efecto duplicación  $\lambda < 1$  del capital humano, que no obstante el acceso a conocimiento presenta dificultades para la creación de ideas. En el contexto de la disminución en los niveles de acervo de conocimientos en México, dado el efecto duplicación, el capital humano no lograría incrementar la producción de innovaciones. De acuerdo a Romer (1990) dadas las restricciones en los valores de los parámetros, un incremento en el número de investigadores, incrementaría la tasa de crecimiento de nuevas ideas.

No obstante las dificultades en el esfuerzo de investigación ( $\lambda < 1$ ), los efectos de difusión de conocimientos son importantes, debido a que facilitan el acceso a información y disminuyen las brechas tecnológicas. Así, si bien al interior de los estados existen fuerzas que impulsan la disminución de la brecha tecnológica a través de la difusión, es importante conocer como influyen el resto de estados a un estado específico, debido a la posibilidad de efectos barrera en la difusión.

Adicionalmente, se estima un modelo para cuantificar el efecto de la actividad el efecto del resto de regiones. En este contexto, la actividad de innovación del resto de estados en forma de patentes explica un efecto alternativo a las dificultades en el esfuerzo de investigación ( $\lambda < 1$ ) y el comportamiento descendente de las innovaciones nacionales.

Los resultados muestran resultados consistentes con los anteriores, el coeficiente  $\phi$  del acervo de capital es significativo al 95% de confianza, el valor obtenido es de 1.59. Al incluir el efecto del resto de regiones el valor del coeficiente se incrementó respecto al modelo anterior, este valor no implica una igualdad con el supuesto de Romer de  $\phi=1$ , sin embargo algunos estudios no consideran la igualdad estricta.

Porter (1999) obtiene valores entre 1 y 1.4 para  $\phi$ , concluyendo en la existencia de evidencia a favor de la restricción impuesta por Romer (1990). De igual forma, el valor de  $\lambda$  es significativo al 95% de confianza con 0.09; el resultado de la inclusión de la variable resto de regiones resulta en una disminución de  $\lambda$ , que afecta el esfuerzo de investigación y el crecimiento de la producción en el sector de ideas.

Cuadro 5<sup>8</sup>

Variable dependiente:		LogPats <sub>st</sub>		
<b>VARIABLES INDEPENDIENTES:</b>				
	<b>Coefficientes</b>			
LogH <sub>Ast</sub>	0.164837*	0.094337*	0.073495*	
estadístico t	2.018	2.126	4.4	
LogA <sub>st</sub>	1.074601*	1.595305*	1.659598*	
estadístico t	12.29	17.94	10.61	
LogA <sub>-st</sub>		-1.286943*	-11.27015*	
estadístico t		12.06	8.3	
LogAX <sub>st-3</sub>			-0.112472*	
estadístico t			5.358	
Efectos Fijos	Significativo*	Significativo*	Significativo*	
<b>VARIABLES CONTROL</b>				
t tendencia	-0.462416*	-0.103345*	2.08341*	
estadístico t	9.53	2.61	6.09	
Log(Prod?)	-0.214176*	0.026087**	-0.231587*	
estadístico t	2.42	0.41	6.84	
<b>ESTADÍSTICAS</b>				
R-cuadrada	0.94249	0.946486	0.984851	
R-cuadrada ajust.	0.918768	0.923455	0.956336	
E.E. De la Reg.	0.384156	0.372909	0.283926	
Durbin-Watson	2.588165	2.401035	1.876899	
Observaciones	114	114	50	
*Significativo al 5%		** No significativo al 5%		

Fuente: elaboración propia con base en los resultados econométricos

El parámetro de la variable resto de regiones se presenta como  $(\psi - \beta)$ , el cual implica la posibilidad de obtener un signo positivo si  $\psi > \beta$ , y negativo si  $\psi < \beta$ . Esto es resultado del doble efecto que presentan las patentes, por un lado es posible que existan efectos de difusión positivos del resto de estados hacia el estado en específico, o que existan efectos barrera como consecuencia de la competencia en innovación y el efecto de la ley de propiedad industrial. De

<sup>8</sup> Se realizó la prueba de significancia de dos colas al 5%, con n-k grados de libertad para cada estimación respectivamente, en la que si el t calculado (obtenido como el cociente entre el coeficiente estimado y su desviación estándar) es mayor que los valores críticos de tablas, se rechaza la hipótesis nula de que los coeficientes son iguales a cero. Las pruebas F realizadas para los efectos fijos se encuentran en los anexos.

acuerdo al cuadro 5, los resultados muestran un coeficiente significativo al 95% de confianza con un valor de 1.28, el signo obtenido es negativo. De esta forma se muestra evidencia de efectos barrera en la difusión de conocimientos provenientes del resto de estados hacia uno en específico.

En el modelo anterior se consideró como condición para producir innovaciones la existencia de efectos de difusión positivos al interior de cada estado, sin embargo es importante la existencia de difusión de los conocimientos creados en otras regiones de México, estos efectos reforzarían el acceso a un mayor número de conocimientos facilitando la producción de innovaciones. El resultado obtenido muestra que la actividad de innovación del resto de regiones no favorece la actividad de una región específica, es decir no existe difusión entre estados. El coeficiente es cercano a 1, lo cual es relevante ya que un aumento en las innovaciones del resto de estados transmite un efecto negativo en un estado específico.

Se considera que el efecto negativo de la actividad de otros estados se explica en el marco de la competencia tecnológica y de los efectos de la ley de patentes en México. En este sentido, si bien la competencia tecnológica al interior de un estado es débil, la competencia entre estados es mayor, así las innovaciones generadas en un estado impone una frontera tecnológica que los demás estados deben traspasar. En el contexto del conocimiento tecnológico, es posible que debido a la diferencia en las actividades productivas y estructura industrial entre estados, el efecto negativo se deba a la incompatibilidad entre acervos de conocimientos o incapacidad de adoptar y adaptar dicho conocimiento.

Así, el efecto del resto de regiones esclarece el comportamiento decreciente de la actividad de innovación nacional. Los descubrimientos realizados en el resto de estados eliminan la posibilidad de obtenerse en otros estados, y aunado a las dificultades de acceso al conocimiento entre estados, repercute en la productividad del capital humano. El resultado es un efecto directo en la creación de nuevas ideas; así, la producción de innovaciones en una región específica es afectada negativamente por la producción en otras regiones, contribuyendo tanto a la disminución de la productividad del capital humano, como de las innovaciones en México.

La estructura regional de innovación muestra diferentes niveles de actividad y crecimiento entre los estados. De ello se desprende que las regiones que presentan un niveles de producción menores respecto al resto de regiones, reciben una influencia mayor por parte de estas últimas. En el caso de Chiapas, en el 2000 no presentó ninguna patente, en tanto el Distrito Federal presentó 166, la mayor actividad de innovación del Distrito Federal impone una mayor competencia al de resto de regiones que Chiapas. Así, el efecto barrera es mayor en los estados que tienen menores niveles de innovación; de igual forma, los estados con mayores niveles reciben un menor efecto barrera.

La inclusión de efectos fijos hacen posible diferenciar el efecto barrera en los estados, sin embargo también incluye efectos del número de investigadores y stock de conocimiento, particularmente algunos estados con bajo nivel de actividad, pueden disminuir el efecto de difusión negativo si cuentan con un aumento en el número de investigadores. Entre los diez estados que reciben un mayor efecto barrera resultado de la competencia en innovación en el resto de estados, se encuentran Quintana Roo, Campeche, Chiapas, Durango, Tabasco, Colima, Nayarit, Baja California Sur, Chihuahua y San Luis Potosí.

Estos estados se caracterizan por poseer bajos niveles de innovación, Quintana Roo y Campeche entre 1996-2000 produjeron en promedio 0.6 patentes. Chiapas tuvo un promedio menor con 0.4 patentes en este periodo. Otros estados que reciben un menor efecto como Tabasco, Colima, Chihuahua y San Luis Potosí muestran promedios mayores.

**Cuadro 6**

<b>Efectos Fijos en Estados Seleccionados al Incluir la variable Resto de Estados</b>					
<b>Estados</b>	<b>Efecto</b>	<b>Promedio de patentes 1996-2000</b>	<b>Estado</b>	<b>Efecto</b>	<b>Promedio de patentes 1996-2000</b>

Quintana Roo	8.7	0.6	Puebla	5.7	14.2
Campeche	8.4	0.6	Coahuila	5.5	12.4
Chiapas	7.8	0.4	Querétaro	5.5	18.2
Druango	7.8	0.8	Hidalgo	5.5	28.8
Tabasco	7.5	2.4	Morelos	5.4	15.2
Colima	7.3	2.4	Veracruz	5.4	6.6
Nayarit	7.3	1	Yucatán	5.2	3.6
Baja C. Sur	7.2	0.8	Jalisco	5.0	51
Chihuahua	7.0	5.4	Nuevo León	4.6	42.2
San Luis P.	6.7	5.6	Distrito Federal	3.2	160.6

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de la estimación para efectos fijos.

Entre los diez estados que recibieron un efecto barrera menor proveniente del resto de regiones se encuentran Puebla, Coahuila, Querétaro, Hidalgo, Morelos, Veracruz, Yucatán, Jalisco, Nuevo León y Distrito Federal. A excepción de Veracruz y Yucatán, estos estados se caracterizan por tener altos niveles en la producción de innovaciones, Puebla produjo en el periodo 1996-2000 un promedio de 14.2 patentes, Hidalgo produjo un nivel mayor con un promedio de 18.8 patentes, destacan con un promedio más alto Jalisco y Nuevo León con 51 y 42.2 patentes en promedio respectivamente. Distrito Federal es la región que concentra la mayor actividad de innovación con un promedio de 160.6 patentes.

Lo anterior muestra un patrón en que los estados con niveles de producción mayores reciben un efecto barrera menor. Esta relación negativa muestra que dadas las diferencias en la estructura regional, las regiones que tienen niveles de actividad económica menor reciben una influencia mayor del resto de regiones, resultado de la competencia tecnológica y la ley de patentes en México. Así los estados más grandes en actividad de innovación afectan la actividad en los más chicos.

Además del efecto proveniente de la competencia y la ley de patentes, es necesario señalar la existencia de efectos barrera debido a las dificultades de difusión que provienen de

actividades de innovación incompatibles, falta de relaciones de cooperación y dificultad técnica en absorber el conocimiento que proviene de estados tecnológicamente más avanzados.

Dada la estructura regional diferenciada en la producción de innovaciones, el hecho de que existan efectos negativos de difusión entre las regiones impone algunas características que determinan el desempeño de la actividad de innovación nacional en su conjunto. Mendoza y Torres (2002) mencionan que en el marco de un proceso de convergencia en la producción de innovaciones entre estados, dicha convergencia es impulsada por las altas tasas de crecimiento de algunos estados. Caracterizándose en general por mantener sus niveles de innovación, y tasas de crecimiento moderadas.

En este contexto, los estados que presentan niveles bajos de innovación y mayores efectos barrera son estados en los que potencialmente la producción de innovaciones puede disminuir e incluso desaparecer. Adicionalmente, dicho efecto contribuye a formar una polarización en la producción de innovaciones entre las regiones de México.

Si bien, en el corto plazo la reducción de la producción de innovaciones en algunas regiones está repercutiendo en la actividad nacional de innovación; en el largo plazo, la reducción y desaparición de la producción de innovaciones, en las regiones principalmente con elevados efectos barrera, propiciaría no solamente la reducción de la producción de innovaciones, además la actividad de innovación dependería de algunas regiones del país.

Así, de acuerdo a los resultados obtenidos la producción regional de innovaciones en México descansa en el esfuerzo de investigación, así como en las condiciones y capacidades tecnológicas internas de cada región o estado, los cuales están sujetos a una competencia tecnológica y dificultades en la difusión de conocimientos entre ellos mismos.

Los modelos anteriores captan la producción de innovaciones en México a través de la dinámica regional en el contexto de la actividad interna del país. Sin embargo, de acuerdo lo mencionado anteriormente en el marco de la globalización del conocimiento, el acceso al conocimiento tecnológico extranjero más avanzado permitiría fomentar la producción de nuevas

tecnologías en México. Para ello, el contexto induce la necesidad de que existan efectos de difusión positivos de conocimiento extranjero hacia las actividades de innovación nacionales, no obstante, el análisis incluye la posibilidad de efectos de difusión adversos a la actividad de innovación en México.

Los resultados obtenidos al estimar la función de ideas ampliada por Porter (1999), esclarecen el efecto de la globalización tecnológica en la producción de ideas en México. De acuerdo al cuadro 5, los resultados de la regresión muestran el conjunto de coeficientes significativos al 95% de confianza. El parámetro  $\phi$  del acervo de conocimientos para el estado s presenta un valor de 1.65, el coeficiente  $\lambda$  del capital humano dedicado a investigación presenta un valor de 0.07, el coeficiente  $(\psi - \beta)$  de la variable que representa el acervo de conocimientos del resto de estados arroja un valor negativo de 11.2. El coeficiente  $(\psi - \alpha)$  de la variable que representa el acervo de conocimientos extranjeros arroja un valor negativo de 0.11. La R-cuadrada muestra un buen ajuste y el estadístico DW muestra que no existen problemas de autocorrelación.

Los parámetros muestran un ligero incremento como resultado de incluir el efecto del acervo de conocimientos extranjeros en México, así las condiciones de la actividad regional permanecen. El valor de  $\phi = 1.65$  refuerza la evidencia de la existencia de efectos de difusión de conocimiento al interior de las regiones de México; al igual que en modelo anterior, el hecho de que  $\phi > 1$ , implica que existen condiciones adecuadas para obtener un incremento proporcional en la productividad del capital humano. La estimación de  $\lambda$  mantiene la evidencia de dificultades en la creación de nuevos conocimientos.

El coeficiente obtenido para el acervo del resto de las regiones se incrementa ante la inclusión del acervo de conocimientos extranjeros, este resultado se esclarece al tomar en cuenta el coeficiente de esta última variable. De acuerdo a los resultados obtenidos por Porter (1999) en el que los conocimientos extranjeros propician efectos barrera en su difusión hacia las actividades

de innovación de otros países, y al concepto de Archibugi (2000) en el que la globalización tecnológica es una estrategia de mercado que bloquea nuevos competidores y por tanto el surgimiento de nuevas tecnologías; el acervo de conocimientos extranjeros, ejerce efectos barrera en la difusión hacia las actividades de innovaciones en las regiones de México, y por tanto un impacto negativo en la producción regional de ideas.

En cuanto su relación con las variables que identifican las características de la actividad de innovación en México, no obstante que exista un esfuerzo basado en la capacidad tecnológica interna de cada estado y la competencia con el resto, el acervo de conocimientos extranjero impone efectos barrera a todos los estados, en este sentido, refuerza el efecto negativo de la competencia regional en innovación expresado en la variable resto de regiones.

El mecanismo es similar al efecto del resto de regiones; restringe al capital humano en la utilización de conocimientos extranjeros más avanzados, a la par le impone una barrera en la creación de innovaciones, debido a que no puede producir conocimientos ya existentes (competencia tecnológica extranjera). El efecto en el capital humano es una mayor dificultad en el esfuerzo de investigación ( $\lambda < 1$ ); adicionalmente repercute en una disminución de la productividad por investigador, al contrarrestar el efecto positivo del acervo de conocimientos interno y reforzar el efecto negativo del resto de regiones.

El resultado es una débil producción de innovaciones, que en el largo plazo, se transfiere en una reducción en la acumulación de conocimientos nacionales. Así, contribuye a explicar la dificultad en el esfuerzo de investigación, el efecto directo negativo en la producción, y la disminución en el acervo de conocimientos nacionales.

Sin embargo, el resultado de las estimaciones indica una característica importante en los efectos barrera que provienen del acervo de conocimientos del resto de estados y de conocimientos extranjeros. Si bien ambos efectos se complementan, el coeficiente del acervo de conocimientos extranjeros de  $-0.11$ , menor que el obtenido por el acervo del resto de regiones de

-11.2, esto indica que existe un efecto barrera mayor que proviene de la actividad de innovación nacional, que de la actividad realizada por extranjeros.

En el contexto de la apertura y recuperación económica, en el que las patentes nacionales observaron un estancamiento a partir de 1995 y las innovaciones extranjeras presentaron un crecimiento acelerado; las tendencias encontradas entre ambas, inducían que el efecto adverso en la actividad de innovación nacional provenía de la actividad extranjera.

El análisis sectorial ofrece una respuesta intuitiva al resultado contrario, algunos sectores nacionales que presentaron una disminución en el número de patentes coincide con el aumento en de las patentes extranjeras en los mismos sectores, esto explica la competencia tecnológica entre innovadores nacionales y extranjeros. Sin embargo, existen otros sectores que reflejan una disminución en los que la competencia nacional es mayor explicando el efecto nacional. No obstante, el aspecto importante es el grado de vinculación tecnológica, cooperación y similitud entre las actividades de innovación entre sectores y regiones.

En este sentido, es posible que el freno en la convergencia en la producción de innovaciones entre estados, y la potencial disminución en el largo plazo de los estados que realizan innovación, así como la polarización regional, provenga de los efectos barrera en la difusión de conocimientos existentes dentro del país.

De igual forma, la inclusión de efectos fijos permite diferenciar el efecto de la globalización tecnológica en cada estado. Dados los resultados anteriores, los efectos en los estados pueden reflejar en mayor medida la influencia de la actividad nacional. Entre los primeros diez estados que recibieron un mayor efecto se encuentra Campeche, Durango, Tabasco, Colima, Nayarit, Baja California Sur, Chihuahua, Guanajuato, Sonora y San Luis Potosí. De nueva cuenta estos estados se caracterizan por tener bajos niveles de innovación respecto al resto de estados.

La relación se mantiene, los estados que producen mayor número de innovaciones reciben menor efecto barrera proveniente del acervo de conocimientos del resto de estados y del extranjero. Los diez estados que reciben un menor efecto son Puebla, Veracruz, Querétaro,

Guerrero, Coahuila, Morelos, Hidalgo, Nuevo León y Distrito Federal. Con la excepción de Veracruz y Guerrero, estos estados presentan un promedio más alto en la producción de innovaciones.

Si bien la inclusión de la innovación extranjera cambió ligeramente el orden de los estados de acuerdo al efecto recibido, en general se mantienen los mismos estados dentro del grupo de más afectados y menos afectados. La variación en los efectos de difusión negativos se observan entre los estados extremos en cada grupo, el Distrito Federal cuyo esfuerzo de innovación permite contrarrestar la competencia nacional y extranjera refleja una distancia amplia respecto a Campeche, el cual recibe el mayor efecto.

**Cuadro 7**

<b>Efectos Fijos en Estados Seleccionados al Incluir Globalización Tecnológica</b>					
<b>Estados</b>	<b>Efecto</b>	<b>Promedio de patentes 1996-2000</b>	<b>Estado</b>	<b>Efecto</b>	<b>Promedio de patentes 1996-2000</b>
Campeche	76.0	0.6	Puebla	72.4	14.2
Druango	75.1	0.8	Veracruz	72.3	6.6
Tabasco	74.9	2.4	Guerrero	72.2	4.6
Colima	74.8	2.4	Querétaro	72.1	18.2
Nayarit	74.7	1.0	Coahuila	72.1	12.4
Baja C. Sur	74.6	0.8	Morelos	71.8	15.2
Chihuahua	74.2	5.4	Hidalgo	71.7	28.8
Guanajuato	74.0	1.2	Nuevo León	70.2	42.2
Sonora	73.8	3.2	Jalisco	69.9	51.0
San Luis P.	73.8	5.6	Distrito Federal	65.3	160.6

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados de la estimación para efectos fijos.

El efecto barrera que impone la globalización tecnológica no obstante su menor magnitud; aunado a la competencia tecnológica regional, ayudan a explicar la situación actual de la actividad de innovación nacional. Si bien algunos estados son afectados en mayor medida que otros, el efecto se dispersa hacia todos los estados. Así, se hace necesario establecer políticas tecnológicas regionales congruentes entre sí, que fortalezcan la creación de progreso técnico nacional.

La importancia de producir innovaciones tecnológicas nacionales reside en que, de acuerdo con la teoría del crecimiento endógeno, son un factor de crecimiento económico. En este sentido, los resultados acerca del parámetro de difusión  $\phi$  muestran la existencia de condiciones adecuadas para proveer un cambio tecnológico endógeno que fomente el crecimiento de la producción en México.

De acuerdo Romer (1990) la existencia de efectos de difusión de conocimiento con  $\phi=1$ , que utilizan los investigadores para crear nuevas ideas, generan condiciones adecuadas para propiciar crecimiento económico. Dado este parámetro, la productividad de investigación se incrementa proporcionalmente al acervo de conocimientos  $A^\phi$ , incluso con un número de investigadores constante.

Así, de acuerdo a  $\frac{\dot{A}}{A} = H^\lambda A$ , un incremento en el número de investigadores implica un aumento en la tasa de crecimiento en la producción de ideas, la cual en equilibrio implica un aumento igual en la tasa de crecimiento de la economía. De acuerdo a los resultados el valor de  $\lambda < 1$  para las regiones de México, restringe el aumento de la tasa de crecimiento de las ideas. De acuerdo a Jones (1995) (2000), esto contrarresta el efecto del parámetro  $\phi=1$ , provocando una disminución en la productividad del capital humano, y afectando el crecimiento de las ideas y de la economía. Sin embargo siguiendo a Romer, es posible que el efecto “pisarle los pies a alguien” del valor bajo obtenido de  $\lambda$ , pueda generar efectos débiles y positivos en el crecimiento de las ideas que se transfiera en un crecimiento de la producción ( $g_A = g_y$ ).

Bajo la especificación de Porter (1999), los resultados en los que el efecto de difusión negativo del resto de regiones y de las innovaciones extranjeras imponen dificultades al capital humano que se traduce en una menor productividad de investigación y un menor valor de  $\lambda$ ; al

contrarrestar el efecto positivo débil de  $\lambda$  y de la condición  $\phi$  en la función de producción, explican el comportamiento decreciente en las innovaciones.

Así, las condiciones para un crecimiento económico, mostradas en  $\lambda$  y  $\phi$ , son afectadas por los efectos barrera de la innovación extranjera, y en mayor medida por resto de regiones. Si bien no se cuantifica en efecto neto de la actividad de innovación sobre la crecimiento económico, permite observar la dirección en que la política tecnológica regional mejoraría las condiciones en la producción de innovaciones para propiciar un crecimiento económico.

## **Capítulo 6. Conclusiones y Recomendaciones**

El estimar la función de producción de ideas a nivel regional para México permite esclarecer las relaciones intraregionales e interregionales que caracterizan y configuran la actividad de innovación nacional.

Los resultados de estimar la función de producción de innovaciones propuesta por Romer (1990), la ampliación de la misma de acuerdo a Porter (1999), y su extensión para incluir el efecto de la innovación extranjera en México; son congruentes entre sí, explicando las condiciones en que se realiza la actividad de innovación.

Específicamente, en la versión del modelo de Romer (1990), el parámetro  $\lambda$  obtenido es menor a 1 al estimar un panel para el conjunto de estados, lo cual expresa la concavidad de la función en el capital humano dedicado a investigación, Jones (1995) considera este resultado como un efecto de saturación o de duplicado en la investigación. Para el caso de México, se asocia a las condiciones específicas de cada estado en que se desenvuelve el investigador, al efecto de la competencia tecnológica nacional y extranjera, y la tendencia decreciente del acervo de conocimientos utilizados.

El parámetro  $\phi$  del acervo de conocimientos es mayor a 1, este resultado es congruente con estudios anteriores (Porter, 1999), lo cual muestra evidencia a favor de la hipótesis de Romer

(1990) de que  $\phi = 1$ , y no menor a 1. Este resultado respalda la existencia de efectos de difusión positivos al interior de cada estado. Ambos parámetros muestran las condiciones en que se realiza la innovación en México, el valor de  $\phi$  muestra las condiciones adecuadas para que un aumento del acervo de capital incremente la productividad por investigador, es decir el capital humano cuenta con una difusión de conocimientos que le permite resolver problemas más rápidamente y crear nuevos conocimientos.

El efecto duplicación que implica  $\lambda < 1$ , significa que dicha difusión no es suficiente para crear más innovaciones, es decir el esfuerzo de investigación presenta dificultades en la utilización de dicho acervo. Así, cualquier incremento en el acervo de conocimientos se traduce en un número de innovaciones menor que el potencial. La estimación obtenida de este parámetro ayuda a explicar los periodos de lento crecimiento en la producción de ideas en México.

En el marco del declive de la producción de innovaciones en México, los resultados anteriores no explican dicho comportamiento, así como el declive en el acervo de conocimientos y el valor bajo de  $\lambda$ . Las estimaciones de la versión de Porter (1999) muestran resultados congruentes con el modelo anterior. El valor de  $\lambda$  se redujo significativamente, reforzando la evidencia de un efecto de duplicación. Por otra parte, las estimaciones para el parámetro  $\phi$  mantienen la evidencia de efectos de difusión positivos al interior de cada estado.

Al incluir la variable resto de regiones para obtener el efecto de la actividad de innovación de un conjunto de regiones sobre la actividad de una específica, la estimación muestra efectos de difusión negativo entre regiones. El parámetro  $(\psi - \beta) < 0$  refleja la competencia tecnológica entre estados y el efecto de la ley de patentes en México. En este sentido, las innovaciones creadas un estado excluyen la posibilidad de que se creen en otro, por lo que la ausencia de difusión de conocimiento entre estados dificulta la creación de nuevas ideas.

Las condiciones en que se realiza la actividad de innovación en México que presenta este modelo, refuerza las mostradas en el modelo anterior, e incluye la ausencia de difusión entre

estados. En este contexto, la actividad de innovación nacional bajo la perspectiva regional, depende de la actividad interna y de las condiciones tecnológicas existentes en cada estado.

Esta configuración plantea un problema a la actividad nacional de innovación; así como también, esclarece el declive de dicha actividad, y el aumento en la dificultad de investigación. Cómo resolver la ausencia de colaboración y difusión tecnológica entre estados que afecta la productividad de investigación y la creación de innovaciones. Adicionalmente, esto explica parcialmente el declive en la actividad de innovación; el aumento del acervo de conocimientos del resto de regiones contrarresta el incremento en el acervo de conocimientos al interior de las regiones, lo cual afecta la productividad por investigador  $\bar{\delta}$ , propiciando una disminución en la producción de innovaciones. Este efecto se refuerza con el efecto duplicación ( $\lambda < 1$ ). De igual forma, la débil producción de innovaciones propicia una disminución en la formación del acervo de conocimientos.

Las condiciones de duplicación en la investigación en que se realiza la actividad de innovación, se acentúan debido a la competencia tecnológica que proviene del resto de regiones. El parámetro  $\lambda$  se reduce debido a que los investigadores en un estado no pueden producir los conocimientos creados en otros. Si bien dicho parámetro contribuye a la disminución de las innovaciones y del acervo de conocimientos, la reducción del acervo de conocimientos también contribuye a aumentar el efecto duplicación.

La competencia no excluye el beneficio de utilizar la información tecnológica implícita en los acervos de conocimientos. Un inventor que patente su idea protege de la imitación dicha idea evitando erosionar su beneficio, sin embargo es posible que otro inventor utilice la información para crear nuevas ideas. El argumento en contra de la difusión es la existencia de piratería (caso del software) Jones (2000), y el surgimiento de competidores con mejores ideas. Sin embargo, una vez patentada la idea el efecto puede ser el bloqueo de competidores

(Archibiugui, 2000) y por tanto de innovaciones, reflejándose en efectos de difusión negativos. Lo cual es el caso entre las regiones de México, como resultado de la competencia tecnológica.

Las principales características de la globalización tecnológica son el rápido crecimiento de las innovaciones extranjeras y la elevada proporción que representa en la actividad de innovación de los países. Ambas características se presentan tanto en los países avanzados tecnológicamente, como en los menos avanzados. En México, receptor neto de tecnología, la actividad de innovación extranjera representa la mayor proporción de la actividad nacional (95%). Esto implica la posibilidad de tener acceso a un acervo de conocimientos más avanzados que permita crear un mayor número de innovaciones nacionales, de igual forma implica competencia tecnológica extranjera con el efecto contrario.

Los resultados de estimar el modelo de Porter (1999) incluyendo el acervo de conocimientos son consistentes con los anteriores. El parámetro  $\lambda$  disminuye ligeramente respecto al modelo con el efecto del resto de regiones, acentuando la existencia del efecto duplicación. El parámetro  $\phi$  se incrementa ligeramente respecto al resultado anterior, reforzando la evidencia de efectos de difusión positivos al interior de cada estado. De igual forma, el coeficiente estimado para el resto de regiones corrobora el efecto negativo de la competencia tecnológica interregional.

El resultado de la estimación al incluir el acervo de conocimientos extranjeros muestra la existencia de efectos de difusión negativos hacia la actividad de innovación nacional. De esta forma, la producción regional de innovaciones en México no se beneficia de la utilización del conocimiento extranjero. La innovación extranjera establece una competencia tecnológica que bloquea la creación de nuevas ideas, reforzando el efecto del resto de regiones.

El efecto negativo de la innovación extranjera contribuye a la disminución de la productividad media de investigación  $\bar{\delta}$ , que en conjunto con el resto de regiones esclarece las causas del declive en la actividad de innovación nacional y por tanto la tendencia decreciente del

acervo de conocimientos nacionales. La disminución del parámetro  $\lambda$  refleja un aumento en la dificultad de investigación debido a que el capital humano se enfrenta a una restricción de acceso a conocimientos más avanzados que le permitirían resolver problemas más fácilmente. Adicionalmente, la competencia tecnológica extranjera disminuye las innovaciones que puede realizar el capital humano, debido a que no puede producir conocimientos ya existentes.

La magnitud del efecto negativo proveniente del resto de regiones y de la globalización muestran diferencias. No obstante el mayor crecimiento de la innovación extranjera en México, su efecto negativo es menor que el resto de regiones. Así, es posible atribuir un mayor efecto en la actividad de innovación nacional, a la ausencia de difusión de conocimiento entre estados. Este resultado tiene algunas implicaciones para resolver esta situación, el mayor efecto negativo del resto de regiones está asociado a la similitud del nivel tecnológico y características de la innovación nacional lo cual puede favorecer en la creación de vínculos que faciliten la difusión.

Por otro lado, la menor similitud respecto al nivel y características de la innovación extranjera pueden dificultar la creación de vínculos positivos de difusión con la producción nacional de innovaciones, así la frontera tecnológica que impone amplía la brecha respecto al nivel tecnológico existente en las innovaciones nacionales. Lo cual es más perjudicial, ya que adicionalmente al efecto de reducción en el número de innovaciones, impone un efecto en el nivel tecnológico y características de la innovación difícil de alcanzar.

En este contexto se esclarecen las condiciones existentes para propiciar crecimiento económico basado en el conocimiento. De acuerdo a los resultados de las estimaciones obtenidos para el modelo de Romer(1990), el valor de  $\phi$  cercano a 1 es una condición favorable para generar crecimiento. Debido al aumento proporcional en la productividad media del capital humano que resulta de los efectos de difusión asociados a un aumento del acervo de conocimientos, el aumento del número de investigadores propicia un aumento en el crecimiento de la producción de ideas que en equilibrio implica un crecimiento de la producción. Sin

embargo, el valor estimado de  $\lambda$  implica una restricción en el crecimiento de la producción de ideas y de la producción. Así, el problema recae en como eliminar el efecto saturación o duplicación.

Los efectos barrera provenientes de la competencia regional y extranjera son restricciones adicionales al crecimiento económico basado en el conocimiento. Así, de acuerdo al declive de la producción nacional de innovaciones, se espera genera efectos desfavorables al crecimiento económico. Por otro lado, las estimaciones obtenidas indican potencialmente la persistencia de restricciones para un crecimiento basado en el conocimiento. Sin embargo, es necesario cuantificar el efecto en el crecimiento económico de la producción de innovaciones, en el marco de las condiciones tecnológicas regionales en que se realiza. Así, en primera instancia se muestran la necesidad de establecer políticas tecnológicas regionales que mejoren dichas condiciones, en favor de ser potencialmente un factor de crecimiento económico.

Debido a que la actividad de innovación nacional descansa en el esfuerzo interno de las regiones, que en el contexto de la competencia interregional dicho esfuerzo es independiente. Es necesario fortalecer las políticas tecnológicas regionales que incidan directamente en la región para fomentar la innovación. Thwaites (1985), considera que dicho esfuerzo es importante para el desarrollo regional y el crecimiento económico

La evidencia de difusión positiva al interior de cada región requiere que se establezcan políticas que permitan mantener esta condición. Fortalecer la vinculación y colaboración entre los diferentes agentes que intervienen en el sistema regional de innovación. Esto implica establecer redes comunes de información y fomentar la actividad de investigación conjunta (proyectos).

El efecto negativo de la competencia regional en la actividad de innovación requiere fomentar la colaboración entre regiones, particularmente entre empresas e institutos de investigación e universidades. Una política que fomente la utilización del conocimiento generado en otros estados redundaría facilitaría al agente innovador la solución de problemas y la creación de nuevos conocimientos, particularmente en los estados menos avanzados. Esto requiere

establecer redes comunes de información entre estados, de servicios e incluso de infraestructura y capital humano en investigación.

En cuanto al efecto de saturación observado en el capital humano, en la que se tenga acceso a un mayor número de conocimientos dicha restricción tenderá a disminuir. Así, es necesario fortalecer tanto la actividad de investigación como las condiciones en que se desenvuelve. Esto implica incentivar la formación más investigadores como proporción de la población, así como condiciones de infraestructura, instrumentos y equipo necesarios para realizar la investigación.

En el caso de la innovación extranjera, las políticas que tratan de fomentar la absorción y utilización de tecnología extranjera se enfocan en la transferencia de tecnología. Si bien ha sido relativamente exitosas en el marco de la sustitución de importaciones y la inversión extranjera directa, poco han contribuido a la producción de innovaciones nacionales (Unger y Saldaña, 1985), en este caso con efectos de difusión negativos. La existencia de políticas a un nivel regional permitiría mayor flexibilidad en la colaboración entre agentes regionales nacionales y extranjeros. Esto ayudaría adicionalmente a disminuir la brecha en el nivel tecnológico de conocimientos.

Es necesario reconocer las dificultades potenciales de fomentar la difusión entre estados, por un lado los estados más avanzados podrían evitar la colaboración si encuentran pocos incentivos a hacerlo, así es necesario establecer un sistema de incentivos.

## **Bibliografía**

- Aboites A., Jaime. "Cambio Institucional e Innovación Tecnológica". UAM-Xochimilco. México, 1995.
- Aboites A., Jaime y Soria L., Manuel. "Innovación, Propiedad Intelectual y Estrategias Tecnológicas, la Experiencia de la Economía Mexicana". UAM-Xochimilco. México, 1999.
- Acs, Zoltan, de la Mothe, John and Paquet, Gilles. "Regional Innovation: In Search of an Enabling Strategy". In *Regional Innovation, Knowledge and Global Change*. Ed. By Zoltan J. Acs. Series in Science, Technology and International Political Economy. Great Britain, 2000.
- Aghion, Philippe and Howitt, Peter. "Endogenous Growth Theory". The MIT PRESS. USA, 1998.
- Archibugi, Daniele and Michie, Jonathan. "The Globalization of Technology: A New Taxonomy". In *Technology, Globalization and Economic Performance*. Cambridge University Press. Great Britain, 1997.
- Arrow, K. "The Economic Implications of Learning by Doing". *Review of Economics Studies*. USA, 1962.
- Barro, Robert and Xavier Sala-i-Martin. "Convergence Across States and Regions". *Brookings Papers on Economic Activity*. USA, 1996.
- Cantwell, J. "Technological Innovation and Multinational Corporations". Basil Blackwell, 1989.
- Capdevielle, M., Corona, J.M. and Hernández C. "Production System and Technological Patterns". In *Developing Innovations Systems: Mexico in a Global Context*. Ed. By Mario Cimoli. London, 2000.
- Cimolli, Mario. "Macroeconomic Setting and Production System". In *Developing Innovations Systems: Mexico in a Global Context*. Ed. By Mario Cimoli. London, 2000.

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). “La Inversión Extranjera Directa en América Latina y el Caribe”. Naciones Unidas. Chile, 1998.
- Consejo Nacional para la Ciencia y Tecnología (CONACYT). “Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas”. México, 1999.
- Dávila Aldás, Francisco R. “Cambios Tecnológicos, Globalización Económica y Regionalización”, en Globalización y Bloques Económicos: Realidades y Mitos”.UAP, U de G. México, 1995.
- Dunning, H. John. “Multinational Enterprises and The Global Economy”. Addison-Wesley Publishing Company, Great Britain, 1993.
- Estay, Jaime. “Globalización y sus Significados”, en Globalización y Bloques Económicos: Realidades y Mitos”.UAP, U de G. México, 1995.
- Flamm, Kenneth. “The Transfer of Advanced Technology: Recent Trends and Implications for México”. In Mexican Studies. USA, 1986.
- Goddard, J, Thwaites, A and Gibbs D. “ The Regional Dimension to Technological Change in Great Britain. “ Technical Change and Regional Development”. Great Britain 1985.
- Griliches, Zvi. “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey Part I”. NBER Working Paper 3301 Part I. Cambridge, 1990.
- Gujarati, D. “Essentials of Econometrics”. Mc Graw Hill. USA, 1992.
- Houser, Erick. “Patent Information, an Important Factor for the Industrial Development of the Market Economy Countries”. In The Role of Patent Information in the Transfer of Technology. Pergamon International Information Corporation. World Intellectual Property Organization, 1980.
- Jones I., Charles. “Growth: With or Without Scale Effects”. American Economic Papers. Papers and Proceedings. 1999.
- Jones I., Charles. “Introduction to Economic Growth”. W.W. Norton & Company, USA, 2000.

- Jones I., Charles. "R&D-Based Models of Economic Growth". *Journal of Political Economy*. USA, 1995.
- Jones I., Charles. "Sources of U.S. Economic Growth in a World of Ideas". Stanford. USA 1999.
- Jonhston, J. "Métodos de Econometría". Vincens-Vives, España, 1987.
- Judge, George G., Griffiths, W.E., Carter, Hill R., Lutkepohl, Helmuth and Lee, Tsoung Chao. "The Theory and Practice of Econometrics". John Wiley and sons, inc. USA, 1985.
- Kaufmann, Robert L. "Multinational Corporations and Technological Spillovers in Mexican Manufacturing". Phd Thesis. University of Wisconsin-Madison. USA, 1993.
- Kitson, Michael and Michie, Jonathan. "The Political Economy of Globalization". In *Innovation Policy in a Global Economy*. Cambridge University Press. United Kingdom, 1999.
- Lucas, Robert. "On the Mechanics of Economic Development". *Journal of Monetary Economics*. USA, 1988.
- Maddala, G. S. "The International Library of Critical Writings in Econometrics, The Econometrics of Panel Data". Volumen 1 y 2. University Press, Great Britain, 1993.
- Manchón, Federico. "Globalización, Regionalización y Comportamiento Financiero", en *Globalización y Bloques Económicos: Realidades y Mitos*. UAP, U de G. México, 1995.
- Mendoza Cota, Eduardo y Torres, Víctor Hugo. "Crecimiento Regional e Innovación Tecnológica en México" (en prensa). En la revista *Economía y Finanzas*. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey campus-cd. de México. México, 2002.
- Nelson, Richard. "National System of Innovation: A Comparative Analysis". University Press. New York, 1993.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). "Main Economic Indicators". USA, 1998.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). "Main Science and Technology Indicators". USA, 2000.

- Innovation Systems". USA, 1999.
- Porter E. Michael. "The Competitive Advantage of Nations". Free Press. New York, 1990.
- Porter E. Michael and Stern Scott. "Measuring The Ideas Production Function: Evidence from International Patent Output". NBER, Working Paper 7891. Cambridge, 1999.
- Posada, Pedro de la Concha. "El Sistema de Patentes en México". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Dirección Ajunta de Política Científica y Tecnológica. Serie Documentos de Trabajo. México, 1998.
- Rama, Ruth. "Industria Alimentaria: Innovación y Globalización". Comercio Exterior, Vol. 49, núm. 8. México, 1999.
- Romer, Paul. "Capital, Labor and Productivity". Brookings Papers: Microeconomics. USA, 1990.
- Romer, Paul. "Endogenous Technological Change". National Bureau of Economic Research. Working Paper Number 3210. 1990.
- Romer, Paul. "Increasing Returns and New Developments in The Theory of Growth", NBER, Working Paper 3098. Cambridge, 1989.
- Romer, Paul. "Increasing Returns and Long Run Growth". Journal of Political Economy. USA, 1986.
- Romer, Paul. "The Origins of Endogenous Growth". Journal of Political Economy. USA, 1994.
- Sagasti, Francisco R. y Cook, Cecilia. "La Ciencia y la Tecnología en América Latina durante los Ochenta". Comercio Exterior, vol. 37, núm. 12. México, 1987.
- Scumpeter, Joseph A. "The Theory of Economic Development". Cambridge, Massachusets. Harvard University Press. USA, 1934.
- Scott Stern, Michael E. Porter, y Jeffrey L. Furman. "The Determinants of National Innovative Capacity". National Bureau of Economic Research, Working Paper 7876. USA, 2000.
- Segal, Aarón. "De la Transferencia de Tecnología a la Institucionalización de la Ciencia y Tecnología". Comercio Exterior, vol. 37, núm. 12. México, 1987.

- Shaiken, Harley. "México in the Global Economy, High Technology and Work Organization in Export Industries". Monograph Series, 33. Center for U.S.-Mexican Studies. University of California, San Diego. USA, 1990.
- Shaw, G. H. "Policy Implications of Endogenous Growth Theory". In *A Macroeconomics Reader*. Ed. by Brian Snowdon and Howard R. Vane. Routledge ed. USA, 1999. Published in *Economic Journal*. USA, 1992.
- Solow, Robert M. "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *Quartely Journal of Economics*". Vol. 76. USA, 1956.
- Solow, Robert M. "Technical Change and The Aggregate Production Function". *Review of Economics and Satatistics*". USA, 1957.
- Streeten, P. "The Theory of Development Policy". In *Economic Analysis and Multinational Enterprise* (Dunning, John, ed.). Allen and Unwin. Great Britain, 1974.
- Thomas, D. Morgan. "Regional Economic Development and the Role of Innovation and Technological Change". In *The Regional Economic Impact of Technological Change*. St. Martin's Press, Inc. USA, 1985.
- Tsur, Yoel. "Las Patentes: Reflexiones sobre Tecnología y Desarrollo". *Comercio Exterior*, vol. 39, núm. 4. México, 1989.
- Unger, Kurt y Oloriz, M. "Globalization of Production and Technology". In *Developing Innovation Systems: Mexico in a Global Context*". Ed. By Mario Cimoli. London, 2000.
- Unger, Kurt y Saldaña, Luz Consuelo. "México, Transferencia de Tecnología y Estructura Industrial". Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE). México, 1984.
- UNU-INTECH. "Technology, Market Structure and Internationalization, Issues and Policies for Developing Countries". Routledge Ed. Great Britain, 1997.
- Váldez Fernández, Ma. Teresa. "Cambio Tecnológico, Globalización y Nuevo Orden Mundial", en *Globalización y Bloques Económicos: Realidades y Mitos*".UAP, U de G. México, 1995.

Welfens, Paul J. J, Addison, John, Audretsch, David, Gries, Thomas and Grupp, Hariolf. "Globalization, Economic Growth and Innovation Dynamics". Springer Ed. Germany, 1999.

World Intellectual Property Organization. "Industrial Property Statistics B Part 1". Switzerland, 1999.

Direcciones Electrónicas.

<http://www.conacyt.mx>

<http://www.siiicyt.com>

<http://www.inegi.gob.mx>

## Anexos

**Cuadro 1**

**Flujos de Inversión Extranjera Directa en los Países de la OECD  
(Millones de dólares)**

<b>Años</b>	<b>Ingresos</b>	<b>Crecimiento* (%)</b>	<b>Egresos</b>	<b>Crecimiento* (%)</b>
1987	117585	-	136258	-
1988	138737	18.0	169617	24.5
1989	171733	23.8	213430	25.8
1990	178158	3.7	231287	8.4
1991	124035	-30.4	190754	-17.5
1992	116299	-6.2	177659	-6.9
1993	149190	28.3	204707	15.2
1994	162628	9.0	239593	17.0
1995	229885	41.4	308771	28.9
1996	242621	5.5	332720	7.8
1997	290989	19.9	394229	18.5
1998	468608	61.0	578163	46.7
<b>TCMA (%)</b>	<b>12.21</b>	<b>-</b>	<b>12.80</b>	<b>-</b>

Fuente: OECD 1998. Main Economic Indicators.

**Cuadro 2**

<b>Evolución de las Patentes Solicitadas por No Residentes en Diez Países de la OECD 94-99 (países con mayor número de patentes solicitadas)</b>						
<b>Países/Años</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>
Estados Unidos	99710	107964	111536	110884	121445	138313
Reino Unido	83657	90399	104084	121618	147298	161549
Alemania	78011	84667	98338	113543	134981	146529
Francia	70155	73626	81418	93962	109717	117457
España	62005	68922	81294	110911	144770	159696
Polonia	15978	19491	24902	30137	38942	45194
Nueva Zelanda	15879	19230	26947	33402	38381	45990
Hungría	15861	19770	24147	29331	37956	44187
México	9446	23233	30305	35503	44249	49532
Islandia	108	9311	20497	26276	35141	41535

Fuente: World Intellectual Property Organization (WIPO), 1994-1999. [www.wipo.org](http://www.wipo.org)

**Cuadro 3**

<b>Dinámica de las Patentes Solicitadas por No Residentes en Diez Países de la OECD 94-99</b>							
<b>Países/Años</b>	<b>1994</b>	<b>Tasa de Crecimiento 1995 (%)</b>	<b>Tasa de Crecimiento 1996 (%)</b>	<b>Tasa de Crecimiento 1997 (%)</b>	<b>Tasa de Crecimiento 1998 (%)</b>	<b>Tasa de crecimiento 1999 (%)</b>	<b>TCMA 94-99</b>
Estados Unidos	-	8.28	3.31	-0.58	9.52	13.89	0.06
Reino Unido	-	8.06	15.14	16.85	21.12	9.67	0.12
Alemania	-	8.53	16.15	15.46	18.88	8.56	0.11
Francia	-	4.95	10.58	15.41	16.77	7.05	0.09
España	-	11.16	17.95	36.43	30.53	10.31	0.17
Polonia	-	21.99	27.76	21.02	29.22	16.05	0.19
Nueva Zelanda	-	21.10	40.13	23.95	14.91	19.82	0.19
Hungría	-	24.65	22.14	21.47	29.41	16.42	0.19
México	-	145.96	30.44	17.15	24.63	11.94	0.32
Islandia	-	8521.30	120.14	28.19	33.74	18.20	1.70

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 2 en anexos.

**Cuadro 4**

**Procedencia por País de los Flujos de IED hacia México (millones de dólares)**

Años	1988	1994	1997	TCMA 88-97
Países de la OCDE				
Canada	71	490	466	0.21
Alemania	154	328	415	0.10
Japón	-84	1032	612	-
Países Bajos	13	205	1246	0.58
Reino Unido	495	208	217	-0.08
Estados Unidos	1767	7633	7255	0.15
Resto	93	1430	638	0.21
				-
Países no miembros	-1	1083	1964	-
				-
no asignado	293	-47	17	-
<b>Total del Mundo</b>	<b>2801</b>	<b>12362</b>	<b>12830</b>	<b>0.16</b>

Fuente: elaboración propia con información de OECD 1998. Main Economic Indicators

**Cuadro 5**

**Procedencia por País de los Flujos de IED hacia México (estructura porcentual)**

Años	1988	1994	1997
Países de la OCDE			
Canada	2.5	4.0	3.6
Alemania	5.5	2.7	3.2
Japón	-3.0	8.3	4.8
Países Bajos	0.5	1.7	9.7
Reino Unido	17.7	1.7	1.7
Estados Unidos	63.1	61.7	56.5
Resto	3.3	11.6	5.0
	0.0	0.0	0.0
Países no miembros	0.0	8.8	15.3
	0.0	0.0	0.0
no asignado	10.5	-0.4	0.1
<b>Total del Mundo</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del cuadro 4 en Anexos.

**Cuadro 6**

**Flujo de Inversión Extranjera Directa hacia México  
por Rama de Actividad (millones de dólares)**

Años	1988	1994	1997	TCMA 88-97
Agricultura y Pesca	-18	30	54	-
Minería	48	94	231	0.170
Manufacturas	1875	5446	6348	0.130
Electricidad, Gas y Agua		5	54	0.268*
Construcción	18	26	109	0.197
Comercio	312	1120	1296	0.153
Hoteles y Restaurantes	93	239	510	0.186
Transportes y Comunicaciones	5	1165	834	0.668
Actividades Financieras	207	3158	1774	0.240
Actividades de Negocios	226	898	1568	0.214
Otros Servicios	33	153	52	0.047
no identificado		27		-
<b>Total</b>	<b>2799</b>	<b>12361</b>	<b>12830</b>	<b>0.164</b>

Fuente: OECD 1998. Main Economic Indicators

\* TCMA para 1994 y 1997

**Cuadro 7**

**Flujo de Inversión Extranjera Directa hacia México  
por Rama de Actividad (estructura porcentual)**

Años	1988	1994	1997
Agricultura y Pesca	-0.64	0.24	0.42
Minería	1.71	0.76	1.80
Manufacturas	66.99	44.06	49.48
Electricidad, Gas y Agua	0.00	0.04	0.42
Construcción	0.64	0.21	0.85
Comercio	11.15	9.06	10.10
Hoteles y Restaurantes	3.32	1.93	3.98
Transportes y Comunicaciones	0.18	9.42	6.50
Actividades Financieras	7.40	25.55	13.83
Actividades de Negocios	8.07	7.26	12.22
Otros Servicios	1.18	1.24	0.41
no identificado	0.00	0.22	0.00
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 6 en anexos.

**Cuadro 8**

<b>Inversión Extranjera Directa en la Industria Manufacturera (millones de dólares)</b>				
Años	1988	1994	1997	TCMA 88-97
Alimentos	125	700	347	0.11
Textiles y Prendas de Vestir	45	151	595	0.29
Petróleo, Químicos y productos de Plástico	394	871	1459	0.14
Metales y Productos Metálicos	109	339	807	0.22
Maquinara de Oficina y computadoras	48	165	145	0.12
Vehículos y Equipos de Transporte	243	2754	1890	0.23
<b>Subtotal</b>	<b>964</b>	<b>4980</b>	<b>5243</b>	<b>0.1845415</b>

Fuente: OECD. 1998. Main Economic Indicators.

**Cuadro 9**

<b>Inversión Extranjera Directa en la Industria Manufacturera (estructura porcentual)</b>			
Años	1988	1994	1997
Alimentos	6.7	12.9	5.5
Textiles y Prendas de Vestir	2.4	2.8	9.4
Petróleo, Químicos y productos de Plástico	21.0	16.0	23.0
Metales y Productos Metálicos	5.8	6.2	12.7
Maquinara de Oficina y computadoras	2.6	3.0	2.3
Vehículos y Equipos de Transporte	13.0	50.6	29.8
<b>Subtotal</b>	<b>51.4</b>	<b>91.4</b>	<b>82.6</b>

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 8 en anexos.

Cuadro 10

<b>Importaciones por Tipo de Uso (miles de dólares)</b>				
Años	Bienes de consumo	Bienes Intermedios	Bienes de Capital	Importaciones Totales
1980	2448493	13467318	5173549	21089360
1981	2808449	16801492	7574288	27184229
1982	1516785	10991394	4502455	17010631
1983	613777	9037813	2196691	11848281
1984	848057	12495314	2572827	15916198
1985	1081704	14112627	3164766	18359097
1986	846370	12983389	2954134	16783893
1987	767647	15414140	2630639	18812426
1988	1921552	22133585	4026832	28081969
1989	3498552	26498774	4768671	34765992
1990	5098555	29705110	6789601	41593260
1991	5834291	35544735	8587534	49966560
1992	7744075	42829552	11555723	62129350
1993	7842355	46468269	11055918	65366542
1994	9510447	56513736	13321718	79345901
1995	5334739	58421075	8697253	72453067
1996	6656768	71889632	10922369	89468769
1997	9326028	85365700	15116065	109807793
1998	11108476	96935217	17329366	125373059
1999	12175015	109269611	20530134	141974760
2000	16690553	133637342	24129916	174457811
2001	19752002	126148761	22495697	168396460
<b>TCMA 80-01</b>	<b>0.10</b>	<b>0.11</b>	<b>0.07</b>	<b>0.10</b>

Fuente: INEGI. Página <http://www.inegi.gob.mx>

Cuadro 11

<b>Importaciones por Tipo de Uso (Estructura Porcentual)</b>
--

Años	Bienes de consumo	Bienes Intermedios	Bienes de Capital	Importaciones Totales
1980	11.6	63.9	24.5	100.0
1981	10.3	61.8	27.9	100.0
1982	8.9	64.6	26.5	100.0
1983	5.2	76.3	18.5	100.0
1984	5.3	78.5	16.2	100.0
1985	5.9	76.9	17.2	100.0
1986	5.0	77.4	17.6	100.0
1987	4.1	81.9	14.0	100.0
1988	6.8	78.8	14.3	100.0
1989	10.1	76.2	13.7	100.0
1990	12.3	71.4	16.3	100.0
1991	11.7	71.1	17.2	100.0
1992	12.5	68.9	18.6	100.0
1993	12.0	71.1	16.9	100.0
1994	12.0	71.2	16.8	100.0
1995	7.4	80.6	12.0	100.0
1996	7.4	80.4	12.2	100.0
1997	8.5	77.7	13.8	100.0
1998	8.9	77.3	13.8	100.0
1999	8.6	77.0	14.5	100.0
2000	9.6	76.6	13.8	100.0
2001	11.7	74.9	13.4	100.0

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 10 en anexos.

**Cuadro 14**

<b>Estructura Porcentual de las Patentes Solicitadas en México</b>					
<b>Año</b>	<b>Nacionales (%)</b>		<b>Extranjeras (%)</b>		<b>Total</b>
	<b>Participación</b>	<b>Crecimiento*</b>	<b>Participación</b>	<b>Crecimiento*</b>	
1980	13.9	-	86.1	-	100
1981	13.2	5.9	86.8	11.9	100
1982	10.9	-25.3	89.1	-7.4	100
1983	17.1	32.9	82.9	-20.7	100
1984	16.0	-8.2	84.0	-1.0	100
1985	15.8	-4.7	84.2	-3.2	100
1986	17.0	2.8	83.0	-5.6	100
1987	17.5	18.0	82.5	14.3	100
1988	14.8	-12.1	85.2	6.8	100
1989	16.6	16.1	83.4	1.8	100
1990	13.1	-12.7	86.9	15.3	100
1991	10.7	-14.7	89.3	7.0	100
1992	7.3	0.2	92.7	51.5	100
1993	6.7	-2.1	93.3	7.4	100
1994	5.0	-9.9	95.0	23.3	100
1995	8.0	-13.3	92.0	-47.5	100
1996	5.7	-10.6	94.3	28.3	100
1997	4.0	8.8	96.0	58.9	100
1998	4.2	7.9	95.8	3.3	100
1999	3.8	0.4	96.2	11.6	100
2000	3.3	-5.3	96.7	8.3	100

\* Respecto al año anterior

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 12 en anexos.

**Cuadro 15**

<b>Origen de las Patentes Extranjeras Solicitadas en México 1980-2000</b>										
<b>Años</b>	<b>México</b>	<b>Alemania</b>	<b>E.U.A</b>	<b>Francia</b>	<b>Italia</b>	<b>Japón</b>	<b>Reino Unido</b>	<b>España</b>	<b>Otros</b>	<b>Total</b>
1980	665	389	2316	261	130	172	186	67	611	4797
1983	699	205	2289	179	73	94	122	48	386	4095
1985	612	205	2175	137	91	105	120	33	387	3865
1990	661	348	2824	199	92	114	215	32	576	5061
1995	432	513	3141	267	89	210	69	55	617	5393
1999	455	1154	6864	624	159	396	412	93	1953	12110

Fuente: CONACYT. Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1999.

**Cuadro 16**

**Origen de las Patentes Extranjeras Solicitadas en México 1980-2000**  
Estructura Porcentual (%)

Años	México	Alemania	E.U.A	Francia	Italia	Japón	R. Unido	España	Otros	Total
1980	13.9	8.1	48.3	5.4	2.7	3.6	3.9	1.4	12.7	100
1983	17.1	5.0	55.9	4.4	1.8	2.3	3.0	1.2	9.4	100
1985	15.8	5.3	56.3	3.5	2.4	2.7	3.1	0.9	10.0	100
1990	13.1	6.9	55.8	3.9	1.8	2.3	4.2	0.6	11.4	100
1994	5.0	7.5	62.3	2.8	1.6	2.6	3.9	0.7	13.6	100
1995	8.0	9.5	58.2	5.0	1.7	3.9	1.3	1.0	11.4	100
1999	3.8	9.5	56.7	5.2	1.3	3.3	3.4	0.8	16.1	100

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 15 en anexos.

**Cuadro 17**

**Patentes Solicitadas por Nacionales y Extranjeros por Sector 1991-1999**

Año	Origen	Artículos de Consumo	Técnica Industrial	Química y Metalurgia	Textil y Papel	Construcciones	Mecánica, Iluminación, Armamento*	Física	Electricidad	Total
1991	Nacionales	157	119	90	9	72	55	39	23	564
	Extranjeros	787	880	1681	143	180	359	263	414	4707
	Total	944	999	1771	152	252	414	302	437	5271
1995	Nacionales	93	89	72	7	61	54	22	34	432
	Extranjeros	737	1083	1315	129	138	438	419	702	4961
	Total	830	1172	1387	136	199	492	441	736	5393
1999	Nacionales	103	86	69	8	46	64	41	38	455
	Extranjeros	2520	2001	3629	288	309	655	851	1402	11655
	Total	2623	2087	3698	296	355	719	892	1440	12110

\*Contiene Calefacción y Voladuras

Fuente: CONACYT. Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1999.

**Cuadro 18**

**Patentes Solicitadas por Nacionales y Extranjeros por Sector 1991-1999**

Año	Origen	Artículos de Consumo	Técnicas Industriales	Química y Metalurgia	Textil y Papel	Construcciones	Mecánica, Iluminación, Armamento*	Física	Electricidad	Total
1991	Nacionales	27.8	21.1	16.0	1.6	12.8	9.8	6.9	4.1	100
	Extranjeros	16.7	18.7	35.7	3.0	3.8	7.6	5.6	8.8	100
	Total	17.9	19.0	33.6	2.9	4.8	7.9	5.7	8.3	100
1995	Nacionales	21.5	20.6	16.7	1.6	14.1	12.5	5.1	7.9	100
	Extranjeros	14.9	21.8	26.5	2.6	2.8	8.8	8.4	14.2	100
	Total	15.4	21.7	25.7	2.5	3.7	9.1	8.2	13.6	100
1999	Nacionales	22.6	18.9	15.2	1.8	10.1	14.1	9.0	8.4	100
	Extranjeros	21.6	17.2	31.1	2.5	2.7	5.6	7.3	12.0	100

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 17 en anexos.

Cuadro 19

## Patentes Solicitadas por Entidad de Residencia del Inventor 1994-2000

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Aguascalientes	1	4	4	8	4	3	3
Baja California	7	9	6	6	9	11	4
Baja California Sur	4	0	1	1	1	1	0
Campeche	0	2	1	0	0	1	1
Chiapas	0	2	1	0	1	0	0
Chihuahua	2	7	2	2	5	9	9
Coahuila	9	10	12	16	14	13	7
Colima	6	1	0	2	4	1	5
Distrito Federal	173	194	165	143	148	181	166
Durango	3	5	2	0	0	1	1
Edo. Mexico	73	24	30	49	70	44	12
Guanajuato	10	14	7	9	10	15	1
Guerrero	2	0	3	1	0	1	2
Hidalgo	2	1	2	6	12	1	39
Jalisco	35	33	26	21	25	33	62
Michoacan	8	2	7	1	5	2	3
Morelos	14	11	9	27	15	14	11
Nayarit	1	0	1	2	1	0	1
Nuevo Leon	47	54	43	56	47	38	27
Oaxaca	2	1	6	2	3	3	2
Puebla	23	7	10	11	15	16	19
Queretaro	22	11	16	17	15	24	19
Quintana Roo	1	1	0	0	0	2	1
San Luis Potosi	4	2	3	3	4	10	8
Sinaloa	2	4	4	3	6	3	8
Sonora	9	1	4	3	2	3	4
Tabasco	2	3	0	3	3	1	5
Tamaulipas	3	6	4	7	6	4	3
Tlaxcala	7	0	1	0	0	0	0
Veracruz	9	8	5	10	9	5	4
Yucatan	5	7	4	3	3	4	4
Zacatecas	1	0	0	0	1	0	
Total	487	424	379	412	438	444	431
Sin Clasificar	11	8	7	8	15	11	0
Total	498	432	386	420	453	455	431

Fuente: CONACYT. Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1999.

Cuadro 20

**Patentes Solicitadas por Estado 1994-2000**  
**Estructura Porcentual (%) y Tasa de Crecimiento Media Anual**

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	TCMA 94-00	TCMA 96-00
Aguascalientes	0.20	0.93	1.04	1.90	0.88	0.66	0.70	0.17	-0.30
Baja California	1.41	2.08	1.55	1.43	1.99	2.42	0.93	-0.08	-0.31
Baja California Sur	0.80	0.00	0.26	0.24	0.22	0.22	0.00	-1.00	-1.00
Campeche	0.00	0.46	0.26	0.00	0.00	0.22	0.23	-	-0.26
Coahuila	1.81	2.31	3.11	3.81	3.09	2.86	1.62	-0.04	-0.33
Colima	1.20	0.23	0.00	0.48	0.88	0.22	1.16	-0.03	-
Chiapas	0.00	0.46	0.26	0.00	0.22	0.00	0.00	-	-1.00
Chihuahua	0.40	1.62	0.52	0.48	1.10	1.98	2.09	0.24	0.00
Distrito Federal	34.74	44.91	42.75	34.05	32.67	39.78	38.52	-0.01	-0.26
Durango	0.60	1.16	0.52	0.00	0.00	0.22	0.23	-0.15	-0.35
Guanajuato	2.01	3.24	1.81	2.14	2.21	3.30	2.78	0.03	-0.17
Guerrero	0.40	0.00	0.78	0.24	0.00	0.22	0.23	-0.09	-0.40
Hidalgo	0.40	0.23	0.52	1.43	2.65	0.22	0.46	0.00	-0.26
Jalisco	7.03	7.64	6.74	5.00	5.52	7.25	9.05	0.02	-0.19
Edo. Mexico	14.66	5.56	7.77	11.67	15.45	9.67	14.39	-0.02	-0.14
Michoacan	1.61	0.46	1.81	0.24	1.10	0.44	0.70	-0.13	-0.37
Morelos	2.81	2.55	2.33	6.43	3.31	3.08	2.55	-0.03	-0.23
Nayarit	0.20	0.00	0.26	0.48	0.22	0.00	0.23	0.00	-0.26
Nuevo Leon	9.44	12.50	11.14	13.33	10.38	8.35	6.26	-0.08	-0.32
Oaxaca	0.40	0.23	1.55	0.48	0.66	0.66	0.46	0.00	-0.40
Puebla	4.62	1.62	2.59	2.62	3.31	3.52	4.41	-0.03	-0.15
Queretaro	4.42	2.55	4.15	4.05	3.31	5.27	4.41	-0.02	-0.23
Quintana Roo	0.20	0.23	0.00	0.00	0.00	0.44	0.23	0.00	-
San Luis Potosi	0.80	0.46	0.78	0.71	0.88	2.20	1.86	0.10	-0.10
Sinaloa	0.40	0.93	1.04	0.71	1.32	0.66	1.86	0.22	-0.15
Sonora	1.81	0.23	1.04	0.71	0.44	0.66	0.93	-0.11	-0.26
Tabasco	0.40	0.69	0.00	0.71	0.66	0.22	1.16	0.14	-
Tamaulipas	0.60	1.39	1.04	1.67	1.32	0.88	0.70	0.00	-0.30
Tlaxcala	1.41	0.00	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	-1.00	-1.00
Veracruz	1.81	1.85	1.30	2.38	1.99	1.10	0.93	-0.11	-0.29
Yucatan	1.00	1.62	1.04	0.71	0.66	0.88	0.93	-0.03	-0.26
Zacatecas	0.20	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	-1.00	-
Total	97.79	98.15	98.19	98.10	96.69	97.58	100.00		
Sin Clasificar	2.21	1.85	1.81	1.90	3.31	2.42	0.00		
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00		

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 19 en anexos.

Cuadro 21

**Investigadores en el SNI por estado 1996-2000**  
**Estructura Porcentual (%) y Tasa de Crecimiento Media Anual (TCMA)**

	1996	1997	1998	1999	2000	TCMA 96-00	TCMA 97-00
Aguascalientes	0.00	0.26	0.29	0.36	1.48	-	0.63
Baja California	3.02	2.94	3.03	2.98	3.27	0.76	0.08
Baja California Sur	0.00	1.18	1.29	1.36	1.18	-	0.06
Campeche	0.00	0.08	0.09	0.11	0.14	-	0.22
Chiapas	0.00	1.28	1.28	1.31	1.45	-	0.09
Chihuahua	0.00	0.53	0.50	0.59	0.62	-	0.10
Coahuila	0.00	0.52	0.63	0.67	0.84	-	0.19
Colima	0.00	0.63	0.65	0.62	0.51	-	0.00
Distrito Federal	56.04	54.91	53.43	52.42	50.64	0.88	0.04
Durango	0.00	0.26	0.24	0.25	0.34	-	0.13
Guanajuato	2.97	5.74	5.67	3.06	3.23	0.76	-0.08
Guerrero	0.00	2.97	3.03	0.17	0.17	-	-0.48
Hidalgo	0.00	0.18	0.18	0.36	0.34	-	0.24
Jalisco	3.70	0.18	0.26	3.87	3.66	0.82	1.25
Edo. Mexico	5.46	3.64	3.75	5.85	6.45	0.71	0.22
Michoacan	0.00	1.71	1.85	1.97	1.75	-	0.06
Morelos	5.75	5.79	5.85	5.85	6.03	0.79	0.07
Nayarit	0.00	0.10	0.12	0.10	0.10	-	0.07
Nuevo Leon	2.55	2.57	2.67	2.46	2.36	0.87	0.03
Oaxaca	0.00	0.40	0.41	0.42	0.40	-	0.06
Puebla	4.32	4.35	4.62	4.53	4.47	0.79	0.06
Queretaro	0.00	1.76	2.07	2.17	1.83	-	0.07
Quintana Roo	0.00	0.27	0.27	0.34	0.31	-	0.09
San Luis Potosi	0.00	1.05	1.14	1.08	1.08	-	0.06
Sinaloa	0.00	0.58	0.62	0.62	0.68	-	0.10
Sonora	0.00	1.58	1.53	1.62	1.52	-	0.05
Tabasco	0.00	0.06	0.03	0.03	0.03	-	-0.16
Tamaulipas	0.00	0.52	0.42	0.39	0.44	-	0.02
Tlaxcala	0.00	0.19	0.24	0.24	0.26	-	0.14
Veracruz	1.74	1.75	1.68	1.87	1.75	0.81	0.06
Yucatan	0.00	1.58	1.67	1.80	2.01	-	0.12
Zacatecas	0.00	0.44	0.53	0.53	0.64	-	0.16
Sin Clasificar	14.46	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	-	0.06

Fuente: elaboración propia con datos de CONACYT. Actividades Científicas y Tecnológicas 1999.

**Cuadro 22**

Miembros del Sistema Nacional de Investigación por Sección 1991-2000 (número de investigadores)								
Años	Física y matemática	Biología y Química	Medicina	Humanidades	C. Sociales	Biotecnología	Ingeniería	Total
1991	1052	1179	442	766	517	1249	960	6165
1992	1099	1363	526	849	575	1218	972	6602
1993	1168	1377	527	914	596	836	815	6233
1994	1225	1279	563	950	590	572	700	5879
1995	1281	1235	586	1022	627	465	652	5868
1996	1329	1247	606	1074	663	427	623	5969
1997	1436	1314	650	1118	673	463	624	6278
1998	1571	1406	703	1172	675	530	685	6742
1999	1621	1435	721	1266	738	642	829	7252
2000	1569	1435	765	1269	810	700	918	7466

Fuente: CONACYT. Base de datos del SNI. 1991-2000

**Cuadro 23**

Miembros del Sistema Nacional de Investigación por Sección 1991-2000 (participación porcentual)									
Años	Física y matemática	Biología y Química	Medicina	Humanidades	C. Sociales	Biotecnología	Ingeniería	Subtotal**	Total
1991	17.1	19.1	7.2	12.4	8.4	20.3	15.6	79.2	100
1992	16.6	20.6	8.0	12.9	8.7	18.4	14.7	78.4	100
1993	18.7	22.1	8.5	14.7	9.6	13.4	13.1	75.8	100
1994	20.8	21.8	9.6	16.2	10.0	9.7	11.9	73.8	100
1995	21.8	21.0	10.0	17.4	10.7	7.9	11.1	71.9	100
1996	22.3	20.9	10.2	18.0	11.1	7.2	10.4	70.9	100
1997	22.9	20.9	10.4	17.8	10.7	7.4	9.9	71.5	100
1998	23.3	20.9	10.4	17.4	10.0	7.9	10.2	72.6	100
1999	22.4	19.8	9.9	17.5	10.2	8.9	11.4	72.4	100
2000	21.0	19.2	10.2	17.0	10.8	9.4	12.3	72.2	100

Fuente: elaboración propia con datos del cuadro 22 en anexos.

\*\* El subtotal indica la proporción de todas las áreas excluyendo Humanidades, Ciencias de la Conducta y Ciencias Sociales.

Nota: la sección Medicina incluye Ciencias de la Salud, la sección Humanidades incluye Ciencias de la Conducta, la sección de Biotecnología incluye Ciencias Agropecuarias.

**Cuadro 24**

<b>Estimaciones incluyendo solo acervo de patentes regional individual</b>			
Estimación con efectos fijos (No restringida)			
R-squared	0.94249	Mean dependent var	1.84265
Adjusted R-squared	0.918768	S.D. dependent var	1.347854
S.E. of regression	0.384156	<b>Sum squared resid</b>	<b>11.80606</b>
Estimación con constante (Restringida)			
R-squared	0.875238	Mean dependent var	1.84265
Adjusted R-squared	0.870659	S.D. dependent var	1.347854
S.E. of regression	0.484741	<b>Sum squared resid</b>	<b>25.6122</b>

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de las estimaciones.

A partir de la suma de residuos al cuadrado de la estimación con efectos fijos (no restringida) y con constante (restringida) se prueba la hipótesis nula:  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_n$ , que las constantes son iguales (equivalente a decir que son cero).

$$F(n-1, nT-n-k) = (SSR_{\text{no restringida}} - SSR_{\text{restringida}}) / (n-1) / ((1 - SSR_{\text{no restringida}}) / (nT-n-k)).$$

$$= (11.8060 - 25.6122) / (31) / ((1 - 11.8060) / (32*5-36)) = 5.11$$

Comparada con la F de tablas para (31, 124) grados de libertad al 5%, se tiene 1.68. Dado que la F calculada es mayor que F de tablas, se rechaza la hipótesis nula.

**Cuadro 25**

<b>Estimaciones incluyendo la variable acervo de patentes resto de regiones</b>			
Estimación con efectos fijos (No restringida)			
R-squared	0.946486	Mean dependent var	1.84265
Adjusted R-squared	0.923455	S.D. dependent var	1.347854
S.E. of regression	0.372909	<b>Sum squared resid</b>	<b>10.98581</b>
Estimación con constante (Restringida)			
R-squared	0.885764	Mean dependent var	1.84265
Adjusted R-squared	0.880476	S.D. dependent var	1.347854
S.E. of regression	0.465984	<b>Sum squared resid</b>	<b>23.45126</b>

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de las estimaciones.

En el cuadro 24 se presentan algunos estadísticos correspondientes a la estimación incluyendo la variables resto de regiones. Utilizando la suma de residuos al cuadrado de la estimación con efectos fijos (no restringida) y con constante (restringida) se prueba la hipótesis nula:  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_n$ , que las constantes son iguales (equivalente a decir que son cero).

$$F(n-1, nT-n-k) = (SSR_{\text{no restringida}} - SSR_{\text{restringida}}) / (n-1) / ((1 - SSR_{\text{no restringida}}) / (nT-n-k)).$$

$$= (10.985 - 23.451)/(31) / ((1 - 10.985) / (32*5-37)) = 4.96$$

Comparada con la F de tablas para (31, 123) grados de libertad al 5%, se tiene 1.68. Dado que la F calculada es mayor que F de tablas, se rechaza la hipótesis nula.

**Cuadro 26**

<b>Estimaciones incluyendo la variable acervo de patentes extranjeras</b>			
Estimación con efectos fijos (No restringida)			
R-squared	0.984851	Mean dependent var	1.84E+00
Adjusted R-squared	0.956336	S.D. dependent var	1.36E+00
S.E. of regression	0.283926	<b>Sum squared resid</b>	<b>1.37044</b>
Estimación con constante (Restringida)			
R-squared	0.889589	Mean dependent var	1.84139
Adjusted R-squared	0.874183	S.D. dependent var	1.358769
S.E. of regression	0.481965	<b>Sum squared resid</b>	<b>9.988491</b>

Fuente: elaboración propia con base en los resultados de las estimaciones.

Utilizando la suma de residuos al cuadrado del cuadro 25, se prueba la hipótesis nula:  $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_n$ , que las constantes son iguales (equivalente a decir que son cero).

$$F(n-1, nT-n-k) = (SSR_{\text{no restringida}} - SSR_{\text{restringida}}) / (n-1) / ((1 - SSR_{\text{no restringida}}) / (nT-n-k)).$$

$$= (1.370 - 9.988)/(31) / ((1 - 1.370) / (32*5-38)) = 92.66$$

Comparada con la F de tablas para (31, 122) grados de libertad al 5%, se tiene 1.68. Dado que la F calculada es mayor que F de tablas, se rechaza la hipótesis nula.