



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE COAHUILA

CENTRO DE INVESTIGACIONES SOCIOECONOMICAS

MAESTRIA EN ECONOMIA REGIONAL

TESIS

“Análisis regional de la innovación, el capital conocimiento y la productividad en México durante 1994-2006”

que se presenta como requisito parcial para obtener
el grado de Maestra en Economía Regional

DENISE ALEJANDRA GALLEGOS TREVIÑO

Comité Evaluador:

Director: Dr. Luis Gutiérrez Flores

Co-Director: Dr. Vicente Germán-Soto

Lector: M.C. Félix de Jesús Sánchez Pérez

Saltillo, Coahuila.

Enero 2011

*A Dios, a mis Ángeles celestiales y
terrenales*

A mis bellos padres Hilario e Irma

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	4
CAPÍTULO 1. TEORÍAS Y CONCEPTOS EXPLICATIVOS DE LA INNOVACIÓN COMO FACTOR DE CRECIMIENTO EN UNA REGIÓN	13
1.1. TEORÍAS Y MODELOS QUE INCLUYEN A LA INNOVACIÓN	16
1.1.1. <i>TEORÍA NEOCLÁSICA DEL CRECIMIENTO REGIONAL</i>	18
1.1.2. <i>MODELO DE CRECIMIENTO ENDÓGENO</i>	22
1.1.2.1. El Modelo AK	22
1.1.2.2. El aprendizaje por la práctica y los spillovers del conocimiento	24
1.1.2.3. La acumulación de capital humano	26
1.1.2.4. La economía de las ideas: progreso tecnológico endógeno y crecimiento	28
1.1.3. <i>LA NUEVA GEOGRAFÍA ECONÓMICA</i>	30
1.1.3.1. Externalidades tipo MAR	31
1.1.3.2. Externalidades tipo Porter	31
1.1.3.3. Externalidades tipo Jacobs	32
1.1.4. <i>SISTEMA DE INNOVACIÓN REGIONAL</i>	32
1.2. CONCEPTOS	34
1.2.1. <i>PRODUCTIVIDAD</i>	34
1.2.2. <i>INNOVACIÓN</i>	36
1.2.3. <i>PROTECCIÓN DE PROPIEDAD INTELECTUAL: PATENTES</i>	39
1.3. MARCO METODOLÓGICO	45
1.3.1. <i>LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES</i>	45
1.3.2. <i>DE UNA RELACIÓN BÁSICA A UNA RELACIÓN DE MODELO ESPACIAL</i>	47
1.3.3. <i>MODELO DURBIN ESPACIAL</i>	49
1.3.4. <i>TÉCNICAS DE PANEL DE DATOS</i>	51
1.3.4.1. Modelo de Panel de Datos	51

1.3.4.2. Especificación general del modelo-----	52
1.3.4.3. Modelo de efectos aleatorios-----	53
1.3.4.4. Modelo de efectos fijos-----	53
1.4. CONCLUSIONES-----	54
CAPÍTULO 2. EVIDENCIA EMPÍRICA DE LOS EFECTOS DE INNOVACIÓN-----	56
2.1. EVIDENCIA INTERNACIONAL-----	56
2.1.1. <i>LA INNOVACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD</i> -----	57
2.2. EVIDENCIA NACIONAL Y REGIONAL-----	60
2.2.1. <i>PRODUCTIVIDAD Y SU RELACIÓN CON LA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN</i> -----	61
2.2.2. <i>ESTUDIOS DE INNOVACIÓN A TRAVÉS DE PATENTES</i> -----	64
2.3. CONCLUSIONES-----	67
CAPÍTULO 3. LA RELACIÓN ENTRE LA INNOVACIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD EN MÉXICO-----	70
3.1. EL MÉTODO TEÓRICO DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN Y LA ESPECIFICACIÓN ECONOMETRICA-----	71
3.2. IMPLEMENTACIÓN EMPÍRICA DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN-----	72
3.3. MUESTRA DE DATOS-----	75
3.4. METODOLOGÍA DE PANEL DE DATOS-----	77
3.5. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES Y PRUEBAS DEL MODELO-----	80
3.5.1. <i>MODELO DE PRODUCTIVIDAD LABORAL</i> -----	80
3.5.2. <i>MODELO DE PRODUCTIVIDAD CONOCIMIENTO</i> -----	89
3.5.1. <i>IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS DE PRODUCTIVIDAD LABORAL</i>	97
3.5.2 <i>IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS DE PRODUCTIVIDAD CONOCIMIENTO</i> -----	98
3.5.3. <i>COMPARACIÓN DE AMBOS MODELOS</i> -----	102
3.6. IMPLICACIONES POLÍTICAS-----	102
3.7. CONCLUSIONES-----	103

4. CONCLUSIONES GENERALES	106
BIBLIOGRAFÍA	111
OTRAS FUENTES	116
ANEXOS	117

INTRODUCCIÓN

La geografía de la competitividad en México se caracteriza por presentar un patrón de especialización de entidades ubicadas en las regiones Norte y Centro, es decir, muestra una alta concentración regional de las actividades de ciencia y tecnología en la ciudad capital y alrededor de ésta en las entidades del Centro y en menor medida en la región Norte. La actividad económica de mayor participación en investigación y desarrollo tecnológico es la industria manufacturera, la cual presenta una mayor especialización en inversión y creación de nuevos productos. De los establecimientos pertenecientes a la manufactura, la maquila de exportación es una de sus principales actividades. Como consecuencia del enorme crecimiento registrado por el sector manufacturas, sectores como comercio y servicios han tenido un crecimiento también elevado en los últimos años.

Son entonces los sectores de industria manufacturera, comercio y servicios no financieros los que generan mayor innovación. De acuerdo con Partida (1997) fue en las manufacturas donde primero se aplicaron políticas tecnológicas en pos del desarrollo económico e industrial para inducir la innovación tecnológica como elementos claves de la competitividad.

La interacción de todos estos elementos provoca un interés en el debate de la competitividad de la industria o sectores relevantes y de aquellos rezagados en las regiones de México.

Se observa que a pesar de los esfuerzos puestos tanto por las políticas y actores en cuanto al desarrollo de actividades de innovación que se llevan a cabo,

el sistema de innovación en México tiene un bajo desempeño que radica en las bajas inversiones en investigación y desarrollo (I&D) según datos del INEGI solo el 9 por ciento de los 19,266 establecimientos de la industria manufacturera que existían en el 2003 invertían en I&D en el proceso productivo y en la dependencia en la tecnología en el extranjero, sin embargo, hay un esfuerzo implementado en medidas especiales de ciencia y tecnología.

Por lo que este análisis presta especial atención al rol de la actividad innovadora, la naturaleza competitiva de la relación entre las actividades regionales que conducen a una producción de conocimiento tangible e intangible y en las repercusiones que tienen en los diferentes escalas territoriales, es decir, de la escala menor que es la local, regional y éstas en conjunto formando la escala nacional.

Se ve entonces la relevancia de la interacción que existe entre las actividades innovadoras, especialmente a los impactos potenciales de este factor en la competitividad y los resultados económicos de los sectores económicos en conjunto.

Son relativamente escasas las contribuciones que han tratado de identificar este tipo de efectos utilizando diversos enfoques empíricos. Destacan los trabajos de Aboites (2003), Soria (2003), Germán-Soto y Gutiérrez (2008), Germán-Soto, Gutiérrez y Tovar (2009) y Germán-Soto y Gutiérrez (2010).

El objetivo de esta investigación es analizar la relación entre innovación y productividad desde el punto de vista regional, espacial y econométrico, buscando estimar los impactos que tienen las actividades de innovación de una región y la influencia de sus vecinos en ésta. La muestra, entonces, se compone de las 32 entidades federativas y el periodo de análisis va de 1994 a 2006.

En la actualidad se ve la importancia que ha adquirido la innovación tecnológica ya que es clave para la competitividad, siendo uno de los elementos más importante para establecer ventajas competitivas y sostenibles en una empresa, ya que ayuda a la generación de nuevos productos y procesos, que se ven reflejados en cambios que permiten incrementar la productividad de las

empresas.

La literatura económica reciente aporta una interesante discusión en relación con la forma de cuantificar los cambios en este tipo de productividad, los cuales en ocasiones se han identificado directamente con el cambio tecnológico. En México esta relación se ha estudiado a través del empleo, de los salarios y de la Productividad Total de los Factores (PTF), aunque no se ha hecho mucho para detectar los efectos que trae la implementación de la innovación. Y en particular, estos esfuerzos han sido escasos en cuanto a la evidencia del impacto que produce la innovación y de la relación que tiene a través de las patentes. Una cuestión relevante es la identificación de estos impactos a través de las regiones y en este sentido también son limitados los estudios para el caso mexicano.

Dado lo anterior se infiere que existe un conocimiento insuficiente de las repercusiones que la innovación regional tiene sobre el crecimiento económico sostenible y de la manera en cómo ello repercute sobre la productividad de la economía mexicana.

Así pues, el objetivo principal de esta investigación es hacer una evaluación de los impactos derivados del proceso de innovación desde el punto de vista de la productividad regional en México, mediante alguna aplicación empírica disponible a nivel de los estados de la República Mexicana, tomados como regiones y para el periodo de 1994 a 2006.

De lo anterior se derivan ciertos objetivos específicos, que se esperan alcanzar dentro de la investigación. Éstos son:

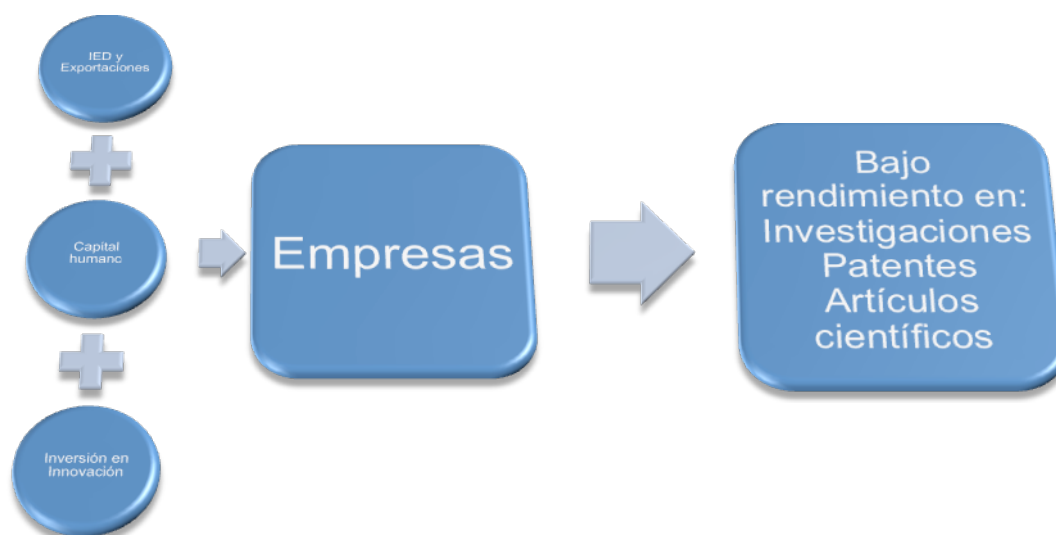
- Establecer el vínculo de la innovación (medida a través del sistema de patentes) sobre la productividad.
- Determinar el impacto de las patentes sobre la productividad.
- Analizar los efectos diferenciados de la innovación sobre la productividad por regiones en México.

Dado que en México existen disparidades regionales muy marcadas en cuanto a productividad, de acuerdo con la OCDE (2009) tiene los diferenciales

más altos en productividad siendo la productividad laboral el motor principal de la divergencia entre los estados mexicanos.

Son varios los factores que contribuyen al estancamiento de la productividad, algunos de ellos se ilustran en la Figura 1, la Inversión Extranjera Directa (IED) y las exportaciones tienen un buen desempeño pero estos factores operan por debajo de los países afiliados a la OCDE; la formación de capital humano es un desafío y los niveles en general son bajos; en cuanto a la inversión en innovación es cíclica dada la crisis financiera y económica que se dio en los últimos años, por lo tanto se debe hacer un esfuerzo para que ésta sea continua.

Figura 1. Desempeño de las empresas según la contribución de varios elementos.



Fuente: Elaboración propia

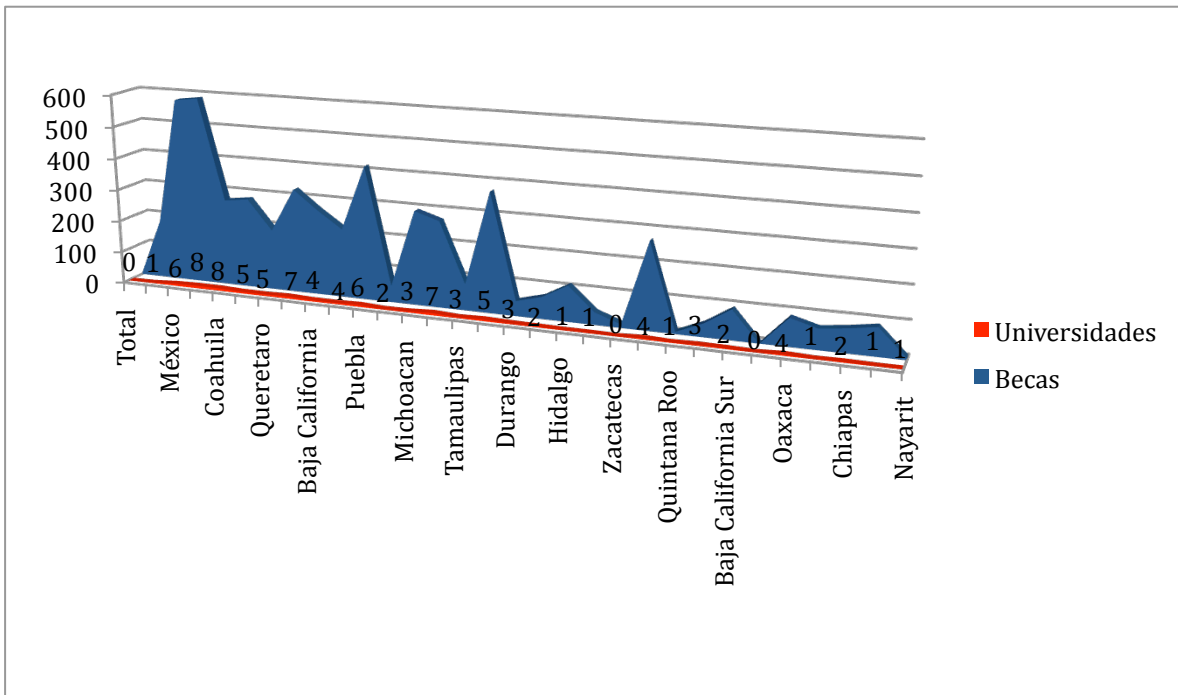
Todos estos elementos contribuyen en el funcionamiento de las empresas mexicanas y su desempeño, en cuanto a la IED está más concentrada en dos regiones de México, centro y frontera norte. Las grandes empresas de manufactura al captar IED tienen beneficios tecnológicos indirectos a través del gasto en ciencia y tecnología (S&T), teniendo así mayor productividad y salarios más altos, esto debería ser así, pero en las regiones mexicanas sucede lo contrario dado que según datos de la OCDE (2009) la productividad y los salarios son más altos en las empresas con menos del 50 por ciento de IED y el aporte al

Producto Interno Bruto (PIB) es mayor de estas empresas que las que tienen más del 50 por ciento de IED.

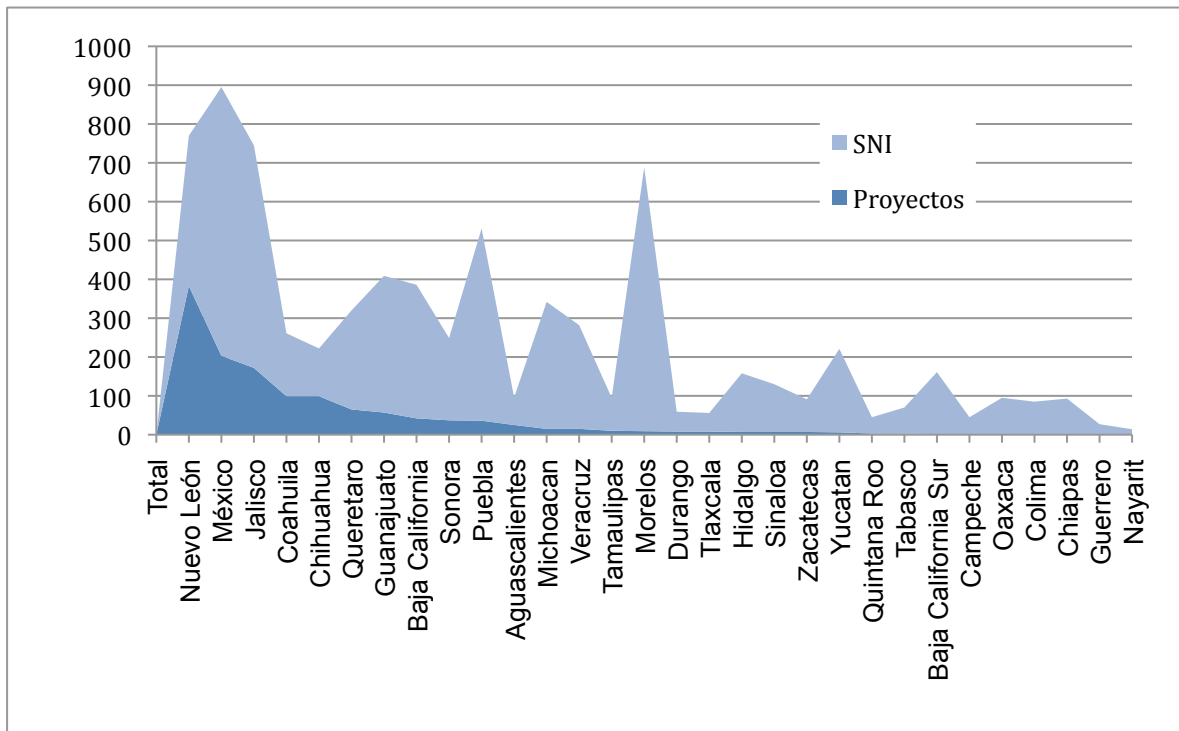
En cuanto a capital humano para el 2005 con información tomada del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) se otorgaron 5,631 becas distribuidas entre 103 universidades que se encuentran dentro del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC), es decir, la universidades afiliadas a este programa tienen posgrados de calidad de reconocimiento internacional teniendo como finalidad el incremento de capacidades científicas, tecnológicas, sociales y de innovación para el país.

Figura 2. Actividad del CONACYT por entidad federativa para el 2005

a. Universidad existentes y becas otorgadas



b. Número de SNI y proyectos otorgados por entidad federativa



Fuente: Elaboración propia según datos de CONACYT.

Sin embargo, se puede observar en la figura 2 la distribución de las becas y el número de universidades que se cuentan por estado difieren en gran medida unos de otros. Al igual que en el número de investigadores que pertenecen al sistema nacional de investigadores (SNI) hay una fuerte concentración en el centro del país; se ofrecen estímulos fiscales para impulsar el desarrollo tecnológico e innovación de cada una las entidades, son los estados del centro y algunos de la frontera norte los que más atracción tienen de estos proyectos, hay una fuerte relación con el número de investigadores capacitados para llevar a cabo este tipo de proyectos (ver sección b de figura 2).

Dado lo anterior, se parte de la hipótesis de que existe una relación directa entre el ritmo de crecimiento de la innovación en las entidades federativas de México y el desempeño logrado en cuanto a productividad (de conocimiento).

JUSTIFICACIÓN

Un elemento fundamental de la competitividad de una economía, sector o rama industrial es la productividad (Reza, 1998), en el enfoque de su definición simple se refiere a cuanto se puede producir con cierta cantidad de factores de producción, en donde radica la importancia es en su aumento utilizando los mismos o más factores.

Existen diversas formas de elevar la productividad para la generación de ventajas competitivas en el nuevo contexto de capitalismo global siendo una de ellas la introducción de innovaciones y mejoras constantes en los procesos, los productos y la organización/gestión de las empresas y las organizaciones, lo que supone incorporar conocimientos capaces de añadir valor al trabajo además de mejorar la calidad de lo producido o satisfacer en mayor medida la demanda de mercados cada vez más amplios y segmentados.

Dado lo anterior es la innovación tecnológica actualmente uno de los factores productivos más importantes debido a su escasez como a su naturaleza estratégica dado que contribuye a la transformación de la organización del trabajo y por lo tanto de todo territorio donde se efectúe. Se ve entonces la importancia de crear nuevas políticas tecnológicas que permitan al país la generación de ventajas competitivas para el dinamismo de la industria y con ello se dé una reorientación del desarrollo regional (Méndez, 1998).

En México para enfrentar el problema de la competitividad en la industria y fortalecerla se presentaron iniciativas de colaboración de redes de conocimiento e innovación impulsadas por sectores industriales y asociaciones dedicadas al desarrollo de ciencia y tecnología (Álvarez, 2007).

Hay antecedentes de que el gobierno mexicano aplicó una política tecnológica en pos del desarrollo económico e industrial con el fin de modernizar la estructura industrial para crear mayores empleos, reforzar el desarrollo tecnológico autónomo e industrializar el país, considerando que la apertura comercial y la innovación tecnológica serían elementos clave para consolidar una planta productiva dirigida a la actividad exportadora con lo cual el país sería más

competitivo. Las políticas derivadas de la apertura comercial que se tradujeron en cambios importantes en la productividad de los factores, hecho que no fue uniforme en todas las ramas del sector manufacturero ya que algunas aumentaron a un ritmo más dinámico que otras (Kim, 1997).

Méndez (1998) destacó que los procesos de innovación tecnológica empezaron a ser un tema de naturaleza ascendente dentro de la geografía industrial. Más recientemente, se observa que estos procesos han ido tomando fuerza. Al revisar la bibliografía encontramos estudios como los realizados por la Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE) que ponen en carta que para que México entre en el juego de la competitividad internacional, tiene que darle énfasis a la innovación de las empresas, ya que son el elemento central de este proceso y los beneficios que tienen de estar dentro de un sistema de innovación regional, por los vínculos que se crean con otros actores, por dar un ejemplo. Uno de los mecanismos a través de los cuales en la literatura económica se analiza el tema de la innovación tecnológica es a través del registro de patentes, dado que constituye un derecho de monopolio para la explotación de una invención durante un tiempo determinado, bajo el supuesto de que ello permitirá resarcir los gastos efectuados para su invención más la obtención de un premio por la misma.

En concordancia con lo anterior para Brown y Jirabayashi (1996), el análisis de las patentes puede utilizarse para ver las fortalezas y debilidades tecnológicas de una economía, se puede construir un diagrama que contenga los flujos de tecnología entre regiones, o en identificar redes de empresas e inventores, así como destacar fuentes de investigación científica.

En referencia a estudios de medios innovadores Méndez (1998) señaló que teniendo en cuenta el escaso desarrollo de este tipo de estudios en el contexto iberoamericano, cabe pensar que puede convertirse en una línea de investigación con evidente interés teórico y operativo para los próximos años.

En México, los estudios de innovación como el de patentes han sido recurrentes, pero no existe uno que los ligue con la productividad en el sentido de cuantificar sus efectos. En este sentido va la importancia que puede generar este

estudio y más al centrarse en una perspectiva regional.

El estudio que se pretende realizar ayudará a determinar el impacto que tiene el carácter innovador sobre la productividad en México, a partir de un análisis regional con base en la información estadística disponible.

Los resultados de este estudio pueden ser una guía en las políticas económicas en el sector de investigación y desarrollo, capital humano y tecnología, para repercutir en las industrias y en beneficio tanto de ellas como para la economía en general. Además de aportar un análisis regional a un nivel significativo.

Esta investigación la conforman cuatro secciones. La sección inicial contempla dos partes, en la primera se establece el fundamento teórico donde se analizan los vínculos teóricos entre varios factores que influyen la creación de innovación y su traducción dentro del crecimiento económico, así como las conceptualizaciones, la segunda muestra el marco metodológico donde se presenta la función de producción que da el marco para el modelo Durbin espacial. En la segunda sección se presenta la evidencia empírica de los efectos de la innovación, conformada a su vez en dos partes. En la inicial se presenta la evidencia internacional, en la siguiente se muestra evidencia nacional y regional. La tercera sección aborda el tema de la implementación empírica de la función de producción, la construcción de las variables así como las implicaciones de los resultados de cada uno de los modelos presentados. Y en la última sección se presentan las conclusiones generales del estudio.

CAPÍTULO 1. TEORÍAS Y CONCEPTOS EXPLICATIVOS DE LA INNOVACIÓN COMO FACTOR DE CRECIMIENTO EN UNA REGIÓN

El propósito de este capítulo es la revisión y presentación de los conceptos teóricos del crecimiento económico, productividad, innovación y patentes con lo cual se determinarán las relaciones que existen entre sí de cada uno de ellos, los cuales favorecen la fuerza del crecimiento y el desarrollo económico.

Se parte de la tesis de considerar a la innovación como un factor estratégico para la productividad de las empresas y los países. En este sentido, el capítulo se inicia con algunas consideraciones generales sobre las repercusiones de la innovación. A continuación se analiza la importancia y evolución de las economías avanzadas a partir del cambio técnico y/o innovación para posteriormente adentrar en las bases teóricas en las que se fundamenta la investigación.

Es la competitividad el nuevo motor de las empresas y países para sobresalir haciendo esfuerzos constantes para desarrollar capacidades que les permita mantenerse al margen de lo más nuevo en tecnología, dado que se están dando cambios técnicos muy rápidos y los productos tienen un ciclo de vida muy corto debido a que hay un gran número de competidores que tienden a copiar e imitar productos o procesos (Peñaloza, 2007).

Factores como la tecnología y la innovación se consideran los vectores estratégicos para la competitividad de empresas y países jugando un papel fundamental como fuentes determinantes para un sector, una empresa y en conjunto conducen a la competitividad nacional.

Son dos los procesos históricos que hicieron que se dieran cambios en los ámbitos tecnológicos, políticos, socio-económicos y competitivos en México, principalmente en la tecnología, el primero fue la adaptación al nuevo modelo de producción flexible donde se dio todo un proceso de industrialización y re-localización de la producción, luego el segundo fueron la apertura comercial y las reformas comerciales dándose una modificación de las condiciones de producción, cantidad y calidad de los productos, reorganizando los procesos globales de producción, al igual que la localización de ésta, modificando a la vez la estructura de las empresas y con ello la productividad (Benko 1998; Peñaloza 2007).

La importancia de estas modificaciones se traduce en incrementos de la productividad gracias a la competencia de ideas generadas por el cambio técnico, las mejoras y la creación de nuevos productos o servicios, que en conjunto se traducen en innovación constante.

Han sido los países desarrollados los que han sabido utilizar los vectores estratégicos para establecer sus mercados como líderes en el mundo global. Estados Unidos, Europa y Japón, países que son líderes en los indicadores de patentes ya que sus sociedades han privilegiado el desarrollo tecnológico al igual que la Unión Europea y el sudeste asiático con los esfuerzos realizados en contraposición con América Latina.

Parte del éxito de Japón está en el ritmo acelerado en el cambio técnico, que para algunos es sorprendente pero tiene que ver con una cuestión cultural y de actitud.

En el caso de América Latina sus tasas de patentes registradas son bajas y según el informe de De Ferranti, et al (2003), para el Banco Mundial se debe a una variedad de causas como escasos recursos destinados a la investigación y desarrollo (I&D), derechos de propiedad débiles, altos costos de financiamiento para I&D, personal de investigación de calidad no “suficientemente” alta, relativo poco gasto en licencias de tecnologías extranjeras y bajo nivel de destrezas. El acceso a la tecnología es bajo, tanto nacional como extranjera, la captación de bienes de capital que a veces incorpora nueva tecnología.

Este informe trata sobre la interacción entre la tecnología y las destrezas en relación con el crecimiento económico y señalan que los países del norte son los que han seguido generando nuevas tecnologías, las que explican por lo menos la mitad del crecimiento económico.

Se observa entonces la importancia de la I&D para el fortalecimiento de avances tecnológicos, son los países desarrollados que muestran gran avance en sus economías dado que destinan elevados presupuestos para I&D, en ciencia básica y aplicada, en inversión en equipos y en formación del recursos humanos, lo que deriva en una notable producción científica, en avances tecnológicos, en mejoras continuas de los procesos productivos y en mayores niveles competitivos (Arocena y Sutz, 2002).

Y como bien Cuello (2006: 161), reforzó este argumento diciendo *“Si bien el insumo más directo utilizado por el sector productivo para la producción de bienes y servicios es la tecnología, las empresas requieren también de las ciencias básicas para hacer avanzar la tecnología hacia nuevos horizontes de productividad y competitividad y para la comprensión del conocimiento científico incorporado en los procesos y productos tecnológicos. Para satisfacer esta necesidad de nuevos conocimientos científicos, las empresas en los países más desarrollados recurren a los laboratorios de investigación y desarrollo existentes (I&D), o a las universidades que disponen de este tipo de facilidades”*.

Por lo visto es la tecnología la herramienta estratégica para capturar mercados y mantenerse dentro de su dinámica, derivando así que la innovación tecnológica es el elemento principal creciente con repercusiones en su ritmo aumentando cada vez más en la economía y la sociedad.

Entonces, el conocimiento científico y tecnológico, la formación de recursos humanos de alto nivel en ciencia y tecnología y la innovación forman parte de factores estratégicos para la competitividad, el crecimiento económico y por lo tanto son actividades que deben ser de prioridad nacional (Cuello 2006, Peñaloza 2007).

Como indicaron Álvarez y Rodríguez (2003), la inversión en capital humano y

el desarrollo de nuevas tecnologías constituyen el fundamento de las nuevas ventajas comparativas que han alterado el equilibrio económico mundial.

Asistimos a una realidad global que se ha dado en llamar “sociedad del conocimiento”, lo que implica que la gestión del conocimiento científico y tecnológico se convierte, hoy más que nunca, en un elemento fundamental para el desarrollo de los países (Cuello, 2006).

Son dos actores importantes en la actualidad. Uno es la competitividad, ya que es fundamental en el aumento y mejoramiento de la productividad, también se explica como la ubicación de los recursos en las actividades productivas cuyos bienes finales encuentran nichos de mercado tanto en el contexto nacional como internacional (Cuello, 2006). El otro es la innovación, ya que es a través de ella que las empresas y países tienen el elemento fundamental para estar a la vanguardia para poder cumplir con las necesidades que poco a poco se van creando y creciendo en la sociedad.

Entonces, es la innovación una nueva regla de orden mundial donde las empresas y los países que respondan a estas nuevas reglas estarán preparadas para sobrevivir en estos nuevos tiempos y podrán tener una ola de crecimiento cuando ésta se produzca. Ésta es una de las premisas presentadas por la Fundación de la Innovación Bankinter, en la cual, se habla del surgimiento de una nueva forma de capitalismo que con prácticas innovadoras y sostenibles traerán beneficios a la sociedad, siendo el conocimiento, el talento y la inversión en I&D aspectos clave para posicionarse en el mercado. Así, el capital humano, la innovación, el comercio, los movimientos internacionales de capital y la sostenibilidad serán las reglas que regirán el nuevo orden multipolar (ABC 2010).

1.1. TEORÍAS Y MODELOS QUE INCLUYEN A LA INNOVACIÓN

La importancia del crecimiento de las regiones en la actualidad es un tema que diversos organismos tienen presente como punto relevante en los estudios económicos y para los formadores de políticas.

Una de las aristas en que se enfocan para generar crecimiento es la

competitividad, es ahí donde surge la importancia de hacer crecer a las regiones y estudiar los factores que contribuyen a este objetivo, uno de los cuales en la actualidad surge con mucha fuerza es la innovación.

Pero antes de adentrarnos sobre cuáles son los factores principales que ayudan al crecimiento de acuerdo con la teoría económica, se prioriza especificar la importancia de las diferencias entre las regiones, la cual tiene que ver con la localización y aspectos propios de cada región.

La importancia de considerar el espacio lo señaló Bendesky (1994) por tres principales razones y éstas se enfocan en tres puntos:

1. Todas las actividades económicas toman lugar en un espacio físico-geográfico.
2. El espacio no es homogéneo, así diferentes actividades económicas pueden tomar lugar en lugares diferentes.
3. El espacio y la distancia física facilitan o representan un obstáculo en el desarrollo de la actividad económica.

De lo anterior se resalta la segunda razón, ya que cada espacio tiene sus propias características que favorecen o no en buen desempeño de las actividades económicas y cómo éstas llevan a un mejoramiento o estancamiento del mismo espacio donde se desarrollan.

De la tercer razón se resalta que las relaciones y vínculos que favorecen a un espacio por el hecho de estar más cerca o lejos (distancia) de otro espacio con buena eficiencia en sus actividades económicas, pero para entender mejor estas relaciones se desarrollan más adelante las teorías que mejor lo explican.

Retomando lo anterior y citando a Bendesky (1994) se entiende entonces que el espacio es un elemento esencial del sistema económico, al igual que el desempeño de las actividades económicas son un elemento fundamental en la caracterización del espacio.

Se tiene, entonces, el espacio económico como aquel espacio físico donde se dan estas actividades económicas y éste puede adquirir diversas dimensiones que van desde lo local, regional y nacional a lo continental e internacional.

El interés de la investigación es hacerla a través de la dimensión regional, por lo tanto es necesario entender su definición, en este contexto la economía regional es una rama de estudio dentro de la economía espacial que se basa en el estudio de áreas más amplias que los límites de las ciudades.

La definición meramente para región es compleja pero se toma la idea de Guevara (1977) para adecuarla en el contexto de este análisis. Se entiende entonces como aquellos espacios diferenciados con la característica afín entre ellos de realizar actividades innovadoras, con la cual existe una cohesión, dadas las relaciones espaciales que guardan entre sí.

De acuerdo a los objetivos se establece trabajar con demarcaciones estatales que serán consideradas como regiones, es decir, el enfoque está basado en capturar las relaciones, interdependencias y flujos que se establecen entre las 32 entidades federativas de México, cada una de ellas tomadas como una región.

Es a través del estudio regional que se puede tener como objeto de estudio el tema del cambio tecnológico, del cual se destaca el de la innovación. Siguiendo esta línea, desde la concepción del espacio se obtiene la pauta para estudiar las diferencias entre las regiones. Para ello nos apoyaremos en los distintos componentes del pensamiento económico generados a partir de la corriente de estudios que analizan los procesos de convergencia y divergencia regional y también a partir de las teorías del crecimiento endógeno y de los actuales enfoques teóricos.

El cuadro 1 representa el esquema de las corrientes y teorías representativas que explican la concepción de la innovación en el espacio.

Cuadro 1. Clasificación de las teorías según el análisis de la innovación

<i>Concepción del espacio</i>	<i>Corrientes del pensamiento</i>	<i>Teorías</i>
Espacio/Funcional	Teorías de convergencia	Teoría neoclásica del crecimiento regional
	Teorías del crecimiento	Modelo de crecimiento

	endógeno	endógeno regional
		Modelos AK
Espacio/ Territorio		Aprendizaje por la práctica y <i>spillovers</i> de conocimiento
		La acumulación de Capital Humano
		La economía de las ideas: progreso tecnológico endógeno y crecimiento.
	Nuevos enfoques teóricos	La nueva Geografía Económica
Espacio/Territorio/Globalización		Sistema de Innovación Regional

Fuente: Elaboración propia a partir de Peña (2004).

A continuación se procede a la exposición de cada una de las teorías y modelos expuestos en el cuadro anterior.

1.1.1. TEORÍA NEOCLÁSICA DEL CRECIMIENTO REGIONAL

Debido a la importancia relativa que tiene el crecimiento económico dentro de una nación, siendo éste el objetivo principal de la mayoría de los países, en este apartado se buscan los factores que los llevarán a promoverlo haciendo una revisión de las teorías del crecimiento que permiten encontrar los fundamentos y la plataforma en la cual se basa la investigación y que da pauta para el análisis.

Son las teorías del crecimiento regional de fundamental importancia para la comprensión del proceso de crecimiento de las regiones, así lo mencionan Mendoza y Díaz-Bautista (2006), dado que se basan en explicar por medio de un conjunto reducido de factores los procesos de diferenciación y crecimiento económico regional. Parte de las escuelas de pensamiento tradicional dentro de la economía regional son la clásica y la neoclásica, donde le dan importancia a la

movilidad de los factores de capital y trabajo que es donde se genera el desarrollo teórico.

Por lo tanto, se procede a explicar la teoría neoclásica basada en el análisis de Richardson (1986) donde el punto central es el modelo de Solow-Swan que considera una economía desarrollada, en competencia perfecta con población constante y pleno empleo en los mercados de trabajo y de bienes, despega del nivel de producción que está en función de la tecnología y los factores de trabajo (L) y capital (K). La función es representada en la ecuación (1)

$$Y = f(K,L,A) \quad (1)$$

Donde,

Y = Ingreso real

K = stock de capital

L = fuerza de trabajo

A = Nivel de tecnología.

Los principales supuestos son: a) la fuerza de trabajo (L) y el progreso técnico que es el potenciador del trabajo (A) crecen a una tasa constante exógena; b) todo lo que se ahorra se invierte, y c) el producto (Y) está en función del trabajo (L) y capital (K) donde exhiben rendimientos constantes a escala y decrecientes en los factores individuales de producción.

De acuerdo con lo anterior se enfatiza, entonces, que el crecimiento económico está determinado por elementos exógenos que afectan a la función de producción y al dinamismo de la acumulación de acervos de capital. Siendo tales elementos: el cambio tecnológico, que es incorporado a la función de producción a través del residuo (A), y el crecimiento de la población, es decir, estos factores no son explicados por los elementos del modelo (Gutiérrez; Mendoza y Díaz-Bautista, 2006).

Por tanto, las diferencias en el crecimiento en cada una de las regiones se puede entender por las diferencias en los elementos pertenecientes a la función de producción y por aquellos elementos exógenos, un ejemplo es, entonces, que “...

el incremento del producto per cápita como las diferencias inter e intrarregionales pueden ser comprendidas mediante las tasas de crecimiento del stock de capital y la fuerza de trabajo en cada región o unidad territorial” (Gutiérrez, 2006: 190).

Cuando la economía alcanza el estado estacionario los consumidores maximizan su bienestar, ya que el nivel de gasto es máximo y todos los beneficios los invierten. Alcanzado este punto, esta corriente llega a la conclusión de que se da la convergencia, debido a que las regiones atrasadas se desplazan a lo largo de su función de producción y comienzan acumular capital físico más rápido que las regiones avanzadas por la escasez relativa del capital físico que presenta rendimientos decrecientes.

Por lo visto, entonces, las regiones dependen del comportamiento inverso de su ingreso inicial y la disparidad en las regiones será transitoria conforme incluyan tecnologías y tasas de crecimientos de población idénticas.

Una extensión de este análisis se conoce como el modelo de Solow-Swan ampliado, el cual consiste en la incorporación del capital humano en el modelo y sugiere que al igual que se puede acumular capital físico, también es posible acumular capital humano, cuyo crecimiento favorece también a la expansión de la economía (Gutiérrez, 2006).

Según Gutiérrez (2006), junto con Mendoza y Díaz-Bautista (2006), esta teoría predice la convergencia de las economías regionales, que las economías atrasadas tienden a alcanzar a las economías desarrolladas en términos del producto e ingreso per cápita. Este fenómeno se da debido al principio de dinámica de la transición utilizado para explicar las diferencias en las tasas de crecimiento entre regiones o países, ya que la proposición señala que un país crecerá más rápido cuando éste se encuentre por debajo de su estado estacionario y crecerá a un ritmo más lento cuando se encuentre por encima de éste.

Es, entonces, el capital en la función de producción la variable clave del crecimiento y es el progreso técnico el que puede neutralizar los rendimientos decrecientes de este factor y permitir un crecimiento sostenido de la economía.

A esta teoría le sucedió un conjunto de modelos en los cuales trataron de explicar los crecientes cambios tecnológicos, pero abandonando los supuestos del modelo neoclásico, el residuo tecnológico ya no sería una variable misteriosa y se convierte en el objeto de primer plano.

Hay variables endógenas no consideradas en la función de producción de Solow que pueden dar una mejor explicación de por qué las tasas de crecimiento son determinantes entre las regiones.

1.1.2. MODELO DE CRECIMIENTO ENDÓGENO

La teoría endógena del crecimiento se basa en el supuesto del crecimiento a largo plazo que se deriva de los incentivos económicos proporcionados por el ambiente en el que los agentes económicos trabajan.

Se les conoce como nuevas teorías neoclásicas del crecimiento o crecimiento endógeno, en este contexto destacan las aportaciones de Romer, Barro y Lucas, las cuales se han fundamentado en las teorías neoclásicas, y parten de considerar los rendimientos de escala crecientes, los efectos de propagación, difusión o derramas (*spillovers*, transferencia de ideas, innovaciones e información) así como el estudio del cambio tecnológico endógeno como factores que en conjunto pueden predecir divergencia en el crecimiento económico.

El crecimiento endógeno se puede modelar de diferentes maneras, las más utilizadas, a saber, son: el modelo *AK*, el modelo de aprendizaje por la práctica y las generadoras de *spillovers* del conocimiento, la acumulación de capital humano, la economía de las ideas (progreso tecnológico endógeno). Con miras a cumplir con lo anterior, se formalizan los primeros cuatro modelos.

1.1.2.1. El Modelo *AK*

En primera instancia se considera al modelo *AK*, que es la versión más sencilla del crecimiento endógeno. Rebelo (1991) fue quien introdujo el modelo lineal en la teoría de crecimiento endógeno. El autor presentó una función de producción lineal

en stock de capital (K) con propiedades de rendimientos constantes a escala y rendimientos positivos pero no decrecientes del capital. La función se expresa como:

$$Y_t = AK_t \quad (2)$$

Donde,

Y = ingreso o producto real,

A = constante representa la tecnología y es exógena,

K = stock de capital.

Una crítica principal que se le hizo al modelo es que dentro de su especificación se entiende que ignora la existencia del trabajo, una idea un tanto irracional ya que se necesita de la mano de obra para producir. Por este motivo se introdujo el concepto de capital humano, para disuadirla, al explicarse el hecho de que para que los trabajadores puedan desempeñarse necesitan alimentación, medicamentos y educación. Así, se acepta que el capital contiene dos tipos de capital (físico y humano) por lo que se aceptó la forma AK .

La inversión en el capital humano se traduce como sacrificio de consumo presente para poder aumentar la productividad del trabajo. Para el desarrollo de este modelo se utilizan los supuestos del modelo Solow-Swan como base, donde la tasa de ahorro es constante y la población crece a una tasa constante e igual a la tasa de depreciación, además se considera que la economía es cerrada y no hay gasto público.

Todo ingreso de los consumidores se destina al consumo o al ahorro, por lo que se deduce que la inversión es igual al ahorro. Bajo estos supuestos se introduce la función de producción AK , la cual, para expresarla en términos per cápita, se procede con una multiplicación por K para obtener la tasa de crecimiento del capital por persona expresado en la siguiente ecuación:

$$\frac{k}{k} \equiv \gamma k = sA - (\delta + n) \quad (3)$$

De la ecuación (3) se deriva que la tasa de crecimiento es contante y positiva al ser igual a la diferencia de dos números constantes, al igual que el consumo son proporcionales al producto per cápita y también crecerán a la misma tasa, por lo tanto, todas las variables en términos per cápita crecen al mismo ritmo.

Este modelo no predice la convergencia, y esto lo ilustramos con el siguiente ejemplo. Dadas dos regiones con los mismos valores de los parámetros, A , δ y n en donde la única diferencia entre ellas es el valor inicial de capital y recordando que el modelo AK predice que la tasa de crecimiento será constante, por lo que no se relaciona con la renta. Por otra parte, se supone que las regiones son diferentes por sus parámetros de productividad, las regiones con un crecimiento bajo continuarán con este tipo de crecimiento para siempre, independientemente del valor de su renta o de su producción inicial.

1.1.2.2. El aprendizaje por la práctica y los spillovers del conocimiento

El segundo modelo es el desarrollado por Romer (1990), en donde lo relevante son las externalidades del capital que se producen a través de la función de producción (véase ecuación 4) ya que el crecimiento es impulsado por el cambio tecnológico que se deriva de la inversión que realizan los agentes económicos, en este caso las empresas tratan de maximizar los beneficios. Al invertir no solo aumentan su producción, también la producción de las empresas que les rodean, ya que al incrementar su inversión y adquirir experiencia y/o conocimiento éste puede ser utilizado por las demás empresas de su entorno.

El stock de capital humano es un determinante importante en este modelo, y éste a su vez, es un determinante para la tasa de crecimiento, sin embargo, puede haber poco capital humano dedicado a la investigación para que haya una integración en los mercados mundiales que aumente las tasas de crecimiento y una gran población, lo cual se ve necesario para fomentar el crecimiento pero no es un determinante suficiente para generar crecimiento. Por lo tanto, Romer (1990) sugirió que lo importante para el crecimiento no es la integración de una economía con un gran número de personas, sino la integración de una economía con una

gran cantidad de capital humano (Tirado, 1997).

En este modelo se eliminó la tendencia de los rendimientos decrecientes del capital mediante el supuesto de que el conocimiento era obtenido como un subproducto de la inversión en capital físico (Sala-i-Martin, 2000).

Al ser una derivación del modelo de Arrow de “*learning by doing*” se hace uso del supuesto inicial de que la eficiencia en la producción es una función creciente de la experiencia acumulada. La función se expresa como sigue:

$$Y_{jt} = F(K_{jt}^{\alpha}, A_{jt} L_{jt}^{1-\alpha}) \quad (4)$$

Donde K_t^{α} , $L_t^{1-\alpha}$ y A son el capital, el trabajo y la tecnología empleados por la empresas en el momento t , así, la producción de la empresa j depende no sólo de la cantidad de factores productivos K_t^{α} y $L_t^{1-\alpha}$ utilizada, sino también del stock global de capital de toda la economía, como indicador de la práctica productiva acumulada en el pasado por el conjunto de las empresas, k_t^{η} representa la externalidad y η es el parámetro que mide la importancia de la externalidad.

Según Romer (1990), la magnitud del capital humano determina la tasa de crecimiento de largo plazo de la economía y el capital humano es la fracción de la fuerza laboral altamente capacitada merced a la educación formal y al aprendizaje en el trabajo. El capital humano se orienta hacia dos posibles actividades: la manufacturera o la I&D, en la cual la asignación a una de ellas depende de los mecanismos de mercado en condiciones de competencia imperfecta. Por lo tanto, se observa que es el capital humano, por su capacidad intrínseca para generar innovaciones en los centros de investigación y mejoras en la manufactura, la variable central que determina el desempeño de largo plazo del sistema económico.

Otro supuesto del modelo es que el conocimiento o nivel tecnológico es un bien público que se esparce por toda la economía sin que la empresa inventora pueda evitarlo, a manera más explícita, una vez que una empresa ha aumentado sus conocimientos todas las empresas tienen acceso a esos nuevos conocimientos en todo momento, por lo que $A_{jt} = A_t$, donde A_t es el nivel de

conocimiento agregado de la economía, tal fenómeno es conocido por *spillovers* de conocimiento (Sala-i-Martin, 2000).

1.1.2.3. La acumulación de capital humano

A continuación nos adentramos al tercer modelo en donde el concepto principal es el capital humano que se acuña a los economistas de los años cincuenta de la escuela de Chicago para explicar el hecho de que el capital humano podía aumentar su capacidad productiva a base de realizar inversiones en la educación siendo ésta muy relevante.

Retomando la idea de que el trabajo es considerado capital humano del modelo AK y que el capital físico y el humano son bienes indistintos producidos por tecnologías distintas, Lucas (1988) planteó que la acumulación de capital humano en lugar del capital físico como detonante del aprendizaje y difusión de mejoras productivas, mismos que constituyen la fuente originaria de los rendimientos crecientes de escala y, de acuerdo con Toral (2010) en ese planteamiento subyace la idea de que cuanto más formada esté la población en general (mayor nivel de estudios en los trabajadores de una economía determinada), mayor será la interacción entre trabajadores cualificados y mayor será la generación y transmisión de innovaciones que permitan la mejora de las técnicas y procedimientos de producción de cada empresa.

Para demostrar lo anterior Lucas (1988) lo hizo construyendo un modelo de dos sectores con crecimiento endógeno, en el cual la producción se obtiene con la combinación del capital físico y humano, en donde a su vez el producto final puede ser para consumo o para ser cambiado en capital físico representado en la siguiente relación:

$$\dot{K} = AK_Y^\alpha H_Y^{(1-\alpha)} - C - \delta_K K \quad (5)$$

Donde,

K_Y = cantidad de capital físico

H_Y = cantidad de capital humano

Se considera aquí también que el capital difiere del empleado para obtener el producto final, por lo que se expresa como:

$$\dot{H} = BK_H^\eta K_H^{1-\eta} - \delta_H H \quad (6)$$

Donde,

K_H = stock de capital físico,

H_H = stock de capital humano.

En la ecuación (6) se observa a la tecnología como un bien no rival y al capital humano como un bien rival, por lo que los factores de cada una de las funciones son distintos entre sí, por lo que la suma de H_Y y H_H debe ser igual al capital humano agregado, ya que el capital humano solamente se utiliza en estos dos sectores. Por lo que se define la variable u para efectos algebraicos y tener así la fracción de capital humano utilizada en la producción de bienes finales, y $1 - u$ como la fracción de capital humano utilizado en el proceso educativo, de la cual se destaca que la educación es más intensiva en capital humano, por lo que se lleva tal condición al extremo de suponer que el proceso educativo no solamente es más intensivo en capital humano sino que únicamente utiliza capital humano como insumo, con lo que la relación queda $\alpha > \eta = 0$ y este hecho permite definir y reescribir a K y H del cual se define el stock de capital humano per cápita, condición con las que se obtienen las ecuaciones de acumulación del capital físico y humano per cápita:

$$\dot{k} = Ak^\alpha (uh)^{1-\alpha} - c - (\delta_k + n)k \quad (7)$$

$$\dot{h} = \beta(1-u)h - (\delta_H + n)h \quad (8)$$

En estas ecuaciones la tasa efectiva de depreciación de las variables en términos per cápita incluye el término n , que recoge el hecho de que los aumentos de la población reducen la cantidad de capital físico y humano disponible por persona. Los individuos eligen la trayectoria temporal del consumo c y la fracción de su tiempo que dedican a cada uno de los sectores, u y $(1 - u)$ con el objetivo de maximizar la función de utilidad intertemporal.

1.1.2.4. La economía de las ideas: progreso tecnológico endógeno y crecimiento

Ahora nos adentramos al modelo en el que el elemento central es la existencia de las empresas dedicadas a la investigación y el desarrollo para explicar la tasa de avance técnico, pero antes de entrar en detalle primero se tendrá que entender qué se quiere decir con “tecnología”, por lo que Sala-i-Martin (2000) la definió como la fórmula o conocimiento que permite a las empresas mezclar capital y trabajo para producir un producto atractivo a los consumidores. Como se ha mencionado en los modelos anteriores al igual que en este, a la tecnología se le considera como un bien no rival, ya que puede ser utilizada por mucha gente al mismo tiempo y se destaca el hecho importante de diferenciar los bienes rivales de los no rivales y surge el concepto de capacidad de exclusión.

El caso interesante para la teoría del crecimiento es el conjunto de bienes que sin embargo, no son rivales excluibles. Dado el siguiente ejemplo se pueden entender estos conceptos, un insumo no rival utilizado es un diseño para un nuevo bien resultante de la investigación y el desarrollo de las actividades privadas y empresas con el objetivo de maximizar sus beneficios. Ahora bien, una vez creado el diseño, que puede ser utilizado tantas veces como se desee, al igual que en muchas actividades productivas como se desee en este sentido, un diseño difiere de manera crucial de un trozo de capital humano, tales como la capacidad de agregar con lo que se llega a que el diseño es un bien no rival, pero la capacidad de agregar es un bien rival porque la persona que posee esta capacidad no puede estar en más de un lugar al mismo tiempo, ni puede resolver los problemas de esta persona a la vez. La rivalidad lleva a la presunción de que el capital humano también es excluible. Así, el capital humano puede ser de propiedad privada siempre y se negocian en mercados competitivos. En contraste, el diseño no es rival porque es independiente de cualquier objeto físico. Puede ser copiado y utilizado en muchas actividades diferentes como se desee.

Este modelo incorpora a la tecnología a través de un acervo de diseños para productos durables usados en la producción. La I&D son necesarios para diseñar los bienes, que son producidos con una función homogénea de grado I, la cual se representa la relación (9):

$$\bar{\delta} = \delta A^\phi \quad (9)$$

Donde,

$\tilde{\delta}$ es la tasa de crecimiento del descubrimiento de ideas.

δ y ϕ son constantes.

A es igual al número de investigadores que están dedicados a descubrir ideas.

ϕ Si es mayor que ($>$), indica que la productividad de los investigadores se incrementa con el acervo de ideas que ya ha sido descubierto, de lo contrario existe limitada posibilidad de generar nuevas ideas.

Se destaca que la productividad promedio de los investigadores también depende de la cantidad que exista de ellos, por lo que es necesario que el modelo incluya el parámetro que refleje la posibilidad de duplicación de esfuerzos en la productividad (Mendoza y Díaz-Bautista, 2006).

En resumen, los diseños o ideas son bienes no rivales, es decir, pueden ser utilizados o realizados simultáneamente por varios individuos pero tienen diferentes grados de exclusión, el uso que se les dé puede perjudicar en cierta medida al inventor ya que a diferencia de los bienes materiales, la producción de ideas requiere un elevado costo fijo inicial, el costo de I&D, que es muy superior al costo marginal de producir unidades adicionales. Este concepto tiene una implicación muy importante ya que cuando existen costos fijos, los costos medios son siempre superiores a los costos marginales, por lo que el problema que se asoma de esto es que, en competencia perfecta, el precio será igual al costo marginal, por lo que cualquier empresa competitiva sufrirá pérdidas al intentar producir tecnología. De ahí se deriva la idea que sólo empresas con poder de mercado podrán producir bienes tecnológicos. Dado lo anterior el gobierno debe desempeñar el papel importante de garantizar al inventor de una nueva idea la capacidad "legal" de poner un precio superior al costo marginal, aunque aquí se entraría en la aceptación de un poder monopolístico, esto para permitir que pueda recuperar los costos iniciales de inventar la idea, es decir, que garantice los

derechos de propiedad intelectual.

Hasta este punto se han expuesto los distintos modelos que proporcionan la base en donde se plantea la investigación, dando énfasis, a que los determinantes más destacados para ese fin son la generación o en su caso el incremento de acervo de capital humano para el desempeño del sistema económico.

Se expone a continuación el marco teórico que estudia los mecanismos de la aglomeración en la actividad económica.

1.1.3. LA NUEVA GEOGRAFÍA ECONÓMICA

A partir de los modelos de crecimiento endógeno y utilizando un enfoque evolucionista se formaliza el marco teórico de la Nueva Geografía Económica, encabezada por Krugman (1995).

Esta teoría defiende que el crecimiento regional obedece a una lógica de causación circular, en la que los encadenamientos hacia atrás y hacia delante de las empresas conducen a una aglomeración de actividades que se autorrefuerzan progresivamente, con el límite impuesto al llegar a un punto en el que las fuerzas centrípetas que conducen a la aglomeración comienzan a ser compensadas por las fuerzas centrífugas como los costos de la tierra, los del transporte y las externalidades negativas o deseconomías externas (Krugman, 1995).

Así también la evidencia literaria en esta teoría contribuye a la existencia de la causación circular de acumulación en la concentración geográfica del capital humano, el crecimiento urbano, la concentración urbana, la estructura regional de la producción, las externalidades del sector industrial y la evolución de la jerarquía de los sistemas de ciudades destacando la importancia de los procesos espaciales organizados teniendo como base los efectos de aglomeración y las externalidades, en donde se destaca la importancia de factores de la geografía física y del entorno natural en el crecimiento económico de los territorios.

Autores destacados en esta teoría como Romer (1990), Porter (1989) y Jacobs (1969) han resaltado el papel de los *spillovers* tecnológicos como determinantes del crecimiento económico (Glaeser et al. 1991). En particular

Romer (1990) señaló en el caso de una empresa cuando ésta incurre en costos de diseño e I&D en la creación de un bien nuevo en donde recupera los costos mediante la venta de bien nuevo a un precio que es superior a su costo constante de producción, dado que hay entrada libre en esta actividad las empresas obtienen un beneficio nulo, en un sentido de valor presente.

Los modelos de *spillovers* (derramas) de crecimiento endógeno también contemplan la posibilidad de que el factor acumulado, generador de externalidades, sea la inversión en I&D (Toral, 2010), entre estas externalidades dinámicas que tratan el impacto que tiene la acumulación de conocimiento e información en la productividad y por lo tanto en el nivel de empleo, destacamos las de Marshall-Arrow-Romer (MAR), Porter y Jacobs.

1.1.3.1 Externalidades tipo MAR

Se basan en los *spillovers* del conocimiento en una industria, en donde el conocimiento acumulado de una empresa favorece el desarrollo de otras empresas.

Así, las externalidades tipo MAR predicen que en competencia local el crecimiento se ve perjudicado y, por el contrario, en un ambiente de concentración local o monopolio el crecimiento económico es mayor debido a la internalización de las externalidades.

Para que se pueda dar la innovación es importante que se garanticen los derechos de propiedad, ya que de lo contrario no existiría incentivo para innovar y el conocimiento se estancaría. Por lo anterior, se plantea que sólo en un ambiente de monopolio se puede sacar provecho de la innovación e internalizar los beneficios de su innovación.

1.1.3.2. Externalidades tipo Porter

Aquí la competencia local acelera la imitación y promueve la innovación, lo que favorece el crecimiento. Se establece que la competencia genera una mayor

presión para innovar, ya que firmas que se queden atrás saldrán del mercado: lo que sucede es que la competencia presiona para adoptar las innovaciones de otros y mejorarlas, provocando el crecimiento de la industria.

1.1.3.3. *Externalidades tipo Jacobs*

Aquí los *spillovers* del conocimiento se crean a partir de la producción de ideas entre firmas de diferentes industrias. Se plantea que en una ciudad diversificada se generará mayor crecimiento debido a que es donde más se va a presentar la derrama de conocimiento entre empresas (Maldonado, 2004).

Estas teorías juegan un papel importante al explicar el crecimiento económico de una ciudad o región, ya que una de las razones por las que ellas son más productivas es la interacción entre trabajadores de uno o varios sectores económicos, toda vez que permite la transmisión de conocimiento y, dado que esto no tiene ningún costo, los *spillovers* (derramas) de conocimiento se consideran externalidades (Maldonado, 2004).

Dentro del enfoque de la teoría de la Nueva Geografía Económica se han abordado los puntos centrales que se consideran son relevantes para el análisis de la investigación, a continuación se adentra en los conceptos básicos y principales para su comprensión.

1.1.4. SISTEMA DE INNOVACIÓN REGIONAL

De acuerdo con Doloreux & Parto (2004) el sistema de innovación regional (SIR) se entiende por el conjunto de intereses públicos y privados que interactúan y funcionan de acuerdo a disposiciones organizativas e institucionales que llevan a la generación de difusión y uso de conocimientos.

El concepto tomó popularidad a partir de 1990 desde que aparecieron grupos identificables de actividad industrial regional, por lo que se le vio como un marco prometedor de análisis para comprender el proceso de innovación en la economía regional.

Es a través de un SIR y los *clusters* que la innovación y el crecimiento mejoran la productividad y la competitividad, siendo la empresa (figura 3) el aspecto central ya que al agruparse desarrollan un desempeño que las lleva a jugar un papel importante en la competitividad regional. Donde el conjunto de actores produce efectos que estimulan su actividad para desarrollar formas específicas de capital derivados de las relaciones sociales, valores e interacciones para reforzar la capacidad regional de innovación y la competitividad (OCDE, 2009; Doloreux & Parto, 2004).

Figura 3. Base para la competitividad



Fuente: OCDE Reviews of regional innovation (2009)

Doloreux & Parto (2004) Señalan que el concepto se deriva de dos puntos de la teoría y la investigación:

1. De los sistemas de innovación, los cuales están contruidos en las teorías evolutivas de los cambios económicos y tecnológicos. Ya que a la innovación se le ve como un proceso evolutivo y social. Como aspecto social se entiende el proceso de aprendizaje colectivo entre varios departamentos de una empresa y a las colaboraciones externas con otras empresas.

2. En la ciencia regional, que se enfoca en el estudio del entorno socio-institucional que es donde surge la innovación. Ésta se localiza a nivel local y el proceso que le conlleva. Se destaca el papel de la proximidad dadas las ventajas de localización, concentración espacial y un conjunto territorial donde se llevan a cabo actividades que están en función de normas y convenciones donde surge el proceso de creación y difusión de conocimientos.

Por lo anterior, el SIR es caracterizado por la cooperación en actividades de innovación entre empresas, la creación de conocimiento y de las organizaciones de difusión, como las universidades, organizaciones de formación, centros de I&D, que permiten que las empresas evolucionen con el tiempo.

1.2. CONCEPTOS

1.2.1. PRODUCTIVIDAD

La definición de productividad se deriva de las teorías marxistas y neoclásicas. En este caso el análisis se hace a partir de la visión neoclásica de donde se puede derivar la ecuación de producción per cápita como una función que relaciona el producto real total y el capital respecto a la cantidad de trabajo utilizada como consecuencia de ésta. Manteniendo sin cambio el nivel de tecnología, la productividad laboral se incrementa únicamente si aumenta la relación capital/trabajo por lo tanto la producción tenderá a crecer a medida que se proporciona más capital al trabajador (Gutiérrez, 2006).

Hernández (1994) dentro de su análisis señaló que la productividad como concepto descansa en la noción de la función de producción y es en su relación que se pueden expresar varios indicadores, pueden ser de carácter parcial o total. Un ejemplo para ilustrar lo anterior es contar con el insumo X_j , el cual expresa el número de horas-hombre trabajadas durante un determinado periodo de tiempo, si se calcula el cociente Q/X_j se tiene el “producto medio” por hora-hombre trabajada, que viene siendo un indicador parcial de la productividad, de la horas-

hombre trabajadas.

El mismo autor en otro trabajo dedujo que se puede entender también como la relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, razón por la cual hay tantos índices de productividad como recursos utilizados en la producción. Éstos muestran la eficiencia conjunta de la utilización de todos los recursos, toda vez que el ahorro logrado en alguno de ellos puede deberse no sólo a que ha aumentado su propia eficiencia, sino a que han sido sustituidos por otros factores (Hernández, 1993).

Siguiendo esta línea el indicador más común lo constituye la productividad del trabajo, que se expresa como el número de unidades de producto por hora-hombre empleada, o como la cuantía del producto medio por persona ocupada en la economía. Éste constituye el índice parcial de productividad más comúnmente utilizado en la literatura económica. Su análisis se plantea a niveles muy diversos de agregación sectorial. La importancia de este índice es que obedece a la paulatina acumulación de capital físico y a los avances tecnológicos incorporados en él (Hernández 1993, 1994).

Lo anterior muestra la importancia de tener una medida simultánea de la eficiencia en la utilización conjunta de los recursos, es decir, una medida de la productividad total de los factores (PTF). En donde la conceptualización de la PTF se entiende por la relación entre el producto real y la utilización real de factores o insumos.

La literatura económica reciente aporta una interesante discusión en relación con la forma de cuantificar los cambios en este tipo de productividad, los cuales en ocasiones se han identificado directamente con el cambio tecnológico.

Una de las herramientas para su medición y en la cual se introduce la importancia de medir el cambio tecnológico y el cambio en la eficiencia, ya sea desde una empresa hasta sectores y/o regiones de un país es usando métodos de medición de Eficiencia, como lo es el índice de la PTF de Malmquist, el cual mide el cambio entre dos puntos en el tiempo de la PTF calculando la relación de las distancias de cada dato relativo a una tecnología común.

A partir de la posguerra el crecimiento económico de México se basó fundamentalmente en el crecimiento de los recursos y en muy poca proporción a la eficiencia con que fueron utilizados, es decir, en el incremento de la productividad conjunta de los factores (Hernández, 1994).

Como mencionó Rosenblatten en el informe por el Banco Mundial (2007), los aumentos en el capital físico y humano por trabajador (es decir, nivel de aptitudes) elevan el nivel de vida. No obstante, en el largo plazo, el aumento de la productividad es la base para la generación de empleos de calidad y el establecimiento de empresas exitosas en un mundo cada vez más competitivo. Más allá de la acumulación de capital físico y humano la productividad es la base del crecimiento.

Como ya se mencionó anteriormente existen diversas formas de elevar la productividad para la generación de ventajas competitivas y dentro del nuevo contexto de capitalismo global, una forma es a través de la introducción de innovaciones. Por lo tanto se procede a la conceptualización de innovación y patentes derivada de esta discusión.

1.2.2. INNOVACIÓN

La innovación es el recurso clave para el desarrollo de una economía y el crecimiento de la productividad por las siguientes razones. Si está basada en el cambio tecnológico le da poder a una empresa para establecer ventajas competitivas, y es mayor cuando la innovación en cada una de las empresas que hay en una región se conjuga.

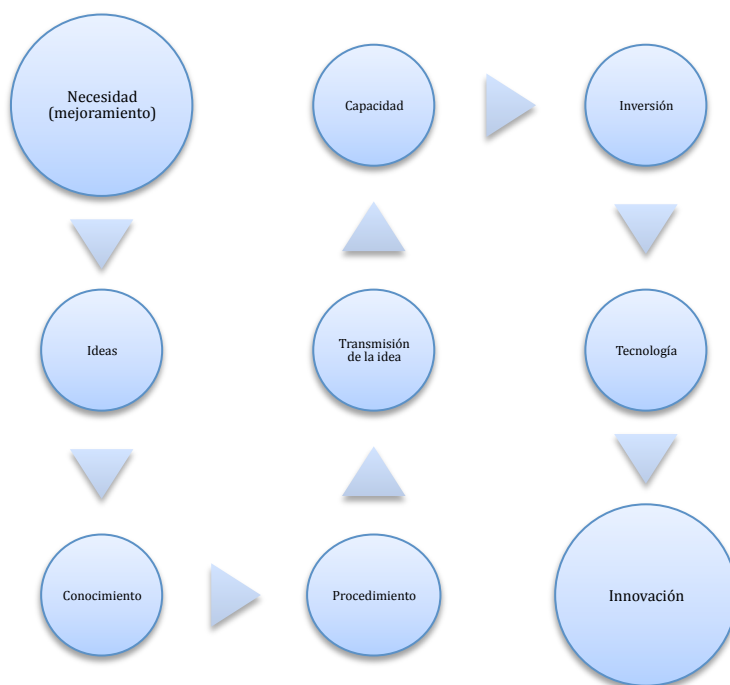
Es este impulso de crecimiento por una empresa que alienta a la competencia de las demás empresas dentro de una rama y por consiguiente el de una región, por lo que el mejoramiento de una empresa beneficia el crecimiento del sistema y con ello hay un crecimiento agregado que se traduce al nacional. Son entonces las empresas el motor de este proceso, es que operan en conjunto y los vínculos que tienen con las demás que beneficia el sistema de innovación.

Por tanto, es de este modo que el territorio es crucial para el éxito de la

innovación, existe una dialéctica entre estos dos términos por el hecho de que en un territorio “específico” se tienen las propiedades adecuadas para el desarrollo de actividades de innovación, así como ésta se alimenta de los flujos de conocimiento global que se generan en una región. Este hecho al mismo tiempo sirve para crear mejor formación de capital humano (OCDE, 2009; Cuello 2006; Crescenzi 2005).

Todo este proceso que conlleva la formación de la innovación es explicado gráficamente en la figura 4. Allí se puede ver que se trata de un proceso complejo pero a la vez muy rico, ya que representa toda la dinámica que conjuga varios actores económicos y flujos invisibles que la fortalecen.

Figura 4. El Proceso de la innovación



Fuente: Elaboración propia

El incentivo que tiene el ser de la innovación se deriva de dos fuentes, el primero es encontrar la mejor utilidad, ya que todo individuo busca su bienestar tratando de maximizar la utilidad ya sea monetaria, de tiempo o simplemente de comodidad, este fundamento microeconómico se aplica en todos los aspectos. Entonces el individuo dentro de una empresa trata de satisfacer esta premisa, se encuentra en un nivel de bienestar pero se despierta en él la necesidad de mejorar

la situación en la que está, si lo extrapolamos a las necesidades de una empresa, está el hecho de querer aumentar su productividad para maximizar sus utilidades monetarias y su posición ante otras empresas, que conlleva a la segunda, que es la competencia, donde trata de captar o retener una parte del mercado, dados los cambios constantes a los que se enfrenta.

Por lo tanto, esta causa de satisfacer nuevas necesidades con mayor eficiencia se transfiere a la creación o mejora de procesos o productos, entonces se busca la mejor idea para lograr esta mejora, la cual nace en las estructuras mentales de los empresarios y se transfiere al resto del personal.

A partir de aquí estamos en el entendimiento de que el personal que realiza esta labor tiene la preparación, las capacidades y el conocimiento para hacer el procedimiento de estudiar, investigar, analizar, revisar, adaptar y crear. Son necesarias las interrelaciones que permiten el flujo de información que eleva el acervo intelectual, lo que conlleva a mejorar la eficiencia de trabajo y sacar adelante la mejora del producto o proceso.

Además del conocimiento necesario también lo son los elementos o servicios para el desarrollo de la investigación como la inversión, la tecnología, los instrumentos y el acceso a la información, es decir, aquella infraestructura que permite el buen desempeño en el trabajo de la invención.

En un contexto más simple Cuello (2006) la explicó como la capacidad de invertir en actividades de I&D, de utilizar las tecnologías modernas de operación y de adoptar las nuevas. Esto se constituye en uno de los principales impulsores del crecimiento económico y la productividad. Así como también el autor señala que se ve a la innovación como aquellos hechos y actividades consecuentes e intencionados para inyectar en una economía cambios, siendo el elemento donde descansa la dinámica del par científico y tecnológico, expresada en nuevos y mejores procesos o productos para crear nuevos mercados, en donde se realizan nuevas actividades humanas para lograr una mejor forma de hacer las cosas.

Con todos los elementos que caracteriza a la innovación se puede suponer que no hay una forma de medida que pueda capturar su esencia y es en esta

investigación que se hace la propuesta de tomar a las patentes como una variable proxy que dé la pauta para poder tener una forma de medirla. A continuación se desarrolla el concepto de patentes y se expone el hecho del por qué se hace esta consideración.

1.2.3. PROTECCIÓN DE PROPIEDAD INTELECTUAL: PATENTES

De acuerdo con Gould & Gruben (1995) existe evidencia que la protección de los derechos intelectuales está relacionada positivamente con el crecimiento económico. Dado que la protección a la propiedad intelectual (PPI) está relacionada con el tipo de mercado y régimen de comercio para estimular la innovación y por lo tanto el crecimiento.

Las empresas de una región que tienen un comercio abierto se enfrentan a la competencia de productores extranjeros que utilizan tecnología avanzada, si en esta región existe una protección débil de la PPI representará un obstáculo de crecimiento por que las empresas extranjeras no querrán otorgar licencia o alquilar las innovaciones por el temor a que no se respeten los derechos de la licencia.

Según estos autores la importancia de la PPI estimula o retarda el crecimiento en un país. El fomento del proteccionismo estimula la innovación, los inventores al sacar un producto nuevo al mercado y patentarlo tienen la seguridad de que las ganancias serán exclusivas, si alguien trata de imitarlo sin su autorización tiene el derecho de hacer ejercer la ley en contra de los agresores, si por parte de las autoridades correspondientes hay una buena respuesta, el inventor se sentirá seguro y tendrá el incentivo de seguir realizando innovaciones de productos y procesos.

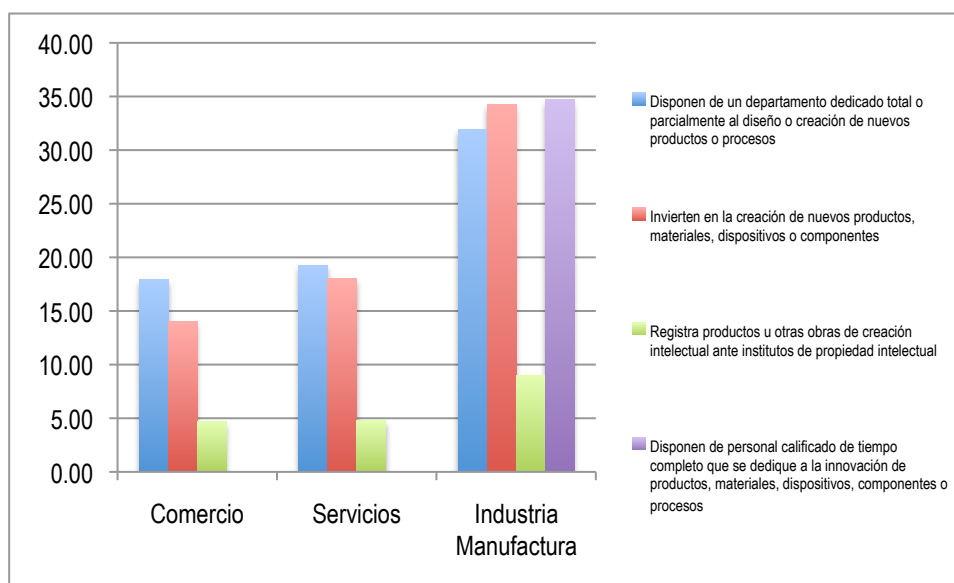
Se debe tener una protección de PPI con una medida adecuada porque, de lo contrario, una protección extrema apoya el poder monopólico, siendo no muy favorecedor ya que impiden la entrada de nuevas empresas, con lo que no se maximiza el bienestar de un país, dado que limita la diseminación de ideas, la disminución de la competencia y con ello frena el crecimiento en una región.

En México por parte de la institución reguladora de PPI (el Instituto Mexicano

de Propiedad Intelectual, IMPI) se le da la importancia debida a la protección de la propiedad industrial como una forma de promover el desarrollo tecnológico, además de que se le considera como el instrumento para fomentar la competitividad de los sectores productivos.

Los principales sectores productivos son el industrial, el comercio y los servicios, pero es el industrial donde se dan las mayores tasas de aportación a la innovación (véase figura 5), siendo el único que dispone de personal calificado que se dedica a la innovación de productos y/o procesos.

Figura 5. Porcentaje de establecimientos grandes de los principales sectores que cooperan con la innovación.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI del Módulo de innovación e investigación del Censo Económico 2004.

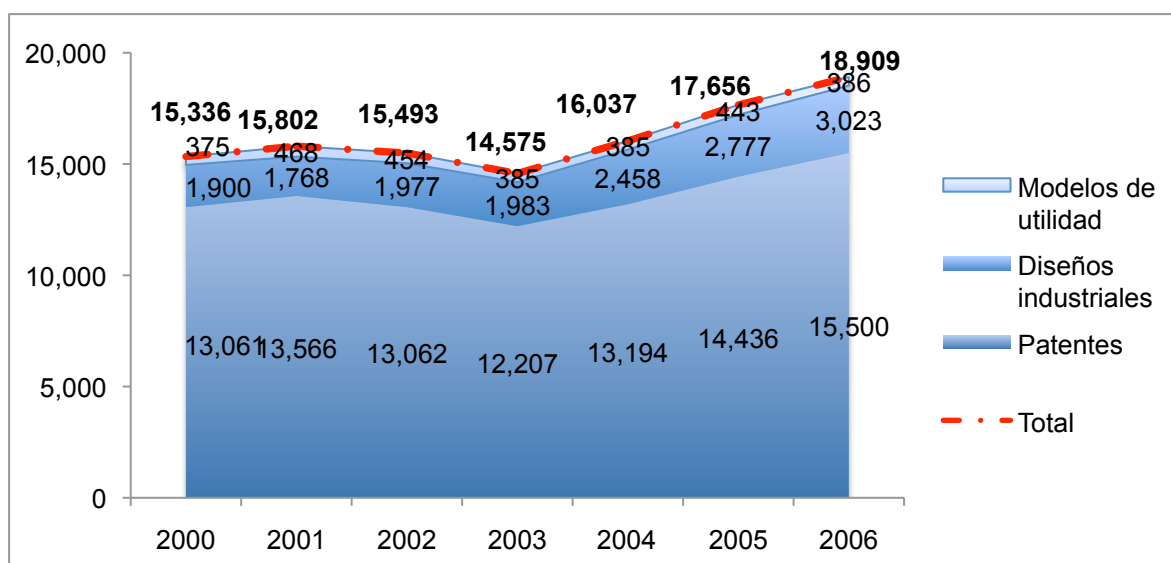
Por lo tanto, se le da gran importancia a la propiedad industrial mediante la creación de políticas que fomenten las actividades dedicadas a este sector.

Según el IMPI (2006) en México las invenciones se estudian, separan y distribuyen en títulos de patentes o mediante registros de modelos de utilidad, diseños industriales y esquemas de trazado de circuitos integrados. De las tres formas la patente es la forma más severa de protección a la propiedad intelectual.

En la figura 6 se puede observar, la tendencia que ha tenido el total de solicitudes. Para el 2006 éstas representaron un total de 18,909 de las cuales se distribuyeron en 15,500 patentes.

Del las 15,500 patentes recibidas en el 2006, 12,926 fueron ingresadas por medio del tratado de cooperación en materia de patentes (PTC) y solo 2,574 fueron por aplicación normal. En este año el 95 por ciento de las solicitadas fueron de titulares extranjeros. Antes lo hacían por el método tradicional, pero ahora se hace por medio del PTC, lo que significa que las solicitudes entran a la fase nacional 20 ó 30 meses después de haber sido solicitadas en su país de origen.

Figura 6. Solicitudes de patentes, diseños industriales y modelos de utilidad



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IMIP.

En la figura 7 se puede observar que hubo una disminución en el número de solicitudes de patentes como efecto del ingreso de México al sistema PTC que fue implementado a partir de 1995.

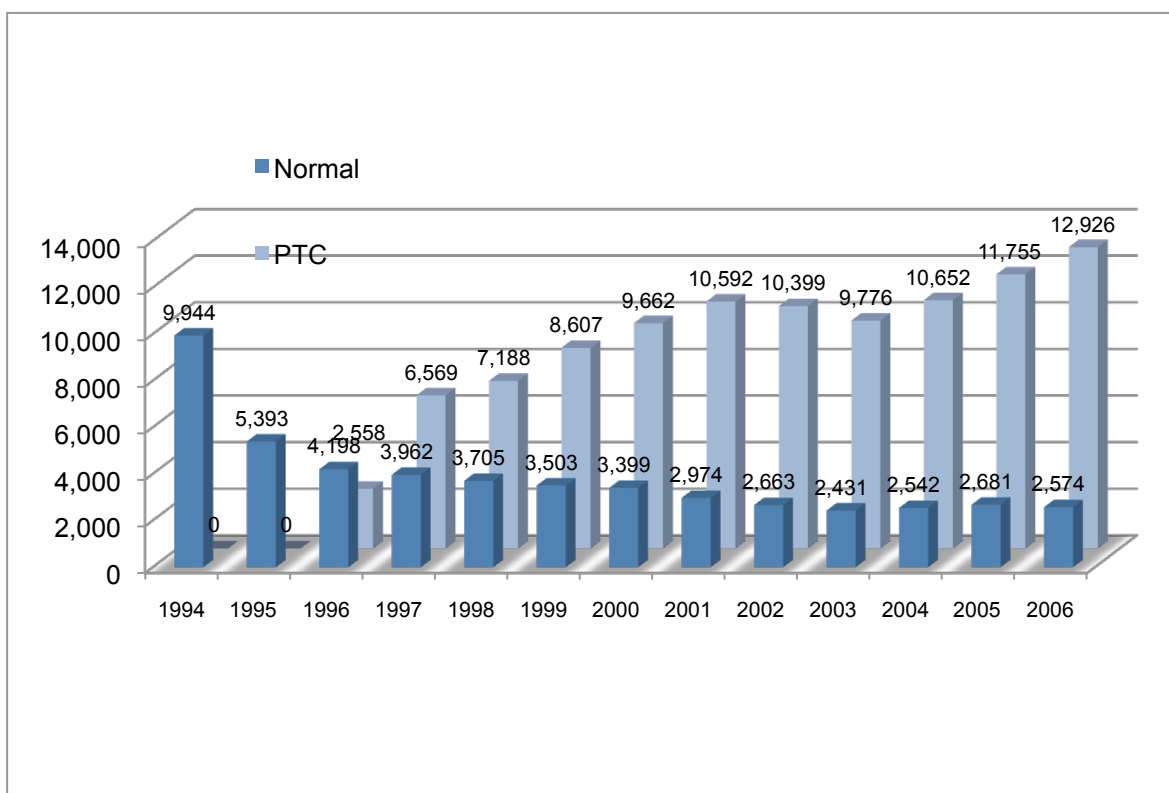
El origen de las patentes está compuesto por residentes extranjeros y nacionales. De acuerdo con Soria (2003) el sistema de patentes mexicano al igual que todos, contempla tres tipos de flujos tecnológicos:

- Residentes: aquellos que generan, registran al nivel doméstico por agentes innovadores mexicanos que residen en el país.

- No residentes: proviene del exterior por medio de agentes innovadores extranjeros que no residen en el país.
- Externo: aquel dirigido hacia el exterior por los residentes en el país, el registro lo hacen a través de los sistemas de los demás países.

Griliches (1990) definió a la patente como aquel documento expedido por una agencia gubernamental que otorga la concesión del derecho de excluir a alguien más de la producción o utilización de un nuevo programa específico, producto, aparato o proceso por un número determinado de años.

Figura 7. Solicitudes de Patentes, 1994-2006



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del IMIP.

Esta concesión se entregará al inventor del producto o proceso después de la realización de un examen que se centra en la novedad tanto en el tema de la patente solicitada como en su utilidad potencial, principalmente industrial.

El derecho incorporado en la patente puede ser asignado por un inventor a

alguien más, generalmente a su empleador, a una sociedad anónima y/o ser vendidos o dados en forma de licencia para su uso por otra persona (Griliches, 1990).

Las patentes reflejan la capacidad intelectual de una región, ya que detrás de todo el proceso que conlleva el patentar un producto o proceso está la inversión, capacitación, investigación, la formación del capital humano y la relación con la capacitación, conocimientos adecuados y recibidos, además del buen desempeño de un sistema jurídico para el logro de una patente.

Por lo tanto, se puede afirmar que las patentes se derivan de una relación especial con el capital humano dado que la tasa de crecimiento de conocimiento en una región está relacionada con la medida de inversión para la formación adecuada, además del flujo de información y conocimiento entre el capital humano repercute en la tasa de invención.

El producto derivado de la invención contribuye a las existencias del conocimiento humano y al crecimiento de la economía, aunque su variación está en función directa de la tasa de introducción de productos nuevos. La relevancia de la acumulación del capital humano es que cuanto mayor sea mayor será el crecimiento económico, por lo tanto, si existe un ambiente que conduzca a la acumulación de conocimiento los derechos de propiedad intelectual tenderán a incrementar la innovación y por lo tanto el crecimiento económico (Gould & Gruber, 1995).

Existen muchas bondades que se desprenden de considerar a las patentes como indicador, a la vez que tiene sus limitaciones, a continuación se despliegan en el cuadro 2.

Como lo han señalado Germán-Soto y Gutiérrez (2008 y 2010) la selección de indicadores que reflejen la información científica y tecnológica lleva a cabo varios problemas, como la comparabilidad, la fiabilidad y la amplitud. Sin embargo, varios estudios han utilizado las estadísticas de patentes para examinar diversos aspectos del cambio tecnológico que determinan relaciones de patentes con la I&D, la difusión del conocimiento, la tasa de crecimiento de la inventiva y el

crecimiento económico.

Cuadro 2. Las patentes como indicador para la innovación.

Alcances	Limitaciones
Representan derechos de PI sobre una determinada novedad que es ingeniosa y tiene aplicación industrial.	
Evidencian la actividad inventiva e innovativa ya que representan el producto de un proceso de I&D. Representan elemento para obtener ventaja comparativa ante las empresas.	No toda la actividad inventiva son patentes, además, que hay conocimiento (intangibles) que no es medible. Además, que no toda actividad inventiva nacional se registra en el país.
Contienen conocimiento tecnológico, comercial y jurídico codificado, que puede ser consultado libremente.	No todas las patentes registradas reflejan su propia actividad innovativa.
Gracias a la información que contienen, se puede extraer el tipo de tecnología, sobre sus propietarios e inventores y el fin para lo cual fueron creadas.	

Fuente: Elaboración propia a partir de Soria (2003)

Los autores también mencionan que parece existir un consenso entre los economistas de que las estadísticas de patentes reflejan de alguna forma el estado del arte tecnológico de un país o su capacidad para integrar el cambio tecnológico en el funcionamiento del sistema económico y sus posibilidades de crecimiento, razones por las cuales las patentes constituyen una fuente muy rica y subestimada de información tecnológica.

En diferentes países el registro de patentes les permite realizar análisis históricos de trayectoria tecnológica, así como hacer comparaciones industriales, locales o de escala mundial.

De acuerdo con las diversas teorías señaladas y los conceptos revisados un

objetivo central en esta investigación es la integración y sus relaciones para estudiar la innovación y sus efectos en el crecimiento regional para captar la magnitud y dirección de estos efectos mediante una ecuación de regresión en la que se incorpora el elemento espacial para obtener evidencia empírica de los *spillovers* del conocimiento.

A continuación se procede a describir la metodología que dará el sustento teórico para establecer las variables y modelos que permiten introducir las relaciones entre la productividad y la innovación desde un marco regional.

1.3. MARCO METODOLÓGICO

1.3.1. LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES

El marco teórico para el estudio considerado aquí es la función de producción Cobb-Douglas regional ampliada para incluir el capital conocimiento como un insumo extra de los rendimientos y continuar la relación básica entre el producto y el capital conocimiento representada en la ecuación (10).

$$y_{im} = \alpha x_{im} + \beta k_{im} \quad (10)$$

De donde se desprende que y_{im} es el logaritmo del producto Y de la región desde la observación $i = 1, K, N$ en el tiempo $m = 1, K, M$, la variable x es el logaritmo de los insumos convencionales como lo son el capital y el trabajo, k es una medida del conocimiento acumulado o del capital conocimiento en forma logarítmica, β es la elasticidad del producto con respecto al capital conocimiento y α es la elasticidad con respecto al índice de los insumos convencionales.

La forma funcional de esta ecuación lineal en los logaritmos de las variables se debe tomar como una primera aproximación de una relación potencialmente mucho más compleja.

La medida del stock del conocimiento denotada como k es construida como la suma ponderada de gastos realizados en I&D con la ponderación reflejada de

las demoras potenciales en el impacto de conocimiento como en el producto y su posible depreciación, el stock de patentes se toma como medida de las dotaciones del conocimiento dado que las patentes tienen dotaciones comparativas debido que son resultado directo de la investigación y los procesos de desarrollo. A nivel regional el stock de patentes se construye con el criterio de que las patentes aplicadas en un año añade el stock en el siguiente año y luego se deprecian a lo largo de la vida efectiva de las patentes según un índice de obsolescencia de los conocimientos. LeSage y Fischer (2008) señalaron que este tipo de enfoques es congruente con la producción de conocimiento debido a que las patentes se usan como proxy del producto de producción del conocimiento.

Se define el índice de insumo total usando la ecuación de producción Cobb-Douglas $X_{im} = L_{im}^s C_{im}^{1-s}$ donde los elementos de la ecuación se entienden que L representa al trabajo, C al capital físico, s el factor observado proporcional de un coeficiente real del trabajo. Dado lo anterior se puede definir el logaritmo de la productividad total de factores de la región i en el tiempo m de la siguiente manera $ptf_{im} = y_{im} - \alpha_1 l_{im} - (1 - \alpha_1) c_{im}$, es decir, la productividad total de los factores es igual a la resta del capital físico y el trabajo al producto, del cual se desprenderá que entonces sólo dependerá de la contribución del capital conocimiento y no del nivel de otros insumos:

$$ptf_{im} = \beta k_{im} \quad (11)$$

Donde, ptf_{im} es denotada como el logaritmo de la productividad total de factores en una relación bastante simple, siendo una producción Cobb-Douglas tecnológica con rendimientos constantes de escala con respecto al capital físico y trabajo. Sin embargo, esta relación de la muestra es un punto conveniente que permitirá un modelo de regresión espacial de capital conocimiento observable, mostrando las dependencia espacial y la no-cero covarianza. En este tipo de modelo si se omiten los rezagos espaciales de las variables dependientes y explicativas se obtienen resultados de estimaciones sesgadas e inconsistentes para los parámetros relativos del impacto del stock del conocimiento a la productividad total de factores regional.

Un punto relevante es el que señalaron LeSage y Fischer (2008) en cuanto a los *spillovers* del conocimiento en una región, ya que el intercambio de información y la dispersión de conocimiento que impactan la productividad de una región, no sólo depende de su propio capital conocimiento si no de la capacidad que tiene ésta para atraer y asimilar los conocimientos producidos en otras regiones, por lo que asumieron que las regiones tienen un acceso grande a los recursos del conocimiento de sus vecinos regionales y tecnológicos.

Lo anterior da la pauta para poder expresar la relación entre el capital conocimiento y la productividad total de los factores en forma de matriz, de la siguiente manera:

$$ptf = \beta k \quad (12)$$

Donde ptf y k son un vector de $N \times 1$ que refleja las observaciones de forma transversal en la productividad total de los factores y el capital conocimiento, respectivamente. En un mundo de N regiones, el vector de capital conocimiento k sigue un proceso autorregresivo espacial de la forma:

$$\begin{aligned} k &= \phi Wk + u \\ u &\sim N(0, \sigma_u^2 I_N) \end{aligned} \quad (13)$$

De la función (13) W es una matriz de pesos espaciales de $N \times N$ en donde el criterio para su llenado es que $W_{ij} > 0$ cuando la observación j es un vecino espacial de la observación i , y será 0 si es lo contrario. El elemento Wk representa la combinación lineal de los elementos del vector k asociado con las ubicaciones vecinas, la i -ésima fila de Wk captura aquella región i externa del stock de capital conocimiento, para $i = 1, K, N$ y ϕ es el parámetro escalar que refleja la fuerza de la dependencia espacial en k y u es un vector $N \times N$ de perturbaciones distribuidas como $N \sim (0, \sigma_u^2, I_N)$.

1.3.2. DE UNA RELACIÓN BÁSICA A UNA RELACIÓN DE MODELO ESPACIAL

Es importante señalar que la medición de stock de capital pierde la parte de stock de conocimiento que no está capturado en forma de documentos de patentes, sin

embargo, el stock capturado (K) y el no capturado (K°), es decir, el inobservado están en conjunción y ello permite la relación de regresión espacial si ambos tienen una dependencia espacial y están correlacionados de tal forma que los choques en los procesos de autorregresión rijan sobre esas variables.

Lo anterior se muestra con el supuesto de que las regiones tienen grandes accesos para los recursos del conocimiento de regiones vecinas capturado por K , de tal forma que eso lleva a asumir que los componentes inobservados del capital conocimiento muestran un comportamiento similar, es decir, muestran dependencia espacial del tipo asignado a K :

$$\begin{aligned} k^\circ &= \theta Wk^\circ + v \\ u &\sim N(0, \sigma_u^2, I_N) \end{aligned} \quad (14)$$

Siendo $k^\circ = \log K^\circ$ un vector $N \times 1$ representando los elementos no observados de las dotaciones del conocimiento para cada N regiones, θ es el parámetro escalar que refleja la fuerza de la dependencia espacial en k° , W se define igual como se explicó antes para K y v es la media cero, de la varianza constante del término de perturbación.

Se asume que tanto el stock de conocimiento capturado como el no capturado están correlacionados en virtud de choques comunes a los procesos autorregresivos espaciales que rigen las variables en la ecuación (15) donde refleja la relación simple de correlación entre choques en u y v en el stock de capital conocimiento k y k° cuando el parámetro escalar $\gamma \neq 0$.

$$\begin{aligned} v &= u\gamma + \varepsilon \\ \varepsilon &\sim N(0, \sigma_\varepsilon^2, I_N) \end{aligned} \quad (15)$$

Por lo tanto, la relación entre capital conocimiento y la productividad total de factores que captura la influencia de elementos inobservados de conocimiento se manifiesta en la función:

$$ptf = \beta k + k^\circ \quad (16)$$

Aplicando las definiciones anteriores entonces surge,

$$ptf = \theta Wptf + k\delta_1 + Wk\delta_2 + \varepsilon \quad (17)$$

Donde se desprende que,

$$\begin{aligned} \delta_1 &= \beta + \gamma \\ \delta_2 &= -(\theta\beta + \phi\gamma) \end{aligned} \quad (18)$$

1.3.3. MODELO DURBIN ESPACIAL

El modelo definido en la ecuación (17) es lo que se conoce como modelo Durbin Espacial (SDM, por sus siglas en inglés) etiquetado por Anselin (1988) se considera parte del modelo de error espacial (SEM) $(I_N - \theta W)ptf = (I_N - \theta W)k\delta_1 + \varepsilon$ como un caso especial cuando primero k y k° no están correlacionadas y, segundo, el parámetro de restricción mantiene $\delta_2 = -\theta\delta_1$.

Hay implicaciones del modelo que se deben considerar, como primero una variable dependiente omitida espacialmente que se correlaciona con la medición del stock de conocimiento en el modelo puede invalidar el parámetro de restricción y permitir que el modelo de regresión espacial deba contener un rezago espacial de la variable ptf . Esto es real, sin embargo, y no es igual a cero, lo que excluye el parámetro de restricción $\delta_2 = -\theta\delta_1$.

Segunda, si la relación del modelo Durbin espacial entre el capital conocimiento y la productividad total de factores es consistente como la muestra de datos, pero no como la relación del modelo SEM, omitiendo los rezagos espaciales de la variable ptf y el capital conocimiento desde el modelo empírico resultarán sesgados y de estimaciones inconsistentes para los parámetros relativos al impacto de capital conocimiento o para la productividad total de factores, el centro de este estudio.

Y la tercera implicación es que el cálculo de la respuesta de la productividad total de los factores a los conocimientos de capital, $\frac{\partial ptf}{\partial k}$, variará dependiendo de qué modelo es el adecuado. En el caso del modelo SDM, $\frac{\partial ptf}{\partial k}$ toma una

forma mucho más complicada y permite capturar los impactos de *spillovers* del conocimiento espacial. Ésta mide el efecto derivado desde un cambio en el capital conocimiento en la región i en la productividad total de factores en otras regiones $i \neq j$. Específicamente, la siguiente ecuación muestra las derivaciones parciales cuando toma la forma de matriz $N \times N$.

$$\frac{\partial ptf}{\partial k} = (I_N - \theta W)^{-1} (I_N \delta_1 + W \delta_2) \quad (19)$$

Se han propuesto medidas escalares de síntesis de la matriz $N \times N$ de impactos directos y acumulativo de tipo *spillovers* espacial derivado de los cambios en la variable explicatoria k sobre el vector de la variable dependiente representando la productividad total de los factores regional. Por acumulación se entienden aquellos efectos secundarios que caen sobre todos los vecinos. Estos efectos señalan que el significado diagonal de la matriz representa las derivadas parciales propias, marcando que hay efectos directos. Los elementos fuera de la diagonal corresponde a las derivadas de parcial transversal, que se pueden resumir en medidas escalares de los efectos *spillovers* acumulados utilizando el promedio de las sumas por fila de los elementos de la matriz.

LeSage y Fischer (2008) señalan un enfoque para calcular las medidas de dispersión que pueden utilizarse para plantear las inferencias sobre la significancia estadística de los efectos directos e indirectos. Esto está basado en los parámetros de simulación de los parámetros de una distribución normal δ_1 , δ_2 , θ y σ_ε^2 , usando los promedios estimados y la matriz de varianza-covarianza.

El modelo se basa en la teoría del crecimiento neoclásico con dos tipos de capital y propone la interdependencia tecnológica entre regiones, ya que se supone que ésta opera a través de las externalidades espaciales causadas por los *spillovers* de conocimientos entre regiones tecnológicamente similares. La transición de la teoría a la econometría produce una forma reducida del modelo empírico que en la literatura de econometría espacial se conoce como modelo Durbin espacial.

La capacidad de una región para hacer uso productivo de los conocimientos de otra región depende del grado de similitud tecnológica entre las regiones. La

similitud tecnológica se mide como la cercanía en el espacio tecnológico generado por una serie de campos tecnológicos. Cada campo de la tecnología tiene un conjunto algo único de las aplicaciones, y los investigadores en los campos tecnológicos son similares a los que interactúan en las organizaciones profesionales.

Se presenta el modelo neoclásico de crecimiento que tiene en cuenta la interdependencia tecnológica entre las regiones tecnológicamente similares. La forma reducida del modelo teórico conduce a una forma reducida asociada con un modelo empírico que en la literatura de la econometría espacial se conoce como la especificación de Durbin espacial del modelo (Fischer, 2009).

El modelo Durbin espacial ocupa una posición clave en econometría espacial. Es la forma reducida de un modelo de dependencia del tipo de corte transversal, pero también puede ser utilizado como el modelo anidado en un enfoque más general de la selección del modelo (Mur y Angulo, 2005).

A partir de esto se tiene la metodología con la cual se va a proceder para formular los modelos que nos ayudarán a establecer la relación entre la productividad y la innovación. A continuación se expone la técnica econométrica que ayudará a diseñar las regresiones necesarias con el tipo de modelo a implementar.

1.3.4. TÉCNICAS DE PANEL DE DATOS

1.3.4.1. Modelo de Panel de Datos

De acuerdo con Mayorga & Muñoz (2000) un modelo econométrico de panel de datos incluye una muestra de agentes económicos o de interés para un periodo determinado de tiempo, esto es, combina tipo de datos de dimensión temporal y estructural.

La dimensión temporal la constituye el análisis de series de tiempo, donde incorpora información de variables y/o unidades individuales de estudio durante un periodo determinado de tiempo, aquí cada periodo constituye el elemento

poblacional y/o muestral. Por otra parte la dimensión estructural representa el análisis de información para las unidades individuales de estudio, en un momento determinado del tiempo; aquí el elemento o unidad muestral no lo constituye el tiempo sino las unidades de análisis.

Uno de los objetivos principales de aplicar esta técnica es el de capturar la heterogeneidad no observable entre los agentes de estudio así como en el tiempo, además de que permite realizar un análisis más dinámico al incorporar la dimensión temporal de los datos, lo que enriquece el estudio, particularmente en periodos de grandes cambios. También ayuda a analizar aspectos de los efectos individuales específicos y los efectos temporales de la información.

En lo que se refiere a los efectos individuales específicos se dice que éstos son aquellos que afectan de manera desigual a cada uno de los agentes de estudio contenidos en la muestra, los cuales son invariables en el tiempo y que afectan de manera directa las decisiones que tomen dichas unidades.

Los efectos temporales serían aquellos que afectan por igual a todas las unidades individuales del estudio pero que no varían en el tiempo.

1.3.4.2. Especificación general del modelo

Se parte del análisis de Mayorga & Muñoz (2000) para presentar el modelo de regresión con panel de datos con la siguiente especificación general:

$$Y_{it} = \alpha_{it} + X_{it}\beta + u_{it} \quad (20)$$

donde $i = 1, \dots, N$; $t = 1, \dots, T$.

El subíndice i representa a la región (corte transversal), t a la dimensión en el tiempo, α el vector de interceptos de n parámetros, β el vector de K parámetros y X_{it} la i -ésima observación al momento t para las K variables explicativas. Donde la muestra total de las observaciones está dado por $N \times T$.

Es en base a este modelo general que se pueden derivar otras variantes de modelos de datos de panel de datos, según ciertos supuestos y restricciones con respecto al valor de algunos de los parámetros.

Dichas variantes se establecen a partir de la especificación general y de acuerdo con la forma en la que incorporan la heterogeneidad no observada, son identificados desde la literatura como los modelos de efectos fijos y de efectos aleatorios.

1.3.4.3. Modelo de efectos aleatorios

Este modelo considera que los efectos individuales están distribuidos aleatoriamente alrededor de un valor dado. Es decir, se considera que el impacto de las variables explicativas así como las características individuales son diferentes.

El modelo se representa así:

$$Y_{it} = (\alpha + \mu) + \beta^1 X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (21)$$

Donde ε_{it} es la perturbación aleatoria que permite distinguir el efecto de cada individuo.

1.3.4.4. Modelo de efectos fijos

Con este modelo se considera que existe un término constante diferente para cada región y que cada uno de los efectos es independiente entre sí. Más específicamente, las variables explicativas afectarán igual a las regiones de corte transversal y cada una se diferencia por características propias, medibles por el intercepto. Por lo que todos los interceptos se asocian con variables *dummy* con coeficientes específicos para cada región, los cuales se deben estimar. Para la i -ésima unidad de corte transversal, la relación es la siguiente:

$$Y_i = i\alpha + \beta X_i + \mu_i \quad (22)$$

Donde el subíndice i representa un vector columna de unos. Se hace notar que en este modelo se presenta una pérdida importante de grados de libertad.

Con el método de efectos fijos la heterogeneidad no observable se incorpora en la ordenada al origen del modelo y con la de efectos aleatorios se incorporan en

el término de error, por lo cual lo que se modifica es la varianza del modelo.

Para el objeto de análisis el método de efectos fijos es el adecuado dado que se trabajará con un conjunto de 31 observaciones sobre múltiples variables en un periodo de 13 años, permitiendo obtener los efectos que tiene cada una de las regiones sobre la variable dependiente.

1.4. CONCLUSIONES

En este capítulo se desarrollaron las bases teóricas y conceptuales de las teorías del crecimiento, la productividad, las patentes y la innovación. También se examinó que la innovación es uno de los factores importantes para el crecimiento regional, así como las patentes son un tipo indicador que permite medir la innovación.

Como parte de los aspectos teóricos se inició describiendo la teoría neoclásica, la cual constituye la base de la teoría del crecimiento endógeno. Es en la teoría endógena donde se basa la investigación debido a que se considera el progreso técnico como endógeno y varios aspectos tales como el capital humano, I&D, *spillovers* de conocimiento, que en conjunto dan la pauta que conducen a la innovación de una región.

Dentro de la teoría del crecimiento se advierte la importancia en cada uno de los modelos descritos de que el crecimiento económico manifiesta distintos factores y desde varios enfoques que impulsan que el elemento de capital humano es el generador o el que incentiva a las mejoras en un sistema económico. Por una parte se advierte que a través de la acumulación de capital humano se puede generar progreso técnico, además de que en conjunto con el capital físico puede predecir la convergencia de las economías regionales, debido a las diferencias presentadas en cada región de estos elementos.

Desde otro enfoque teórico se ve como determinante necesario más no suficiente para alcanzar el crecimiento, esto a través del impulso del cambio tecnológico. Asimismo, en un tercer planteamiento se le ve como detonante del aprendizaje y difusión de mejoras productivas, dado que es a través de ellas que se dan mejores generaciones y transmisión de innovaciones debido a que los

trabajadores aumentan su acervo de conocimientos que conlleva a estar mejor calificados.

De lo anterior se deriva la importancia del enfoque del capital humano en la innovación, concepto central en la investigación, pues es en él donde se basa el objetivo de análisis.

Se detallan los elementos metodológicos que conllevan a la formulación en base de la función de producción *Cobb-Douglas* aumentada que es la herramienta para encontrar los factores como los *spillovers* de conocimiento espaciales, a través del Modelo Durbin Espacial.

Así también se describe la técnica que permite hacer las regresiones de este modelo a través del método de panel de datos con enfoque al modelo de efectos fijos, ya es este tipo de modelo el que permite capturar la heterogeneidad no observable que se incorpora en la ordenada al origen.

En el siguiente capítulo se dan a conocer las diferentes evidencias empíricas a nivel internacional, nacional así como regional de trabajos o contribuciones que se han hecho en el ámbito de estudio de la innovación relacionada con diferentes elementos como productividad y patentes.

CAPÍTULO 2. EVIDENCIA EMPÍRICA DE LOS EFECTOS DE INNOVACIÓN

En este capítulo se exploran las aplicaciones que dieron lugar a una serie de estudios internacionales, nacionales y regionales con el enfoque principal de los efectos y/o impactos que tiene la innovación sobre el producto agregado.

Se inicia la evidencia internacional a través de estudios realizados y la importancia que tienen las patentes como estadísticos para fomentar la invención y el progreso técnico.

Posteriormente, se presentan algunos estudios realizados en México con referencia a analizar la relevancia de los estudios regionales en cuanto a diferentes perspectivas como son la innovación para lograr una transformación que lleve a cambios en las políticas que propicien un verdadero crecimiento, a estudios de tecnología mediante la industria, de innovación regional y las externalidades en una región y los impactos regionales del flujo de patentes en la integración económica.

2.1. EVIDENCIA INTERNACIONAL

En el ámbito internacional se han realizado estudios que indican que parece existir una relación clara entre innovación e incremento del empleo, así como en la productividad, al igual indican que los efectos positivos se ven condicionados a factores exógenos al propio proceso productivo que son la estructura de la

demanda o el entorno institucional, también indican que para aprovechar el potencial de la innovación en términos de incremento del empleo y de la productividad se requiere un marco laboral ágil flexible y moderno (Martín, 2006).

2.1.1. LA INNOVACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

El cambio tecnológico y la innovación juegan un papel importante en el crecimiento económico, hay estudios donde analizan estos vectores a través de la utilización de la función Cobb-Douglas “agregada”, es decir, aquella que introduce el término tecnológico a la función para poder medir los impactos de innovación en el valor agregado o la productividad, dependiendo del caso.

Un ejemplo de ello se consigna en el estudio que realizaron LeSage y Fischer (2008) donde exploraron el papel del capital conocimiento que contribuye a la productividad total de los factores (PTF), así como las diferencias entre las regiones dentro de un marco de regresión. Investigaron el impacto del capital de conocimiento sobre la PTF regional a través del modelo de capital conocimiento, aumentada con una variable de región-cruzada espacialmente rezagada en un conjunto de datos que incluye los *spillovers* del conocimiento.

Su estudio se aparta de considerar el impacto no observado del capital conocimiento regional, un modelo que lleva a un modelo de conocimiento espacial del capital tipo Durbin. La forma de este modelo es además ampliado por la dependencia tecnológica entre las regiones, lo cual les permitió cuantificar el impacto de los *spillovers* del conocimiento que surgen de la proximidad tanto espacial como tecnológica. Para el estudio utilizaron un panel de regiones europeas en un periodo de 1997 al 2002, el cual evaluó la importancia relativa de los *spillovers* del conocimiento contra la proximidad tecnológica regional en la productividad total de los factores.

El modelo Durbin espacial se amplía por la dependencia tecnológica entre las regiones para estimar los efectos indirectos de la proximidad espacial y tecnológica. Los resultados proporcionan una confirmación bastante notable de la función del capital de conocimientos que contribuyen a las diferencias de

productividad entre las regiones, y el hecho de añadir una dimensión espacial es importante para el debate, mostrando los efectos de aumentar la productividad de la difusión de conocimientos con la proximidad geográfica.

Como lo señaló Martín (2006) esta temática es realmente importante dentro del ámbito de la sociedad de la información y el conocimiento tal como muestra la política oficial que la Unión Europea aplica en este sentido y que queda actualmente recogida bajo la iniciativa “2010: Una Sociedad de la Información y el Conocimiento europea para el empleo y el crecimiento”.

En esta línea un segundo caso es el de Cainelli (2008) que hizo un análisis desde un punto de vista econométrico para ver el impacto en la productividad de las actividades de innovación y los efectos de aglomeración y los efectos conjuntos de estas dos fuerzas, pero en este caso lo hace a nivel de empresas estudiando 2,821 empresas que operan en la industria manufacturera italiana durante el periodo de 1992 a 1995 y se basó en la función de producción Cobb-Douglas “aumentada”.

En la que consideran el valor agregado, el número de empleados y el *stock* de capital adoptadas en la función, un agregado relevante aquí es que utilizó el elemento de tecnología (*A*) dependiendo de dos factores un componente interno relativo a las actividades de innovación de las firmas y un componente externo relativo a las ventajas de aglomeración derivadas a la localización en un distrito industrial. Así es como estos componentes los introduce a la función de producción usando variables *dummy*, una en donde si la innovación tecnológica tiene lugar le da valor de 1 ó 0 y la otra que indica si la firma es o no localizada en el distrito industrial.

Cainelli (2008) explicó y discutió pruebas simples para determinar si el crecimiento en la productividad de las firmas, entre diferentes tipologías de distritos de firmas o no distritos eran estadísticamente diferentes. Encontró que los distritos de firmas que tienden a introducir productos de innovación muestran valores altos de crecimiento en la productividad, mismos que son estadísticamente diferentes a las firmas que no pertenecen a un distrito.

De acuerdo con sus resultados los beneficios de la aglomeración de distritos específicos y la introducción de nuevos productos o mejora "significativa" de los ya existentes son los principales motores de la ventaja competitiva de las empresas manufactureras italianas.

También obtuvo resultados que indican que los miembros de las firmas manufactureras de un distrito industrial tienen un efecto positivo en el crecimiento de la productividad, por lo que las fuerzas de aglomeración de un distrito específico son un conductor fundamental para conseguir las ventajas competitivas.

Otro resultado relativo es que el rol de las actividades de innovación en la productividad es muy complejo, ya que en sus resultados la variable que representó a la innovación tecnológica es positiva pero estadísticamente no significativa.

La relación entre las fuerzas de aglomeración de un distrito específico y la innovación de productos la analizó desde el punto de vista entre la oferta y la demanda. A partir del factor oferta se ve el término de rivalidad, ya que la rivalidad entre firmas similares en un medio local será más intensiva y creará un apresuramiento por innovar en orden del rival más listo, esto es relativo al factor de localización de una firma para ser más visibles que otras, de modo que es más fácil monitorear. En términos de la demanda el elemento crucial está dado por la segmentación y la necesidad de las firmas del distrito para posicionarse en la categoría alta a fin de evitar la competencia de productores extranjeros que se puedan beneficiar de menores costos laborales.

Otro caso de estudio de difusión del conocimiento utilizando patentes es del Jaffe (1993) donde comparó la localización geográfica con las patentes citadas, como evidencia del alcance de los *spillovers* del conocimiento, los cuales demostró son geográficamente localizados.

El autor examinó las solicitudes recibidas por patentes citadas a universidades y también las asignadas a una muestra de patentes corporativas calculando la frecuencia del (*matching*) comparación geográfica entre las citas y las originarias de las patentes, y entre los controles y las originarias de las

patentes. El estudio lo realizó con 2 conjuntos de individuos de una población que comparten la experiencia: “originarios” de las patentes, una que consiste de solicitudes de patente de 1975 y otra de 1980, incluyendo todas las patentes aceptadas a las universidades de Estados Unidos (EU) y a dos muestras de empresas de ese mismo país, elegidas para comparar las patentes de universidad por fecha de aceptación y distribución tecnológica.

La idea principal de este documento es comparar la localización geográfica de las citas con las patentes originarias que ellas citan. Las muestras de control diseñadas permiten obtener un contraste claro del alcance hacia las cuales las solicitudes de patente son localizadas. Encontraron evidencia significativa de que las citas son aún más localizables de lo que podríamos esperar basándose en la pre-existente concentración de la actividad tecnológica principalmente en los primeros años después de haberse originado la patente. Los estudios de caso de dichas patentes y sus citas podrían resultar altamente informativos acerca de los mecanismos de transferencia del conocimiento y del alcance que las citas tienen correspondientes a las externalidades en un sentido económico.

2.2. EVIDENCIA NACIONAL Y REGIONAL

El Banco Mundial (2007) en un análisis para México se plantea la cuestión de si el desarrollo económico parece haberse estancado, por lo que a manera de respuesta se analizan los diferentes sectores, con lo que se aborda que es necesario una reestructuración del gasto gubernamental en una serie de sectores que podrían resultar clave para propiciar una fase de mayor crecimiento. Uno de estos sectores es en el área de productividad en donde se señaló que el origen del lento crecimiento y el rezago en los salarios está en el hecho de que la productividad en México no ha crecido en los últimos quince años. Dado lo anterior se tratan cuatro temas relevantes que impactan la productividad para el caso de México.

2.2.1. PRODUCTIVIDAD Y SU RELACIÓN CON LA TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Con respecto a la productividad, autores como Hernández (1993) han estudiado su evolución en México desde 1970. El autor menciona que la productividad ha sido abordada en varios estudios con mayor o menor profundidad tanto desde el punto de vista dinámico, como de sus niveles y para comparaciones internacionales.

Entre sus conclusiones destaca que el desempeño de la Productividad Total de los Factores (PTF) fue poco satisfactorio en la economía mexicana durante las dos últimas décadas a partir de 1970, de hecho fue inferior a la registrada por la mayoría de los países desarrollados y los de reciente industrialización.

Kim (1997) abordó la productividad y sus efectos desde la perspectiva de la apertura comercial y la inversión extranjera directa del sector manufacturero mexicano. Hizo un análisis con un método paramétrico para investigar los elementos que influyen en el incremento de la productividad de las ramas y los factores que determinan la productividad de las empresas. En su análisis alcanzó conclusiones importantes como el hecho de que las ramas con mayor participación de capital extranjero proveniente del resto del mundo fueron las que observaron el aumento más grande en su productividad, algunas ramas empezaron a crecer a un ritmo más dinámico que otras y esto tuvo que ver con un incremento en la competencia entre las empresas, ya que se introdujeron avanzadas tecnologías para mejorar la eficiencia y ello benefició a las empresas nacionales generándoles externalidades como mejora de la productividad debido a la competencia y difusión de nuevas tecnologías de producción y técnicas de operación. Aquí el aumento de la productividad fue desagregado en el avance tecnológico y la ganancia en la eficiencia en lo cual las ramas con mayor avance tecnológico fueron las que mejoraron más en eficiencia.

Por otra parte, Partida (1997) analizó la reestructuración tecnológica en México mediante un estudio de caso de la industria electrónica: el caso de la firma IBM, desde la perspectiva que se aplicó una política tecnológica en pos del desarrollo económico e industrial de México y que la apertura comercial y la

innovación tecnológica serían los elementos clave para consolidar una planta productiva orientada a la actividad exportadora para obtener mayor competitividad.

La hipótesis planteada sugiere que la tecnología no es determinante en la reestructuración de las empresas en México, ya que está orientada más a las transformaciones de los procesos productivos, la organización del trabajo y la creación de nuevas relaciones industriales, se sustenta en los supuestos de que la generación de tecnología en México es baja y que la industria nacional o transnacional en México no genera tecnología propia, por lo que debe de adquirirla en el exterior.

Por lo que todas estas implicaciones de la tecnología en México nos llevan a ver la importancia que tiene el sentido de la innovación en el sector productivo.

Una síntesis de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo económico (OCDE, 2009) señaló a la innovación como pieza importante para el desarrollo económico así como del crecimiento de la productividad, por lo que se promueve la inversión en innovación como estrategia que toman los países suscritos a la OCDE con resultados positivos. Se exploraron las políticas nacionales y de los estados como una forma de mejora en la innovación regional.

Derivado de lo anterior se suscitan algunos puntos principales en México, que muestra un panorama en cuanto a factores favorables para la innovación:

- Se destina un 0.5 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) a la actividad de I&D.
- Hay disparidades en cuanto a los niveles de ingreso y productividad e incluso con estadísticos relacionados con la innovación. Esto conlleva a que los objetivos puestos en marcha no pueden generar el mismo resultado en todos los estados. Dado que hay estadísticos que confirman las disparidades productivas de que el 90 por ciento de flujos de inversión extranjera directa (IED) en México están concentradas en la región centro y frontera norte. Se supone entonces que las grandes empresas manufactureras (GEM) y la IED producirán externalidades tecnológicas mediante los gastos en ciencia y tecnología (C&T), mayor productividad y

salarios más altos. Eso no necesariamente se cumple ya que las ramas de las GEM sin IED representan el coeficiente de gasto en C&T más alto, es decir, un 6 por ciento del PIB donde la productividad y los salarios por trabajador son más elevados en las empresas que tienen menos de 50 por ciento de IED.

- La especialización en todas las entidades mexicanas ha aumentado desde que se suscribiera al tratado de libre comercio de América del norte (TLCAN), aunque se refleja más en las regiones de la frontera norte y las economías regionales más importantes muestran mayores niveles de especialización entre industrias manufactureras.

Punto destacable ya que dentro de su análisis la OCDE muestra un vínculo positivo entre la productividad y la especialización de los estados de México, es decir, un vínculo positivo entre productividad y formación de capital humano.

- Una alta concentración de insumos y productos relacionados con la innovación contribuye a ahondar más las diferencias regionales en cuanto a competitividad y, por ende, el desempeño económico. Se destaca también que debido a la falta de datos subnacionales los estados mexicanos no pueden compararse cuantitativamente tan fácilmente como otras regiones de la OCDE en cuanto a la innovación regional. Pauta relevante que refuerza el análisis en cuanto a utilizar el sistema de patentes como estadístico que permite la comparación de la innovación regional ya que estos reconocen diversos aspectos del cambio tecnológico. Se destaca la importancia de los *clusters* para formar un sistema de innovación regional más amplio, donde el conocimiento se cree, se difunda y se aplique para obtener un fuerte desempeño y tener externalidades positivas en una región vecina, donde lo contrario, es decir, un pobre desempeño de una región puede tener externalidades negativas para una contigua. Importancia que no se da en México, ya que no se apoya a los *clusters* ni a los sistemas de innovación regionales.

Con ello señalaron la importancia de las políticas de desarrollo regional debido a que pueden aminorar parcialmente las desigualdades en todo el territorio

nacional al abordar asuntos de equidad y de eficiencia.

2.2.2. ESTUDIOS DE INNOVACIÓN A TRAVÉS DE PATENTES

Aboites (2003) en uno de sus análisis estudió a las patentes y la innovación a través del sistema de patentes bajo el impacto de la armonización de los derechos de propiedad intelectual. Trata de ver las tendencias de desarrollo de patentes en el mundo a través de los países miembros de la OCDE donde se indicó que la solicitud de patentes externas se multiplicó más de dos veces en el periodo de estudio e indicó un incremento que muestra el inmenso flujo de patentes de los sistemas nacionales de innovación de los países industrializados que buscaron validación comercial tecnológica en otras regiones. La liberalización de los flujos externos de patentes está asociada con fuerte crecimiento del comercio mundial, al sensible aumento de la I&D y a la liberalización de los flujos de tecnología donde aquéllas juegan un papel central.

La intensificación de los flujos de patentes externas es un rasgo más de la profundización de la globalización comercial y productiva, que es una expresión de las estrategias tecnológicas, productivas y comerciales de las empresas transnacionales. Es decir, la actividad innovadora de éstas se realiza principalmente en el país de origen para después desplegarse hacia el exterior, en forma de títulos de propiedad intelectual y otras vías (Aboites, 2003).

Asimismo, Aboites (2003) señaló que el TLCAN puesto en marcha a partir de 1994 influyó de manera decisiva en el comportamiento de los flujos de patentes de residentes y no residentes. Se nota un predominio creciente de las solicitudes de no residentes; tendencia que se acentuó notablemente a partir del año de inicio de la negociación del Tratado y con los cambios en la legislación de los derechos de propiedad intelectual (1990 y 1991, respectivamente). Así, en 1983 las solicitudes de no residentes representaban el 84 por ciento del total, mientras que para 1999 alcanzarían el 96 por ciento.

En resumen, puede afirmarse que durante la negociación del TLC y su inicio, el sistema de patentes mexicano estuvo caracterizado por un fuerte flujo de

patentes de no residentes, así como por un constante descenso en la actividad de inventores y empresas mexicanas; sin embargo, esta situación no parece guardar relación con el TLCAN. Los rasgos que caracterizan el comportamiento del sistema de patentes mexicano sugieren una tendencia a divergir con dicho sistema. Lo anterior se refuerza cuando se observa que las solicitudes de patentes externas no aumentaron sensiblemente entre los dos subperiodos de estudio.

Soria (2003), por su parte, aportó al análisis de las patentes con su estudio de las tendencias de las patentes externas de México hacia Estados Unidos Americanos (EUA) donde su objetivo fue analizar la evolución del flujo de tecnología patentada en la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO) por agentes innovadores mexicanos en las últimas dos décadas. El estudio es importante, en virtud de las siguientes dos razones:

- Los economistas en México no conocemos con precisión el fenómeno y la forma en la que se configuran los procesos de la innovación tecnológica.
- No hay suficientes fuentes de información precisa y detallada acerca de ciertos aspectos de estos procesos. Una fuente en especial, son los sistemas comerciales, nacionales, internacionales o regionales de patentes. En el caso de México, las patentes representan piezas importantes de evidencia detallada sobre actividades innovadoras y de cooperación inventiva en mercados extranjeros, que no es posible obtener de otra manera.

Soria (2003) dio la perspectiva de uso de patentes como indicador de innovación y mostró las características y tendencias de la cooperación inventiva expresada en patentes y presentó el enfoque de las redes internacionales de innovación.

Dentro de los estudios regionales se encuentra el realizado por Germán-Soto y Gutiérrez (2008) en donde analizaron si el flujo de patentes en México experimentó un cambio estructural desde la apertura en los años noventas. Investigan los impactos regionales de esa tendencia y las variables más influyentes en ese proceso. Señalaron que la transferencia de tecnología y las

patentes han sido escasamente estudiadas y consideran el sistema de patentes como crucial ya que refleja una nueva fase de la integración económica en México como un resultado de la transformación experimentada por la economía mexicana al proceso de integración mundial.

Se basaron en la hipótesis de que los derechos de propiedad intelectual produjeron una inflexión en la capacidad del sistema de patentes para expandir y asimilar la información tecnológica donde señalan que esta puede ser una de las razones que explican por qué la desigualdad regional mexicana está aumentando. Se usaron dos modelos de datos de recuento, donde la variable dependiente es la solicitud de patentes registrada en cada estado de México durante el periodo 1994 a 2006 y las variables explicativas son la IED y el nivel de educación para investigar cómo el cambio estructural en la solicitud de patentes afecta a la actividad innovadora en el ámbito regional.

Los autores encontraron que en México se ha dado un cambio estructural referente a la innovación, dadas las concentraciones geográficas de IED que explican la desigualdad en el ingreso regional, por lo tanto, el aprendizaje tecnológico evolucionó ya que se halla muy relacionada a la concentración de empresas multinacionales. Demostraron que las regiones con menos actividad innovadora también tienen tasas menores de crecimiento, siendo esto consistente con lo que predicen las teorías del crecimiento económico.

En otro estudio los autores Germán-Soto, Gutiérrez & Tovar (2009) analizaron los factores que inciden en el proceso mexicano de innovación regional por medio de una regresión de datos de conteo. Destacan que la inversión foránea y el nivel educativo juegan un papel decisivo sobre el proceso de innovación, siendo estos factores de efectos positivos y significativos. Sin embargo, el proceso de innovación lo describen como altamente dependiente de la localización geográfica y del registro de patentes de las empresas multinacionales.

Siendo la localización geográfica presenta un patrón, ya que es en el centro y en el occidente del país en los que se detectaron mayores procesos de innovación tecnológica.

Un estudio más reciente de Germán-Soto & Gutiérrez (2010) analizan si se ha gestado un cambio estructural en el flujo de patentes en México debido a las reformas institucionales y políticas económicas utilizando series de aplicaciones de patentes de residentes y no residentes del país con una metodología de series de tiempo y prueba de raíz unitaria. Su objetivo fue estudiar si los flujos de patentes han sufrido un cambio estructural desde la apertura comercial.

Señalaron que si no se toma en cuenta la presencia de quiebres estructurales se pueden dar conclusiones engañosas de los resultados, ya que estos se dan por los cambios que se han presentado en la actividad económica mexicana en dos periodos. Punto relevante a señalar es consideran a las multinacionales como factor de generación de más actividad innovativa, estableciéndose estas a partir de las reformas liberales que se dieron en el país. Ya que son las que trajeron transferencia de tecnología, y las que más patentan.

Dentro de sus resultados reafirman el hecho de que la economía mexicana está en un proceso de aprendizaje tecnológico, siendo una de las causas las reformas hechas desde 1980. Así como, la existencia de un vínculo entre la innovación y la liberalización del comercio, dado que a partir de la liberalización se dio un aumento de captación de inversión que fue dirigido a la formación de multinacionales y con ello el aumento del número de patentes.

En el análisis de la información sobre México se tienen algunos estudios de la productividad, la innovación y cómo se hallan ligadas a la creación de patentes, pero cada una de ellas corresponde a estudios separados, por tanto será conveniente ver la importancia de ligar las tres.

2.3. CONCLUSIONES

En este capítulo dos se presentó evidencia empírica a nivel internacional y a nivel regional con respecto a la importancia y el impacto que conlleva la innovación regional.

En el estudio de la literatura a nivel internacional presentada muestra que existe evidencia de que la introducción de la innovación en productos o procesos

contribuye de manera positiva al crecimiento de la productividad.

El impacto del conocimiento en la productividad regional viene influenciado positivamente por la proximidad espacial y tecnológica entre las regiones. Importan aspectos como la localización, la aglomeración y la ubicación geográfica para mayor generación de innovación.

Se observa el uso de estadísticos de patentes en varios de los estudios y cómo son las fuentes que arrojan información, los cuales pueden reflejar los flujos de conocimientos ligados a las concentraciones de la actividad innovadora.

Se muestra una creciente ola de interés por saber y cuantificar los efectos que causan en la productividad de un país, ya que éste es uno de los aspectos más relevantes para el estudio de la economía de un país. Por lo tanto, el cuadro 3 presenta un resumen de los trabajos recientes en cuanto a la temática de los impactos en la productividad generados por la innovación y el conocimiento.

Cuadro 3. Trabajos de impactos de la innovación.

	LeSage y Fischer (2008)	Cainelli (2008)
Área de Estudio	Regiones Europeas	Italia
Estudian	Capital conocimiento que contribuye a la productividad por regiones	Actividades de Innovación y aglomeración que impactan a la productividad de empresas pertenecientes a un distrito.
Analizan	Dependencia geográfica y tecnológica	Aglomeración de las empresas vs. Las que no pertenecen
Evalúan	Impactos de <i>spillovers</i> de conocimiento	Impactos de innovación y aglomeración
Tipo de metodología	Modelo Espacial Durbin	Modelo econométrico y estadístico
Resultados	Evidencia que confirma la	Las empresas

función de capital de conocimiento contribuye a las diferencias de productividad entre regiones.	pertenecientes a distritos aglomerados tienen efectos positivos en la productividad. La innovación es el motor de la ventaja competitiva.
--	---

Fuente: Elaboración propia

A nivel nacional se reflejan estudios de productividad con diferentes indicadores tales como la IED, patentes, escolaridad; hace ya varios años se viene gestionando el uso de la tecnología y las implicaciones que conlleva su uso en las firmas e industrias mexicanas, aunque el efecto de la innovación propiamente en la productividad no se ha estudiado como tal.

A nivel regional el estudio de la innovación tecnológica se percibe como pieza importante en reflejar el cambio estructural por la evolución de concentraciones de aprendizaje tecnológico, también que las firmas que tienen actividad innovadora tienen mejores tasas de crecimiento de las que no.

Estos estudios exponen la importancia de las actividades innovadoras en la economía, de los que se derivan un interés por ahondar más en las tendencias de esta actividad.

CAPÍTULO 3. LA RELACIÓN ENTRE LA INNOVACIÓN Y LA PRODUCTIVIDAD EN MÉXICO

En este capítulo se presenta el método teórico de la función de producción Cobb-Douglas regional, siendo en ella donde se fundamenta la relación de capital y trabajo, donde a través de una transformación se llegó al modelo de la regresión espacial del capital conocimiento.

Se procedió a implementar esta función empíricamente para el caso mexicano a través de las variables PEA, PIB de cada entidad federativa y el *stock* de capital.

Considerando las variables necesarias para la construcción del modelo en una tercera sección se detallan las fuentes de información utilizadas en la construcción de las variables que llevan a conformar la base de datos para el periodo de 1994 a 2006 en 31 regiones mexicanas.

En la cuarta sección se muestran los métodos utilizados para efectuar el análisis del SDM, ésta fue la técnica de panel de datos variando los supuestos respecto a la interacción.

En una última sección se muestran los resultados y las pruebas que se hicieron del SDM, para ello se consideraron dos modelos, uno para explicar los impactos de la innovación, de la productividad conocimiento y las dependencias en cuanto a innovación y la productividad en la productividad laboral, el otro modelo para explicar los impactos de la innovación, la productividad laboral y

dependencias espaciales de productividad e innovación en la productividad conocimiento.

3.1. EL MÉTODO TEÓRICO DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN Y LA ESPECIFICACIÓN ECONÓMÉTRICA

Como se mencionó en el capítulo dos la idea básica del modelo Durbin espacial permite los impactos de *spillovers* de conocimiento espacial, y permite medir el efecto derivado desde un cambio en capital conocimiento en la región i en la PTF en otras regiones $j \neq i$.

Este se deriva a partir de la función de producción Cobb-Douglas regional aumentada expresada en la ecuación (23),

$$X_{im} = L_{im}^s C_{im}^{1-s} \quad (23)$$

Donde,

L representa al trabajo, C al capital físico, s al factor observado proporcional de un coeficiente real de trabajo.

Dado lo anterior se puede definir el logaritmo de la productividad total de factores de la región i en el tiempo m de la siguiente manera,

$$ptf_{im} = y_{im} - \alpha_1 l_{im} - (1 - \alpha_1) c_{im} \quad (24)$$

La ecuación 24 denota que la productividad total de factores es igual a la diferencia entre la productividad total y los componentes de capital físico y trabajo, donde se desprenderá que entonces depende sólo de la contribución del capital conocimiento y no del nivel de otros insumos:

$$ptf_{im} = \beta k_{im} \quad (25)$$

Donde,

ptf_{im} denotada como el logaritmo de la productividad total de factores en una relación bastante simplista, siendo una producción Cobb-Douglas tecnológica con

rendimientos constantes de escala con respecto al capital físico y trabajo.

Esta relación de la muestra es un punto conveniente que permitirá un modelo de regresión espacial de capital conocimiento observable, mostrando la dependencia espacial y la no-cero covarianza.

De acuerdo al énfasis que tiene el modelo con la transmisión de conocimiento asumiendo que las regiones tienen accesos a los recursos del conocimiento de sus vecinos regionales se puede expresar la relación (26) en forma de matriz, donde cada elemento va reflejando las observaciones de forma transversal en la productividad total de factores y el capital conocimiento, respectivamente, en un mundo de N regiones, el vector de capital conocimiento k sigue un proceso autorregresivo espacial de la forma,

$$\begin{aligned} k &= \phi Wk + u \\ u &\sim N(0, \sigma_u^2, I_N) \end{aligned} \tag{26}$$

De la ecuación 26 se desprende entonces que W representa una matriz de peso (o ponderación) espacial que permite representar la combinación lineal de los elementos del vector k asociado con las ubicaciones vecinas.

El *stock* de capital capturado y no capturado tienen el mismo comportamiento por lo que la relación entre capital conocimiento y la productividad que captura la influencia de los elementos observados e inobservados se manifiesta en la siguiente función conocida como el modelo Durbin espacial,

$$ptf = \theta Wptf + k\delta_1 + Wk\delta_2 + \varepsilon \tag{27}$$

Partiendo de la ecuación 27, siendo el modelo central de la investigación, se procede a la formalización del modelo, con las variables construidas para las regiones mexicanas.

3.2. IMPLEMENTACIÓN EMPÍRICA DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

La medida de la Productividad Total de Factores (PTF) surge de la función de producción Cobb-Douglas regional en la forma normal de producción por unidad

de trabajo y el capital físico combinado, con rendimientos constantes a escala. Usando el PIB de cada entidad federativa dividido entre la Población Económicamente Activa (PEA) regional para crear una base datos de índice de productividad per cápita como medida del producto y_{it}

$$\frac{PIB\ estatal}{PEA} = \text{Índice de productividad per cápita} \rightarrow y_{it} \quad (28)$$

De lo anterior partimos para obtener la productividad conocimiento ptf_{it} .

El índice de productividad per cápita se introdujo en la función de producción Cobb-Douglas,

$$PTF = L_{it}^{\alpha} C_{it}^{(1-\alpha)} \quad (29)$$

En donde mediante la aplicación de logaritmos se resta la PEA (l) y el stock de capital (c), para obtener la productividad conocimiento, $ptf_{it} = \ln y_{it} - \alpha \ln l_{it} - (1-\alpha) \ln c_{it}$, y el término α se tomó con el valor $\frac{1}{3}$ dadas las consideraciones teóricas donde el rendimiento del capital físico sobre la productividad es de $\frac{1}{3}$.

Estas consideraciones se dieron dado que la distribución de la renta nacional entre capital y trabajo durante un largo periodo de tiempo se han mantenido constantes, empíricamente la renta del trabajo en EU ha representado alrededor de 0.7 de la productividad (Mankiw, 2004).

Entonces obtenemos la relación básica entre la PTF y el capital de conocimientos, conocida como la relación del modelo de conocimiento capital:

$$\ln PTF = \beta \ln K \quad (30)$$

Relación de la cual se desprenden los modelos donde se utilizan las variables de productividad conocimiento, *stock* regional de conocimiento e ingreso en los modelos Durbin Espacial considerados para los propósitos de esta investigación:

$$\text{Modelo 1: } \ln y_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln ptf_{it} + \beta_3 \ln pat_{it} + \theta_1 y_{it} W + \theta_2 pat_{it} W + u_{it} \quad (31)$$

Donde la variable dependiente y_{it} es la productividad per cápita, siendo las variables explicativas ptf_{it} la productividad conocimiento, pat_{it} patentes solicitadas, $y_{it}W$ es la variable de dependencia espacial en cuanto a productividad per cápita, y $pat_{it}W$ la variable de dependencia espacial en cuanto a patentes.

$$\text{Modelo 2: } \ln ptf_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln pat_{it} + \beta_3 \ln y_{it} + \theta_1 pat_{it}W + \theta_2 y_{it}W + u_{it} \quad (32)$$

En este modelo la variable dependiente es ptf_{it} la productividad conocimiento, y como variables explicativas están pat_{it} las patentes, y_{it} la productividad per cápita, $pat_{it}W$ la variable de dependencia espacial en cuanto a patentes y $y_{it}W$ la variable de dependencia espacial en cuanto a productividad per cápita. Donde, W representa la matriz de contactos espaciales rezagada espacialmente que nos dará la contigüidad física, es decir, las respectivas vecindades.

Los resultados del modelo nos permitirán ver cuáles son las regiones con mayor influencia de sus vecinos geográficos.

Se observa la importancia de la matriz de contactos espaciales, la cual se construyó usando el criterio de contigüidad espacial de cada una de las entidades federativas, en donde se toma el valor 1 si j es vecino de la entidad i y 0 cuando j no tiene vecindad con i , es decir, obtenemos la matriz W en la cual se señala qué estado tiene vecindad con cuál estado. Obtenida la matriz W se empleó la sumatoria por fila, con la que se construyó otra matriz W_e en donde cada término de la matriz que contiene 1 se dividió por el resultado de la suma de filas y así se estandarizó la influencia que cada vecino tiene sobre una entidad.

Por otro lado, se obtuvo una matriz de la tasa de crecimiento de las variables productividad conocimiento, patentes e ingreso regional por año, las cuales se estimaron como a continuación se observa en las ecuaciones:

para la capital conocimiento: $\ln ptf_{it1} - \ln ptf_{it} = \text{tasa de crecimiento de } ptf_{it}$

para la patentes: $\ln pat_{it1} - \ln pat_{it} = \text{tasa de crecimiento de } pat_{it}$

para el ingreso: $\ln Y_{it1} - \ln Y_{it} = \text{tasa de crecimiento de } Y_{it}$

Teniendo la matriz W_e y la matriz de tasas de crecimiento para cada una de las variables se realizó la multiplicación de la matriz W_e por la columna correspondiente a cada año de la matriz de la tasa de crecimiento, de la cual se obtuvo una matriz por cada año, donde se empleó una sumatoria por fila, el resultado de tal sumatoria es W_t , agrupando cada W_t obtenemos la matriz que se utilizará para cada uno de los dos modelos Durbin espacial.

3.3. MUESTRA DE DATOS

Se usó un panel de datos de las 31 entidades federativas de México como regiones del periodo 1993 a 2006 para estimar los modelos. La base conformada fue con los 32 entidades federativas, y para efectos de disminuir el sesgo de estimación en el conjunto de datos se retiró una de las entidades, el Distrito Federal.

Esta entidad, que es la capital del país, concentra en mayor medida las actividades innovadoras, establecimientos y capital humano. Un ejemplo de ello es que representa casi el 40 por ciento de las patentes solicitadas, por lo que de considerarse no se reflejaría el efecto real de los demás estados generando un sesgo en las estimaciones, dado que generaría también una gran diferencia entre el valor esperado de los estimadores y el valor verdadero del parámetro en las regresiones econométricas, por lo que se decide excluir esta región.

Los datos se extrajeron de fuente de bases del Banco de Información Económica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), del Consejo Nacional de Población (CONAPO), los Censos Económicos (CE) de 1988, 1993, 1998, 2003 y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), siendo el Producto Interno Bruto por entidad federativa a precios de 1993, la Población económicamente activa (PEA), los activos fijos netos (AFN) y las patentes solicitadas (PAT), respectivamente, para construir las variables productividad del conocimiento, stock de capital y un índice de desempeño de la innovación.

El stock de capital físico no está disponible como tal, por lo que se realizó

una serie de estimaciones para obtenerlo, con la base de activos fijos netos de los CE. Mediante un procedimiento por interpolación considerando la tasa de crecimiento entre los datos censales. Obtenida esta tasa se multiplicó por el año inicial, haciendo la sumatoria a la misma cantidad para obtener el año posterior, así sucesivamente para cada dato censal hasta 2003. Para los años 2004 a 2006 se aplicó el criterio de usar el mismo comportamiento que tuvo el PIB en su crecimiento para los mismos años, de este modo se obtuvo toda la muestra de 1988 a 2006.

Efectuado lo anterior se aplicó el método de *inventario perpetuo acumulado*, restando a cada dato una tasa de depreciación, utilizando una tasa para cada estado. Esta tasa de depreciación se tomó del trabajo de investigación realizado por Germán-Soto (2008) en el cual se derivaron los stock de capital industrial de cada entidad federativa mediante la relación entre empleo e inversión fija bruta. En el trabajo se derivaron algunos factores como el factor λ que representa los años promedio de depreciación exhibida en cada estado durante el periodo de 1960-2003. Este factor se aplicó al año inicial, en este caso a 1989, para el siguiente año se acumuló la cantidad anterior más la cantidad en la que creció el activo fijo de un año a otro, a la cantidad obtenida se le aplicó el factor λ , en cada uno de los años se aplicó el mismo criterio, con el cual, se obtuvo el stock de capital.

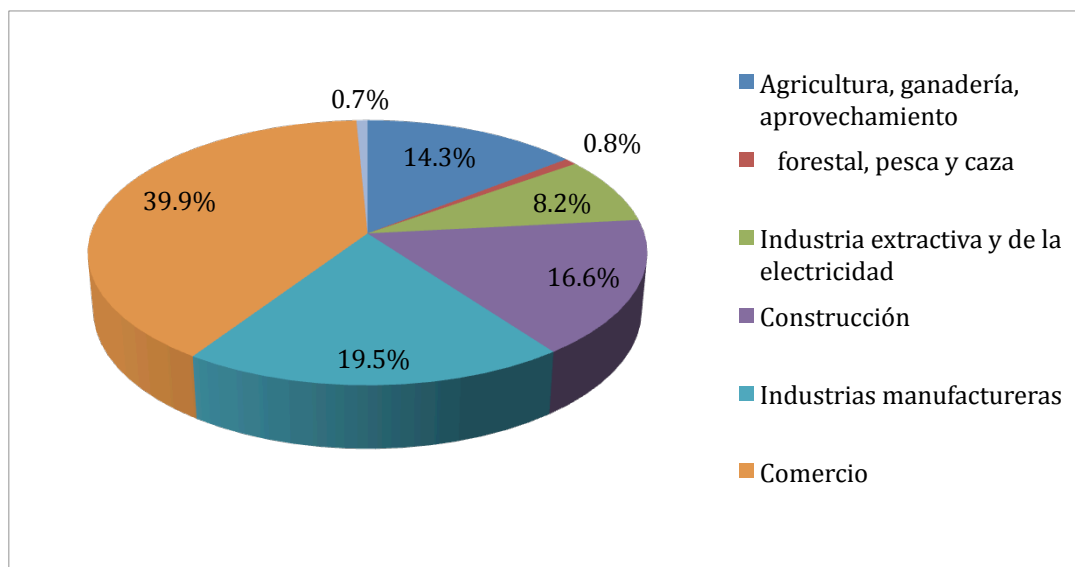
Para formar la base de datos de la PEA se aplicó el mismo criterio de interpolación que en la variable de AFN. Se utilizó la PEA disponible en CONAPO, de los años 1993 a 2006, debido a que refleja la población de 14 años y más edad que está apta para el trabajo y que realiza algún tipo de actividad económica o que busca activamente hacerlo.

Para 2006 representó el 40 por ciento aproximadamente, 19.46 y 16.60 por ciento de la ocupación en los sectores de servicios, comercio y manufactureros respectivamente, donde vemos trabajadores profesionistas y técnicos, generalmente semicalificados o calificados y el 13.96 por ciento de los sectores agropecuarios, siendo este tradicionalmente de trabajo menos calificado (Figura 8).

La variable explicativa, el stock regional del conocimiento, fue construida a

través del uso de la variable de patentes solicitadas acumuladas (ésta se usó como proxy del incremento del conocimiento) a la vez como un índice de desempeño de innovación.

Figura 8. Población ocupada por gran división de actividad económica en el 2006



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo de INEGI

Como señalan LeSage & Fischer (2008) las patentes tienen la ventaja comparativa de ser un resultado directo de los procesos de I&D. También los datos de las patentes son números de solicitudes de patentes corporativas y éstas cubren las invenciones de nuevos y útiles procesos, máquinas de manufacturas y las composiciones de la materia. La base de datos de patentes fue extraída del sistema de información del CONACYT y consisten en patentes acumuladas por entidad federativa.

3.4. METODOLOGÍA DE PANEL DE DATOS

Al utilizar el método de panel de datos la misma unidad transversal se estudia a lo largo del tiempo, es decir, se presentan la dimensión del espacio y la del tiempo.

Puesto que los datos relacionan estados a lo largo del tiempo no existe límite alguno para la heterogeneidad en estas unidades. Las técnicas de estimación de

datos en panel pueden tener en cuenta de manera explícita tal heterogeneidad, al permitir la existencia de variables específicas individuales, como se verá más adelante. Se utiliza el término “individuales” en un sentido genérico para incluir microunidades como individuos, empresas, estados y países, en este caso entidades federativas.

Al estudiar la sección transversal repetida de observaciones, los datos en panel resultan más adecuados para estudiar la dinámica del cambio.

Como se menciona en Gujarati (2004) este método permite estudiar modelos de comportamientos más complejos. Por ejemplo, fenómenos como las economías de escala y el cambio tecnológico pueden manipularse mejor con panel de datos que por los datos puramente seccionales o de series de tiempo.

Se utilizó modelo de panel de datos dado que las estimaciones están basadas en una muestra de dimensión temporal y transversal cada una de 13 años. Al usarla mediante efectos fijos se considera que existe un término constante diferente para cada individuo (entidad) y supone que los efectos individuales son independientes entre sí.

El interés en el primer modelo es descubrir cómo la productividad (y_{it}) depende o se relaciona con la productividad conocimiento (ptf), de las patentes (pat) y de las variables de vecindad espacial tanto de productividad ($Wptf$) como la de patentes ($Wpat_{it}$).

En el caso del segundo modelo, la idea fundamental es revelar cómo la productividad conocimiento (ptf) depende de las patentes (pat), la productividad (y_{it}), así como de las vecindades espaciales de productividad ($Wptf$) y de patentes ($Wpat_{it}$).

En cada modelo se consideraron los datos de 31 entidades federativas (como regiones), disponiendo de los datos de cada una de las entidades respecto a las variables citadas, para el periodo 1994-2006. En consecuencia, existen 31 unidades transversales y 13 periodos en total, por lo tanto se tienen 403 observaciones. A priori, para el primer modelo se espera que y_{it} esté relacionado

de manera positiva con ptf , pat , $Wptf$ y $Wpat_{it}$, y un comportamiento similar se espera dentro del segundo modelo.

Agrupando las 403 observaciones se puede expresar la función de productividad laboral como:

$$\ln y_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln ptf_{it} + \beta_3 \ln pat_{it} + \theta_1 y_{it} W + \theta_2 pat_{it} W + u_{it} \quad (33)$$

y la función de productividad conocimiento como:

$$\ln ptf_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln pat_{it} + \beta_3 \ln y_{it} + \theta_1 y_{it} W + \theta_2 pat_{it} W + u_{it} \quad (34)$$

$$i = 1, \dots, 31$$

$$t = 1994, 1995, \dots, 2006$$

Donde i significa la i -ésima unidad transversal y t el tiempo, en este caso como cada unidad transversal tiene el mismo número de observaciones de series de tiempo, entonces estamos en presencia de un panel balanceado.

Para el cálculo de las funciones (33) y (34) se utilizó el método de efectos fijos ya que se supone en este modelo que la intersección y los coeficientes de las pendientes son constantes respecto al tiempo y el espacio, y que el término error expresa las diferencias en el tiempo y en los individuos. Asimismo el modelo se considera que las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y que éstas se diferencian por características propias de cada una de ellas, medidas por medio del intercepto.

Siendo el anterior el enfoque más simple y sencillo dado que se omiten las dimensiones del espacio y el tiempo de los datos, se estimó entonces la regresión, es decir, se apilaron las 13 observaciones para cada región, una encima de la otra, para cada una de las variables en el modelo.

3.5. RESULTADOS DE LAS ESTIMACIONES Y PRUEBAS DEL MODELO

3.5.1. MODELO DE PRODUCTIVIDAD LABORAL

En primer instancia se estimó el modelo donde la variable a explicar es la productividad laboral Y_{it} con el supuesto de que todos los coeficientes son constantes respecto a los individuos y el tiempo, se calcula por regresión mínimos cuadrados ordinarios (MCO) usual. Los resultados de esta regresión se muestran en la siguiente ecuación:

$$\ln y_{it} = 8.267 + 0.569 \ln ptf_{it} + 0.046 \ln pat_{it} + 1.079 y_{it} W - 0.193 pat_{it} W + u_{it}$$

$$ee = (0.182) (0.059) \quad (0.012) \quad (0.497) \quad (0.145) \quad (35)$$

$$p = (0.000) (0.000) \quad (0.005) \quad (0.030) \quad (0.184)$$

$$R^2 = 0.260 \quad Durbin - Watson = 0.031 \quad n = 403 \quad g \text{ de } l = 398$$

Examinando los resultados de la regresión (35) agrupada y aplicando los criterios convencionales se observa que tres de los cuatro coeficientes son individual y estadísticamente significativos, el valor de R^2 , que es relativamente bajo, está indicando que el 26 por ciento de los casos las variables independientes explican a la variable dependiente. Como cabría esperar, y_{it} está relacionada positivamente con pat , ptf y Wy_{it} pero negativamente con $Wpat_{it}$. El punto destacable es que el estadístico Durbin-Watson es demasiado bajo, lo cual sugiere la presencia de autocorrelación entre los datos. O quizá pudiera tratarse de errores de especificación, ya que en este modelo los supuestos son que el valor de la interacción para pat , ptf , $Wpat_{it}$ y Wy_{it} es el mismo y que los coeficientes de las pendientes de las variables son idénticas para las 31 regiones. Este tipo de supuestos nos generan bases muy restrictivas y se pudiera estar distorsionando la verdadera imagen de la relación entre y_{it} y las variables para los 31 regiones.

Por lo anterior, se aplican otros supuestos para encontrar la forma en la que se tome en cuenta la naturaleza específica de todas las regiones.

En primera instancia se añade el supuesto de que los coeficientes de las pendientes son constantes, pero la interacción varía para cada región, es decir, se considera el carácter “individual” de cada región permitiendo que la interacción varíe en cada región, pero sin dejar de suponer que los coeficientes de las pendientes son constantes para las regiones. Por lo tanto se aplicó el modelo de regresión de efectos fijos (MEF). En este caso los coeficientes de las variables regresoras no varían de acuerdo con los individuos o con el tiempo. Los resultados se presentan a continuación:

$$\ln y_{it} = 9.944 + 0.065 \ln ptf_{it} + 0.024 \ln pat_{it} + 0.441 y_{it} W + 0.084 pat_{it} W + u_{it}$$

$$ee = (0.085) \quad (0.023) \quad (0.006) \quad (0.073) \quad (0.026) \quad (36)$$

$$p = (0.000) \quad (0.005) \quad (0.000) \quad (0.000) \quad (0.001)$$

$$R^2 = 0.986 \quad Durbin - Watson = 0.477 \quad n = 403 \quad g \text{ de } l = 398$$

Aplicando los criterios anteriores a estos resultados se puede inferir que los cuatro coeficientes son individual y estadísticamente significativos, el valor de R^2 es razonablemente alto, es decir, que en el 98 por ciento de los casos las variables independientes explican a la Y_{it} . Al igual que en el modelo anterior el estadístico Durbin-Watson es bajo y se infiere que existe autocorrelación en los datos.

Según Gujarati (2004) la autocorrelación se entiende como la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo (como en datos de series de tiempo) o en el espacio (como en datos de corte transversal), dado que en este caso, se utiliza de las dos formas.

Se procedió hacer varias pruebas en las regresiones para confirmar la existencia de autocorrelación en los datos, estas pruebas consistieron en excluir primero la variable representante de innovación (pat) luego la vecindad espacial de patentes, ya que son en estas variables donde se observa el problema. Al realizar la exclusión de cada una de las variables, se pudo observar entonces que hay una probabilidad de colinealidad entre estas dos variables, es decir, la posible existencia de una relación lineal exacta entre las variables del modelo. Por esta razón se hace necesaria la introducción de vectores autorregresivos en las

regresiones, donde se supone que los términos de error o perturbación se generan bajo un esquema con autorregresivos de primer orden que se denotan como AR(1), es decir la regresión del error tiene sobre ella misma un rezago de un periodo, es de primer orden porque solamente el error y su valor pasado inmediato están involucrados, es decir, el rezago máximo es 1.

Y sigue un proceso estocástico autorregresivo de primer orden. El valor de Y en el tiempo t depende de sus valor en el periodo anterior y de un término aleatorio; los valores de Y están expresados como desviaciones de su valor medio. En otras palabras, este modelo dice que el valor de pronóstico de Y en el periodo t es simplemente alguna proporción de su valor en el periodo $(t-1)$ más un choque o perturbación en el tiempo t ; nuevamente los valores de Y están expresados alrededor del valor de su media.

Considerando un proceso autorregresivo de segundo orden o AR(2) donde el valor de Y en el tiempo t depende de sus valores en los dos periodos anteriores, los valores de Y expresados alrededor del valor de su media. Aplicados los autorregresivos hay una mejora sustancial en el modelo y el estadístico Durbin-Watson resultó de 2.29, observando así que los AR son necesarios, pero en este caso las variables pat y $Wpat_{it}$ presentaron un problema de multicolinealidad en los resultados.

$$\begin{aligned} \ln y_{it} &= 8.646 + 0.522 \ln ptf_{it} - 0.016 \ln pat_{it} + 0.169 y_{it} W + 0.006 pat_{it} W + u_{it} \\ ee &= (0.142) \quad (0.040) \quad (0.011) \quad (0.025) \quad (0.006) \\ p &= (0.000) \quad (0.000) \quad (0.144) \quad (0.000) \quad (0.572) \end{aligned} \quad (37)$$

$$R^2 = 0.986 \quad Durbin - Watson = 2.293 \quad n = 403 \quad g \text{ de } l = 341$$

Tomando en cuenta lo señalado por Greene (2003) acerca del problema de autocorrelación no es tan importante en la estimación de los efectos fijos, se descarta entonces la regresión con vectores autorregresivos y se toma en cuenta los resultados de la ecuación 36, procediendo al análisis de los resultados. En esta regresión se consideraron los 31 estados en el periodo de 1993 a 2006 y se observó que los coeficientes son individual y estadísticamente significativos

indicando que tienen un impacto positivo y grande en la productividad laboral.

La variable que representó a la innovación indica que por cada uno por ciento de incremento en ella, la productividad laboral crece solo un 0.024 por ciento.

Los coeficientes estimados de esta regresión muestran que por cada uno por ciento de incremento en la productividad conocimiento se experimenta un incremento de 0.06 por ciento en la productividad laboral de una región. Por parte de las variable $Wpat_{it}$ y Wy_{it} , muestra que cuando los vecinos de una región experimentan un incremento de uno por ciento en su innovación y su productividad, la productividad laboral de la región tiende a incrementarse un 0.08 y 0.44 por ciento respectivamente.

Se observa con estos resultados de la regresión del modelo de efectos fijos, aplicando los criterios convencionales, que los cuatro coeficientes son individual y estadísticamente significativos, el valor de R^2 indica que un 98 por ciento de los casos las variables independientes explican a y_{it} . Entonces y_{it} está relacionada positivamente con ptf , Wy_{it} y con pat .

Ahora se presenta el supuesto donde la intersección varía en función de las regiones y se hace mediante la técnica de las variables dicotómicas, como menciona Gujarati (2004) y que son esencialmente un recurso para clasificar datos en categorías mutuamente excluyentes, por lo tanto, adquieren valores 0 y 1.

Y el modelo se expresa como:

$$\ln y_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2i} + \alpha_3 D_{3i} + \dots + \alpha_{31} D_{31i} + \beta_2 \ln pat_{it} + \beta_3 \ln ptf_{it} + \theta_1 Wy_{it} + \theta_2 Wpat_{it} + u_{it} \quad (38)$$

Donde $D_{2i} = 1$ si la observación pertenece a la región Baja California, y 0 en cualquier otro caso; $D_{3i} = 1$ si la observación pertenece a Baja California Sur, y 0 en cualquier otro caso y así sucesivamente con las 29 regiones restantes, que en este caso son 31 las regiones utilizadas. Adicionalmente se usan sólo 30 variables indicativas para evitar caer en una situación de colinealidad perfecta, dado que el intercepto α_1 representa la interacción para la región 1 en este caso representa a

la primera entidad y α_2 , α_3 , hasta α_{31} los coeficientes diferenciales de las pendientes, los cuales expresarán el grado en que las interacciones de las 30 regiones difieren respecto a la intersección de México, es decir, México es la región que sirve como punto de comparación o *benchmark*. Los resultados de la regresión se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados de la regresión (38) de Productividad laboral

	Región	α	ee	prob
D1	Aguascalientes	0.506	0.020	0.000
D2	Baja California	0.452	0.019	0.000
D3	Baja California Sur	0.481	0.021	0.000
D4	Campeche	0.779	0.030	0.000
D5	Chiapas	0.509	0.018	0.000
D6	Chihuahua	0.258	0.021	0.000
D7	Coahuila	-0.468	0.029	0.000
D8	Colima	0.549	0.019	0.000
D9	Durango	0.150	0.021	0.000
D10	<i>Estado de México*</i>	9.826	0.092	0.000
D11	Guanajuato	-0.274	0.028	0.000
D12	Guerrero	-0.171	0.024	0.000
D13	Hidalgo	0.144	0.019	0.000
D14	Jalisco	-0.067	0.021	0.002
D15	Michoacán	-0.293	0.019	0.000
D16	Morelos	0.097	0.020	0.000
D17	Nayarit	-0.230	0.028	0.000
D18	Nuevo León	0.666	0.020	0.000
D19	Oaxaca	-0.480	0.023	0.000

D20	Puebla	-0.066	0.019	0.000
D21	Querétaro	0.425	0.018	0.000
D22	Quintana Roo	0.758	0.022	0.000
D23	San Luis Potosí	0.026	0.019	0.165
D24	Sinaloa	0.043	0.019	0.027
D25	Sonora	0.392	0.020	0.000
D26	Tabasco	-0.112	0.026	0.000
D27	Tamaulipas	0.295	0.020	0.000
D28	Tlaxcala	-0.317	0.023	0.000
D29	Veracruz	-0.241	0.024	0.000
D30	Yucatán	0.041	0.019	0.033
D31	Zacatecas	-0.208	0.027	0.000
<hr/>				
	R^2	0.986	Durbin-Watson	0.477

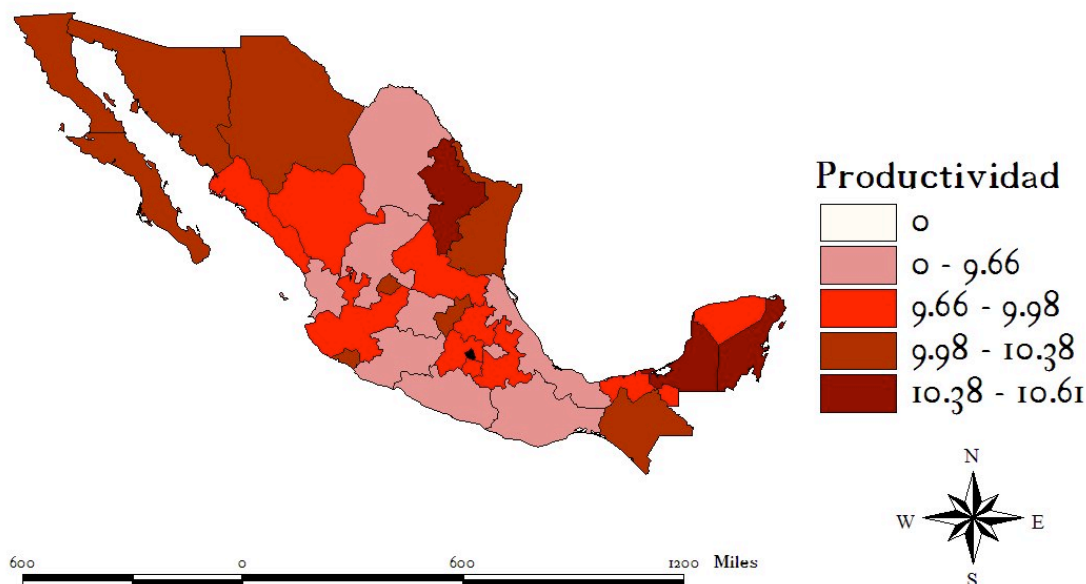
Nota: *ee* es el error estándar, *prob* representa la probabilidad con una significancia al nivel de 5 por ciento.

* Los resultados del Estado de México son los que se tomaron para hacer la comparación con los demás estados.

En el cuadro 4 muestran los resultados de los coeficientes de las variables *dummy* representativas de cada uno de los estados, los coeficientes de las variables explicativas son los valores representados en la ecuación 36. Analizando los resultados, la columna α representa los coeficientes diferenciales de las pendientes, los cuales expresan el grado en que las intersecciones de las regiones desde Aguascalientes hasta Zacatecas difieren respecto a la intersección de la región de México.

Se puede observar que las regiones que tienen una productividad similar a la región de México son Sinaloa, Durango, Chihuahua, Tamaulipas, San Luis Potosí, Hidalgo, Morelos y Yucatán.

Figura 9. Representación de los coeficientes diferenciales de las 31 regiones mexicanas en productividad laboral



Fuente: Elaboración propia.

Regiones que difieren en más productividad entre un 4 a 7 por ciento aproximadamente de México son 10 regiones de las cuales destacan Nuevo León, Campeche y Quintana Roo por ser las de mayor coeficiente dentro de este rango.

Las regiones que salieron con una productividad menor a la de región de México en 4 por ciento son Oaxaca, Coahuila y Tlaxcala. Estas diferencias de pueden apreciar en la figura 9.

Los valores de intersección para cada región son estadísticamente distintos en un rango de -3 a 7 por ciento y estos se representan en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Valores de las intersecciones de las 31 regiones en Productividad laboral

	Región	Intersección
D1	Aguascalientes	10.332
D2	Baja California	10.279
D3	Baja California Sur	10.307

D4	Campeche	10.605
D5	Chiapas	10.335
D6	Chihuahua	10.084
D7	Coahuila	9.358
D8	Colima	10.375
D9	Durango	9.976
D10	Estado de México	9.826
D11	Guanajuato	9.552
D12	Guerrero	9.655
D13	Hidalgo	9.970
D14	Jalisco	9.760
D15	Michoacán	9.533
D16	Morelos	9.923
D17	Nayarit	9.596
D18	Nuevo León	10.493
D19	Oaxaca	9.346
D20	Puebla	9.760
D21	Querétaro	10.251
D22	Quintana Roo	10.584
D23	San Luis Potosí	9.852
D24	Sinaloa	9.869
D25	Sonora	10.218
D26	Tabasco	9.715
D27	Tamaulipas	10.121
D28	Tlaxcala	9.509
D29	Veracruz	9.585

D30	Yucatán	9.867
D31	Zacatecas	9.618

Las diferencias en las intersecciones son las características particulares de cada región, como la captación de inversión, los salarios, la formación de capital humano y la infraestructura entre otros.

Con los diferenciales entre la productividad laboral se puede observar divergencia entre las regiones mexicanas. El crecimiento en cada una se puede relacionar con su especialización y/o diversidad y con su ubicación relativa.

Se percibe una tendencia de mayor productividad en el occidente y norte del país, en menor escala en el centro, siendo los vecinos geográficos de estas regiones que presentan mejor productividad que las lejanas a estas.

Al igual que se utilizaron variables indicativas para tener en cuenta el efecto individual de cada región, en el siguiente modelo se incluye la presencia del factor tiempo, en el sentido de que la función de productividad se desplace en el tiempo debido a factores como los cambios tecnológicos o cambios externos. Tales efectos temporales se pueden tomar en cuenta si se introducen variables temporales, una para cada año. En este caso son 13 años por lo que se introducen 12 variables temporales y el modelo se describe así:

$$\ln y_{it} = \lambda_1 + \lambda_2 Dt_{2i} + \lambda_3 Dt_{3i} + \lambda_4 Dt_{4i} + \lambda_5 Dt_{5i} + \lambda_6 Dt_{6i} + \lambda_7 Dt_{7i} + \lambda_8 Dt_{8i} + \lambda_9 Dt_{9i} + \lambda_{10} Dt_{10i} + \lambda_{11} Dt_{11i} + \lambda_{12} Dt_{12i} + \lambda_{13} Dt_{13i} + \beta_2 \ln pat_{it} + \beta_3 \ln ptf_{it} + \theta_1 Wy_{it} + \theta_2 Wpat_{it} + u_{it} \quad (39)$$

Donde D_{t_2} toma el valor de 1 para la observación en el año 1995 y 0 en otro caso y así sucesivamente para los 11 años siguientes, por lo que, se considera al año 1995 como el año base, cuyo valor de intersección esta dado por λ_0 .

Cuadro 6. Resultados de la regresión (39) para efectos de tiempo en productividad

	λ	ee	prob
1994	7.976	0.256	0.000
1995	0.351	0.135	0.010
1996	0.085	0.105	0.419
1997	0.104	0.115	0.368
1998	0.147	0.112	0.189
1999	0.217	0.115	0.061
2000	0.143	0.121	0.237
2001	0.270	0.118	0.023
2002	0.259	0.120	0.032
2003	0.193	0.121	0.110
2004	0.112	0.125	0.372
2005	0.162	0.118	0.168
2006	0.082	0.123	0.505
R^2	0.280	Durbin-Watson	0.047

Nota: *ee* es el error estándar, *prob* representa la probabilidad con una significancia al nivel de 5 por ciento.

Examinando los resultados de la regresión (39) las variables dicótomas indican que no hay variación en el tiempo de la productividad, además la mayoría de ellas resultaron estadísticamente no significativas. Lo anterior indica que en la relación entre el tiempo y la productividad para las regiones mexicanas, no se ha dado un cambio tecnológico significativo.

3.5.2. MODELO DE PRODUCTIVIDAD CONOCIMIENTO

A continuación se analiza la función Durbin espacial para la productividad conocimiento y al igual que en el caso anterior se aplicó un modelo de regresión para explicar a la productividad conocimiento con el supuesto de que todos los

coeficientes son constantes respecto a los individuos y el tiempo y se calculó por medio de MCO, son 13 observaciones para cada variable, lo que da una muestra de 403 observaciones para cada una de las variables. Luego se procedió aplicar el supuesto en que se toma en cuenta la naturaleza específica de todas las regiones, aplicando el modelo de regresión de MEF, los resultados de la regresión son:

$$\ln ptf_{it} = 0.243 - 0.101 \ln pat_{it} + 0.322 \ln y_{it} + 0.458 pat_{it} W - 0.098 y_{it} W + u_{it}$$

$$ee = (1.165) (0.012) \quad (0.114) \quad (0.054) \quad (0.169) \quad (40)$$

$$p = (0.835) (0.000) \quad (0.005) \quad (0.000) \quad (0.564)$$

$$R^2 = 0.891 \quad Durbin - Watson = 0.547 \quad n = 403 \quad g \text{ de } l = 398$$

Los resultados de la regresión del modelo (ecuación 40) muestran un estadístico Durbin-Watson bajo y nos indicó la presencia de autocorrelación, como en el caso anterior, por lo que se procedió de forma similar, haciendo distintas pruebas como la aplicación de procesos autorregresivos de primer y segundo orden, para corregir esta situación, así como correr el modelo excluyendo las variables donde se presentan los problemas. Las conclusiones a las que se llegaron es que al incluir los procesos autorregresivos se da un problema de multicolinealidad entre la variable *proxy* de innovación y la dependencia espacial, es por ello que en la ecuación (40) se obtiene un Durbin-Watson tan bajo, por lo que se asumió que la presencia de autocorrelación es lógica. Por lo tanto se procede a estudiar los resultados de la regresión 40.

En esta regresión se consideraron los 31 estados en el periodo de 1994 a 2006, examinando los resultados y aplicando los criterios convencionales se observa que sólo los coeficientes de la productividad y de dependencia espacial en cuanto a patentes son estadísticamente significativo indicando que tienen un impacto significativo y positivo en la productividad conocimiento, el coeficiente de innovación tiene un impacto negativo, la dependencia espacial en productividad fue estadísticamente no significativa y con impacto negativo en la productividad conocimiento.

Los coeficientes estimados de esta regresión muestran que por cada uno por ciento de incremento en la productividad se experimenta un incremento de 0.32

por ciento en la productividad conocimiento de una región, ahora por parte de la innovación cada vez que ésta crece en uno por ciento la productividad conocimiento decrece en 0.10 por ciento. Por parte de la variable $Wpat_{it}$, se muestra que cuando los vecinos de una región experimentan un incremento de uno por ciento en su innovación, la productividad conocimiento de la región tiende a incrementarse un 0.46 por ciento.

Se aplicó el supuesto donde la interacción varía en función de las regiones mediante la técnica de variables dicótomas para tener en cuenta el efecto individual de cada región se utilizó el mismo criterio que en el modelo anterior para fijar las variables dicótomas, el modelo queda como:

$$\ln ptf = \alpha_1 + \alpha_2 D_{2i} + \alpha_3 D_{3i} + \dots + \alpha_{31} D_{31i} + \beta_2 \ln pat_{it} + \beta_3 \ln y_{it} + \theta_1 W y_{it} + \theta_1 W pat_{it} + u_{it} \quad (41)$$

En el cuadro 7 se muestran los resultados de la regresión anterior:

Cuadro 7. Resultados de la ecuación (41) para efectos de cada región sobre la productividad conocimiento

	Región	α	ee	prob
D1	Aguascalientes	-0.273	0.072	0.000
D2	Baja California	-0.048	0.067	0.472
D3	Baja California Sur	-0.311	0.071	0.000
D4	Campeche	-0.959	0.100	0.000
D5	Chiapas	-0.195	0.071	0.006
D6	Chihuahua	-0.338	0.052	0.000
D7	Coahuila	-0.471	0.080	0.000
D8	Colima	0.006	0.076	0.938
D9	Durango	-0.142	0.049	0.004
D10	<i>Estado de México*</i>	0.467	1.154	0.686
D11	Guanajuato	-0.624	0.062	0.000

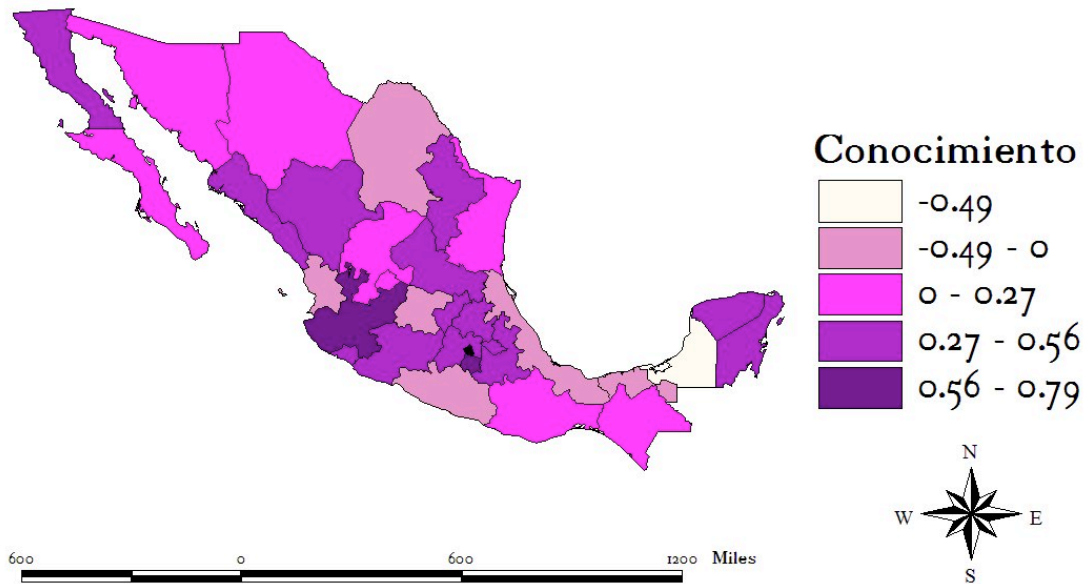
D12	Guerrero	-0.578	0.049	0.000
D13	Hidalgo	0.094	0.046	0.042
D14	Jalisco	0.302	0.044	0.000
D15	Michoacán	0.065	0.054	0.232
D16	Morelos	0.327	0.043	0.000
D17	Nayarit	-0.633	0.060	0.000
D18	Nuevo León	-0.033	0.089	0.709
D19	Oaxaca	-0.281	0.074	0.000
D20	Puebla	-0.135	0.041	0.001
D21	Querétaro	-0.077	0.064	0.228
D22	Quintana Roo	-0.128	0.101	0.205
D23	San Luis Potosí	-0.117	0.042	0.005
D24	Sinaloa	0.001	0.043	0.973
D25	Sonora	-0.350	0.060	0.000
D26	Tabasco	-0.669	0.048	0.000
D27	Tamaulipas	-0.299	0.054	0.000
D28	Tlaxcala	-0.171	0.062	0.006
D29	Veracruz	-0.567	0.052	0.000
D30	Yucatán	-0.035	0.042	0.414
D31	Zacatecas	-0.316	0.062	0.000
<hr/>				
	R^2	0.986	Durbin-Watson	0.477

Nota: *ee* es el error estándar, *prob* representa la probabilidad con una significancia al nivel de 5 por ciento.
 *Los resultados del Estado de México son los que se tomaron para hacer la comparación con los demás estados.

Del cuadro 7 se desprende que la mayoría de los coeficientes (en este caso 22) son individualmente muy significativos, los valores de las intersecciones para las 31 regiones son estadísticamente diferentes entre sí (presentadas en el cuadro 8). Las diferencias en la productividad conocimiento se pueden apreciar en la

figura 10.

Figura 10. Representación de los coeficientes diferenciales de las 31 regiones mexicanas en productividad conocimiento



Fuente: Elaboración propia.

No es mucha la diferencia de productividad de conocimiento entre las regiones la mayoría son similares y varía en uno o dos puntos con otras, estas diferencias se pueden deber a características particulares de cada región como la formación de capital humano, inversión en investigación y desarrollo, número de universidades, etc.

Las regiones que obtuvieron los mayores coeficientes que la de México fueron Morelos y Jalisco, siguiendo en la lista Hidalgo, Michoacán, Colima y Sinaloa, debajo del coeficiente de México están Nuevo León, Yucatán y Baja California.

Cuadro 8. Valores de las intersecciones de las 31 regiones en productividad conocimiento

Región	Intersección
--------	--------------

D1	Aguascalientes	0.194
D2	Baja California	0.419
D3	Baja California Sur	0.156
D4	Campeche	-0.492
D5	Chiapas	0.272
D6	Chihuahua	0.129
D7	Coahuila	-0.004
D8	Colima	0.473
D9	Durango	0.325
D10	Estado de México	0.467
D11	Guanajuato	-0.157
D12	Guerrero	-0.111
D13	Hidalgo	0.561
D14	Jalisco	0.769
D15	Michoacán	0.532
D16	Morelos	0.794
D17	Nayarit	-0.166
D18	Nuevo León	0.434
D19	Oaxaca	0.186
D20	Puebla	0.332
D21	Querétaro	0.390
D22	Quintana Roo	0.339
D23	San Luis Potosí	0.350
D24	Sinaloa	0.469
D25	Sonora	0.117
D26	Tabasco	-0.202

D27	Tamaulipas	0.168
D28	Tlaxcala	0.296
D29	Veracruz	-0.100
D30	Yucatán	0.432
D31	Zacatecas	0.151

Los diferenciales de coeficientes más bajos los tuvieron las regiones de Guanajuato, Nayarit, Tabasco y Campeche.

Se procedió a estimar un modelo adicional con variables indicativas para observar la presencia del efecto tiempo en la productividad conocimiento, en el sentido de que la función de productividad conocimiento se desplace en el tiempo debido a factores como los cambios tecnológicos, cambios en las políticas y efectos externos como la influencia de economías extranjeras. Para lograr tomar en cuenta estos efectos temporales se introdujeron variables temporales con el mismo criterio utilizado en la regresión 39,

$$\ln ptf = \lambda_1 + \lambda_2 Dt_{2i} + \lambda_3 Dt_{3i} + \lambda_4 Dt_{4i} + \lambda_5 Dt_{5i} + \lambda_6 Dt_{6i} + \lambda_7 Dt_{7i} + \lambda_8 Dt_{8i} + \lambda_9 Dt_{9i} + \lambda_{10} Dt_{10i} + \lambda_{11} Dt_{11i} + \lambda_{12} Dt_{12i} + \lambda_{13} Dt_{13i} + \beta_2 \ln pat_{it} + \beta_3 \ln y_{it} + \theta_1 Wy_{it} + \theta_2 Wpat_{it} + u_{it} \quad (42)$$

Los resultados de la regresión 42 se muestran en el cuadro 9, siendo para todos los años del periodo las variables temporales estadísticamente significativas en lo individual, sugiriendo que el año o el efecto tiempo es significativo, indicando que la función productividad conocimiento ha cambiado mucho durante el periodo de tiempo analizado. Esto se puede verificar en los resultados mostrados en el cuadro 10.

Cuadro 9. Resultados de la regresión (42) para efectos de tiempo en productividad conocimiento

	λ	ee	prob
1994	0.413	0.342	0.228

1995	-0.216	0.097	0.027
1996	-0.365	0.072	0.000
1997	-0.445	0.079	0.000
1998	-0.494	0.076	0.000
1999	-0.509	0.079	0.000
2000	-0.515	0.082	0.000
2001	-0.522	0.080	0.000
2002	-0.544	0.082	0.000
2003	-0.556	0.082	0.000
2004	-0.543	0.085	0.000
2005	-0.495	0.080	0.000
2006	-0.486	0.085	0.000
R^2	0.410	Durbin-Watson	0.023

Nota: *ee* es el error estándar, *prob* representa la probabilidad con una significancia al nivel de 5 por ciento.

En el siguiente cuadro se muestran los valores calculados para las intersecciones de cada año a partir de los resultados de la regresión de la ecuación 42, en el cual se observa mucha variación de año a año, siendo decreciente a partir del año 1994 que es el punto de comparación, lo que indica que la productividad del conocimiento debida a factores diferentes a los contemplados en la ecuación de regresión ha caído desde 1997, aproximadamente.

Cuadro 10. Valores de las intersecciones en el tiempo

	Año	Intersección	p
DT1	1994	0.413	0.432
DT2	1995	0.197	0.027
DT3	1996	0.048	0.000

DT4	1997	-0.032	0.000
DT5	1998	-0.081	0.000
DT6	1999	-0.096	0.000
DT7	2000	-0.102	0.000
DT8	2001	-0.108	0.000
DT9	2002	-0.131	0.000
DT10	2003	-0.143	0.000
DT11	2004	-0.129	0.000
DT12	2005	-0.082	0.000
DT13	2006	-0.073	0.000

3.5.1. IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS DE PRODUCTIVIDAD LABORAL

La productividad de los vecinos de una región son el factor con mayor aportación en la productividad laboral en una región y con menor medida pero en segundo término es la actividad innovadora de los vecinos de una región tiene mayores efectos en la productividad que la propia actividad innovadora.

Hay más influencia del desbordamiento tecnológico de la productividad laboral de vecinos geográficos de una región en ella, que la de innovación de vecinos geográficos, es decir, la existencia del desbordamiento tecnológico es consecuencia del intercambio de información entre empresas próximas geográficamente, al igual se puede inferir que por la existencia del intercambio entre trabajadores o imitación de la tecnología de las empresas próximas geográficamente.

De acuerdo con López-Bazo, et al (2000) cuando se consideran externalidades que traspasan fronteras geográficas, el crecimiento de una economía puede ser debido a un cierto “contagio” del crecimiento por otras economías. Por lo tanto el crecimiento en la productividad de los vecinos contagia el crecimiento de una región.

El capital conocimiento que se da en una región explica sólo en 0.06 por ciento del cambio que se da en la productividad si el primero se incrementa en un punto porcentual. Se ve la importancia del enfoque de mecanismos de conocimiento y aprendizaje que introducen a los agentes a producir ideas que se ven reflejadas en la productividad. Para el caso de los innovadores mexicanos la contribución se expresa muy baja.

Lo anterior dado que los inventores mexicanos al trabajar para empresas multinacionales, tienen la obligación de que las patentes derivadas de su conocimiento se registren en el país de origen de la empresa. Este tipo de innovación sirve para dos aspectos, en forma de competencia, ya que una empresa usa sus recursos para descubrir nuevas formas de mejorar un producto y patentarlo, sin implementarlo, solo para evitar que la empresas competidoras mejoren sus productos y se apoderen parte su mercado actual o futuro. El otro aspecto es que si resulta ser muy novedoso, mejora una falla del producto o disminuye los costos, se implementa en el proceso de producción. Esto es favorecedor para la productividad de la región donde esten ubicadas las empresas filiales que son destinadas a fabricar los nuevos productos.

Esta ultima puede ayudar a explicar el hecho de que las actividades innovadores de los vecinos influyen un poco más que la actividad propia de innovación.

Por otra parte la aportación de la innovación de la propia región es la que se presenta en menor medida a la productividad laboral, con lo que se puede inferir que este bajo coeficiente muestra que las regiones mexicanas son más bien seguidoras de las nuevas tecnologías, es decir, la tecnología es imitada más no creada en las regiones.

3.5.2 IMPLICACIONES DE LOS RESULTADOS DE PRODUCTIVIDAD CONOCIMIENTO

En este caso el factor relevante que más aportación tiene en el capital conocimiento son las actividades que los vecinos de una región realizan en cuanto

a innovación.

Se infiere que en el grado en el que los vecinos geográficos aumenten su innovación influye en el crecimiento del capital conocimiento regional, esto puede explicar el proceso de divergencia en el nivel de productividad entre economías.

Lo anterior dado que en regiones donde se den mayores actividades innovadoras influirá en el mismo grado a sus vecinos regionales, por lo tanto, aquellas regiones que estén alejadas de este tipo de regiones experimentan menor crecimiento en su productividad conocimiento.

Esto se puede apreciar en figuras 9 y 10 donde se puede observar que las regiones con mayor grado de productividad tanto conocimiento como laboral son las fronterizas y las del centro, y son las regiones vecinas de estas regiones las que mejor comportamiento en sus productividad tienen.

La productividad alta presentada en las regiones fronterizas se puede entender más por las externalidades que causa el comercio internacional y la influencia que tiene este dentro de ellas ya que de acuerdo con López-Bazo et al (2000) el comercio hace fácilmente accesible productos y servicios que incorporan conocimiento y tecnología foránea.

Por parte de las regiones del centro, la productividad alta se entiende por la influencia de las externalidades de las empresas, instituciones, el destino de mayores fondos de ciencia y tecnología, la concentración de investigadores e instituciones de desarrollo e investigación con los que cuenta la región de la Ciudad de México.

Los avances en el conocimiento científico y su aplicación en el proceso productivo en la aplicación de procesos o productos nuevos se adquiere en algunas regiones de México por la asimilación de tecnología externa, es decir, tecnología disponible en otros países y se incorpora por medio del comercio de bienes y por la adquisición de máquinas, imitando marcas, patentes, imitación de procesos productivos.

Otra forma de incorporación es a través de las inversiones extranjeras, ya que ayuda a la compra de mejor tecnología en las empresas que son filiales de

empresas multinacionales, principalmente empresas manufactureras.

Así se percibe que México ha accedido al avance científico a través de diversas vías, importación de tecnología, imitación de tecnología y los vínculos con las filiales de las empresas extranjeras que se instalan en regiones estratégicas, es a través de los vínculos que hay entre ellas que se da la transferencia de conocimientos, imitación de procesos productivos, traslado de tecnología de la empresa extranjera hacia la empresa instalada en una de las regiones mexicanas. Se observa la relevancia de la transmisión de conocimiento y se ve que las regiones tienen acceso a los recursos del conocimiento de sus vecinos regionales a través de los vínculos entre las empresas filiales.

Los beneficios de los efectos que generan la transmisión de conocimiento y la tecnología son positivos y efectivos para la productividad conocimiento, por lo que el capital humano parece contribuir de forma considerable al avance tecnológico, a través del aprendizaje en la forma de llevar un proceso, de operar una máquina (de nueva tecnología) para el mejoramiento, eficiencia y crecimiento de la productividad. Por lo tanto, lo anterior explica que en una región mexicana la productividad laboral aporta un 0.32 a la productividad conocimiento si aquella se incrementa en un punto porcentual.

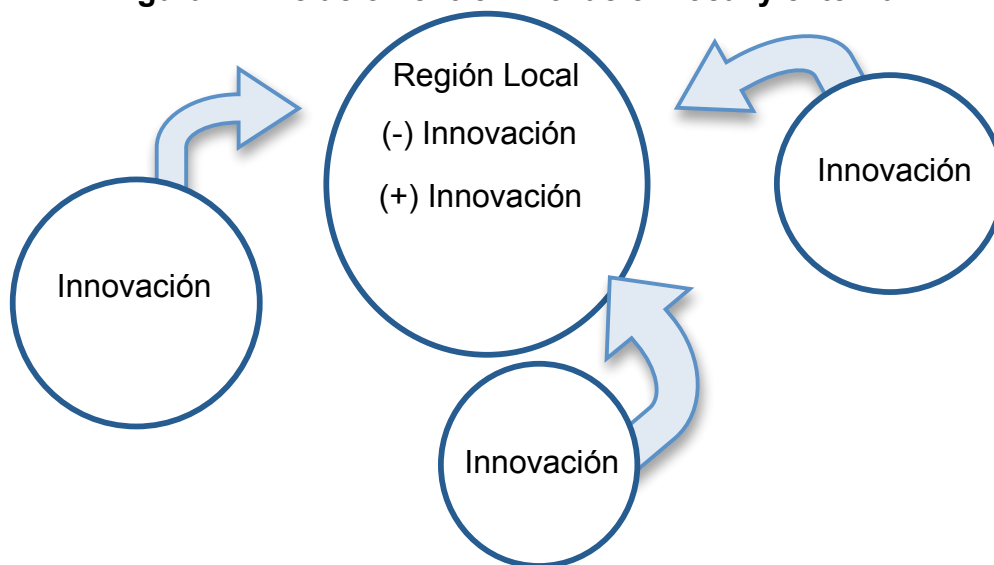
La actividad innovadora local explica en una proporción muy baja al capital conocimiento, es decir, de sólo el 0.03 por ciento si ésta se incrementa en uno por ciento.

Una explicación para este efecto entre innovación y productividad conocimiento es que la creación de patentes al ser registrada como uso exclusivo por parte de las empresas que realizan innovación excluye a otras empresas de tal innovación por lo que el nivel de conocimiento tiende a disminuir.

Lo anterior se puede explicar a través de la figura 11, donde el círculo más grande representa a una región i y los círculos pequeños alrededor del primero representan a sus vecinos j . Cuando en el estado incrementa el nivel de innovación, es decir, una empresa incrementa su acervo de innovación con nuevos procesos o productos, lo hace a través de las patentes tomando la concesión del

derecho de excluir a los demás competidores de la producción teniendo el control del nuevo proceso o dispositivo, así la empresa se diferencia de sus competidores, excluyéndolos del nuevo conocimiento y no es hasta transcurrido un determinado periodo cuando la patente se vence, que sus competidores tienen acceso a la información de este “nuevo” proceso para poder imitarlo o mejorarlo. Por ende el efecto negativo entre innovación local y conocimiento.

Figura 11. Relación entre Innovación local y externa



Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, cuando los vecinos de una región aumentan en actividad de innovación el nivel de conocimiento local tiende a incrementarse, es decir, hay un efecto positivo entre las actividades innovadora de los vecinos geográficos y el conocimiento. En una industria, la producción en el sector está en diferentes localizaciones o regiones, donde las empresas están ligadas unas con otras, cuando la industria de un estado vecino incrementa su innovación a través de nuevos productos o nuevas tecnologías, éstas se transfieren a las industrias con las cuales tienen relación y el flujo o el intercambio de conocimiento aumenta continuamente para las mejoras continuas en el sector, favoreciendo así a toda la industria.

3.5.3. COMPARACIÓN DE AMBOS MODELOS

La innovación tiene un efecto positivo y directo a nivel local sobre la productividad laboral tanto en innovación local como en la innovación de vecinos sin embargo cuando se trata de explicar el nivel de conocimiento de un estado, la innovación de un estado tiene un efecto negativo, pero la innovación de los vecinos tiene un efecto positivo.

Un componente muy importante del nivel de conocimiento de un estado viene siendo la productividad laboral, en el modelo encontramos que por cada 1 por ciento de incremento en la productividad laboral se experimenta un incremento de 0.32 por ciento en el nivel de conocimiento del estado, es decir, experimenta alrededor de una tercera parte de los incrementos de la productividad laboral se convierten en incrementos en el nivel de conocimiento de ese estado.

Queda claro que la innovación local es la que en menor medida aporta tanto a la productividad laboral como la de conocimiento, pudiera ser que el sistema de protección intelectual no es el adecuado para fomentar más innovación.

Entonces se ve que la innovación sirve para crear mejor capital humano ya que lleva implícitamente el trabajo del capital humano que trabajo para lograr tener un bien producido.

3.6. IMPLICACIONES POLÍTICAS

La contribución que hace el capital conocimiento a la productividad regional es relativamente baja, afirmando así la baja participación del sector privado en actividades de I&D, se puede deducir que hay una estrecha relación entre I&D y el proceso de desarrollo.

Se observa la importancia que tienen las implicaciones que resultan de que los vecinos de un estado inviertan en I&D, y en la adopción de nuevas tecnologías ya que éstas son las que contribuyen al desarrollo de las industrias locales que están conectadas con otras. La relevancia que tienen las grandes empresas en cuestión de transferencia de tecnología y conocimientos derivados de esto, como

bien se conoce, las empresas de gran tamaño en México, son empresas transnacionales o empresas desarrolladas a través de la inversión extranjera, por lo tanto, se considera que la tecnología adoptada que se entiende como innovación depende asimismo de la innovación que estas grandes empresas introducen en sus procesos y/o productos.

Por parte de la innovación local se percibe que hay un bajo desempeño en las contribuciones de patentes, esto se puede apoyar con lo señalado en que a nivel local se tiene la existencia de vínculos débiles entre instituciones de I&D y el sector productivo, así como también hay un bajo nivel de cooperación entre las firmas en el desarrollo de nuevos productos y procesos ya que, las empresas locales se atienen a imitar o aplicar la tecnología ya adoptada por sus vecinos nacionales o extranjeros.

Aunque la contribución que tiene la innovación en la productividad es positiva ésta viene siendo muy baja, siendo esto una comparación desfavorable en cuanto a patentes en las regiones en México.

Por lo tanto, en cuestión de materia fiscal se considera que deben adoptarse políticas que den apoyo para que haya mejores interacciones entre las instituciones de investigación, universidades y las empresas privadas para que dejen de interactuar individualmente. Existen proyectos viables dentro de las universidades e instituciones de investigación que no son dados a conocer en el gremio de empresas privadas, así, como también, el capital humano con el que cuentan las empresas genera ideas efectivas para la contribución de mejoras en un producto, proceso que lleva a una mejor eficacia en la producción, pero que por la falta de conocimiento en el apoyo o labor de generar documentos científicos que se pueden traducir a patentes, se quedan en el aire.

Este tipo de políticas deben ser enfocadas a nivel local para empezar a consolidar las actividades innovadoras desde lo interno hacia el exterior.

3.7. CONCLUSIONES

El capítulo trata de la aplicación de un modelo tipo Cobb-Douglas y Durbin

espacial para examinar el vínculo entre innovación, productividad y el capital conocimiento de las entidades federativas de México. También se trató con cuestiones de dependencia especial, es decir, los efectos derrame que tienen la innovación y la productividad de los vecinos geográficos de cada una de las regiones. Se desprende de las ecuaciones estimadas que existe un vínculo positivo del capital conocimiento a la productividad y a la innovación, además de que es posible que otras variables pueden estar también afectando esta relación.

Estos modelos permitieron establecer la relación entre innovación, capital conocimiento y productividad en 31 regiones de México en un periodo de 13 años con un análisis de panel de datos con efectos fijos, mostrando que las actividades regionales y de conocimiento juegan un papel significativo en determinar diferenciales en la productividad laboral y del conocimiento.

El análisis empírico de cada uno de los modelos muestra que es la productividad laboral de los vecinos geográficos la que mejor contribuye a la productividad laboral, por lo que, regiones que estén cercanas a una región dotada de mejores inversiones (en términos de capital humano, infraestructura, etc.), se ven más beneficiadas. Para el segundo modelo, son las actividades de innovación que realizan los vecinos geográficos de una región las que más aportación le representan al capital conocimiento. Se muestra entonces que son los *spillovers* del conocimiento los que contribuyen mejor a las regiones y, efectivamente, son un factor de externalidades que impactan positivamente en las regiones, en sus productividades y por lo tanto en el crecimiento de éstas.

Se observó que las interacciones que favorecen a los *spillovers* son los que se dan en ambientes más industrializados. En la mayoría de los casos, las regiones que cuentan con este tipo de ambientes son especializadas, ya que es ahí donde hay una mayor interacción entre sus habitantes y la transmisión de conocimientos.

En cuestión de políticas para la mejora de las actividades innovadoras para el desempeño del crecimiento regional, es necesario que las políticas que favorecen el florecimiento de la innovación sean complementadas por otras políticas regionales y, posiblemente, que éstas vayan de abajo hacia arriba, es

decir, que se tome en cuenta las características propias y particulares de cada región para hacer frente a los factores que influyen en el crecimiento regional.

4. CONCLUSIONES GENERALES

En esta sección se presentan las conclusiones obtenidas en la investigación, mostrando los hallazgos de los dos modelos relativos al capital conocimiento y a la productividad laboral. También se presentan algunas consideraciones de política económica, así como posibles líneas de investigación derivadas del análisis realizado en la investigación.

El objetivo principal de esta investigación fue analizar la relación entre la innovación y la productividad desde las aristas tanto regional como espacial y econométrica, buscando estimar los impactos que tienen las actividades de innovación de una región y la influencia de sus vecinos en ésta.

Es a través de la aplicación empírica del modelo Durbin espacial con variables disponibles para todas las regiones mexicanas en un periodo de 1994 a 2006 que se logró hacer esta relación entre el vínculo innovación-productividad.

De acuerdo a los objetivos más específicos se logró establecer un vínculo de innovación a través de la variable de patentes solicitadas en México como variable proxy de ésta con la productividad tanto del conocimiento como la laboral. Es a través de utilizar esta variable proxy que se determinó el impacto que tienen las patentes en la productividad laboral.

Se ofrece evidencia empírica a través de regresiones de innovación con la técnica de Panel de Datos con Efectos fijos que permitió captar los diferenciales de la productividad y el capital conocimiento y hacer un análisis como tal.

Dentro del documento se ha señalado la gran relevancia de la actividad

innovadora para el desempeño del crecimiento económico. Las actividades de innovación regional juegan un papel importante en determinar los diferenciales del crecimiento regional. Así como también, es un recurso que les permite a las empresas tener ventajas competitivas para poder desarrollarse mejor o incrementar su productividad.

Es dentro de las teorías de crecimiento endógeno el que genera la base de estudiar el cambio tecnológico y analizar los procesos de convergencia o no convergencia que se gestan entre las regiones. Dentro de los modelos presentados en esta teoría son el de aprendizaje por la práctica y los *spillovers* del conocimiento de Romer, el de acumulación de capital humano de Lucas y el de la economía de las ideas, que se adecuan mejor al tipo de resultados encontrados en esta investigación, ya que, el punto central en cierto punto en cada uno es el hecho de la inversión de las empresas para el desarrollo de la I&D y así incrementar el acervo de capital humano, para una mejor integración de trabajadores calificados, que a su vez generarán transmisión de este conocimiento en un sistema de agrupación de empresas.

Es entonces donde se focalizan aspectos como la aglomeración, la localización y la ubicación geográfica de las empresas para mayor generación de innovación, factores estudiados por la NGE, visión evolucionista de los modelos del crecimiento endógeno.

Se ha comprobado que existe evidencia a nivel internacional de que la introducción de la innovación en productos o procesos contribuye de manera positiva al crecimiento de la productividad. Y que el impacto del conocimiento en la productividad regional viene influenciado positivamente por la proximidad espacial y tecnológica entre regiones.

Se observa el uso de estadísticos de patentes en varios de los cuales pueden reflejarse los flujos de conocimientos ligados a las concentraciones de la actividad innovadora.

En México, existen algunos trabajos que muestran que se dio un gran cambio a partir de la apertura comercial, y desde esta perspectiva se han

propiciado muchos otros estudios que muestran cómo la innovación ha impactado en la productividad. La innovación, en sí, influyó de manera decisiva en el notable aumento de los flujos de patentes de residentes y no residentes. Por otro lado, desde la apertura comercial la especialización en todas las entidades mexicanas ha crecido, por ejemplo, las entidades de la frontera norte muestran mayores niveles de especialización en cuanto a industrias manufactureras.

Los estudios de la OCDE señalan que hay un vínculo positivo entre la productividad y la especialización de los estados de México, es decir, un vínculo positivo entre productividad y formación de capital humano.

Varios estudios también observan que la generación de tecnología es baja en México y deducen más bien que la industria nacional no genera tecnología, por lo tanto debe adquirirla en el exterior. Al respecto, un estudio reciente de Germán-Soto, Gutiérrez & Tovar (2009) señala que México aún se encuentra en un proceso de aprendizaje tecnológico.

Nuestra hipótesis pudo ser contrastada, ya que el desempeño de la productividad efectivamente es explicada por el desempeño que tienen las actividades de la innovación, es decir, el impacto que tiene la capacidad intelectual de las regiones se ve reflejada tanto dentro de la productividad laboral como dentro de los resultados de conocimiento.

En términos generales, se encontró un efecto positivo y significativo de las actividades de innovación y de productividad de los vecinos geográficos regionales sobre la productividad laboral y del capital conocimiento de una región. El efecto contrario, es decir, un efecto negativo de la innovación local en la misma región fue también importante. Se ve entonces que los desbordamientos geográficos de la productividad y de la innovación vecinal son los que mayor influencia presentan, creando las externalidades que generan el intercambio entre empresas próximas geográficas.

Se encontró que se ha efectuado un cambio significativo pero negativo a través del tiempo del capital conocimiento, hecho que implica la baja contribución de patentes por parte de los agentes mexicanos. Es probable que la disminución

se pueda explicar por la fuga de cerebros al extranjero o, en su caso, como se explicó en el tercer capítulo, el capital humano está mayormente concentrado en las empresas pertenecientes a las multinacionales, el conocimiento efectuado dentro de ellas se patenta con la nacionalidad perteneciente de la empresa y no en México.

Conforme se ha incrementado la inversión extranjera, ésta parece contribuir al acervo de patentes del país. Los beneficios se manifiestan en la mayor productividad, ya que en cuanto la patente se transfiere a la producción las empresas manufactureras logran mejoras o invenciones generadas de la patente. Es por esto que los *spillovers* traen consigo mejoramiento de la productividad en las regiones donde está concentrada esta clase de empresas.

Existe una relación directa entre el ritmo del crecimiento de la innovación en las regiones de México y el desempeño logrado en cuanto a la productividad laboral y del conocimiento.

Hay una mayor contribución de la innovación en la productividad de las regiones centro y frontera, ya que también estas regiones tienen una mayor concentración de empresas, instituciones educativas, capital humano más capacitado, capital humano preparándose, mayores captaciones de fondos para generar mayor innovación, etc. Todos estos actores son los que forman el sistema regional de innovación. Se observa que aún hay mucho por hacer para poder integrar bien el sistema, pero son estas regiones donde mejor se manifiestan las interacciones; mientras que las regiones que menos reciben son aquellas que están alejadas de las regiones más productivas.

En cuanto a implementación de políticas, no es una sola política la que se debe hacer sino más bien un conjunto de políticas enfocadas a cada una de las regiones, dado que México se caracteriza por su gran heterogeneidad, por lo tanto una implementación de política general de incremento en las actividades de innovación no es suficiente para producir el mismo efecto en todas las regiones.

Debe plantearse una política enfocada y dirigida específicamente a cada una de las regiones líderes y rezagadas para que cada una sea competitiva y se

forme un sistema donde trabajen juntos todos los actores locales.

Debe plantearse una política de ciencia y tecnología, principalmente que ayude a que las empresas nacionales puedan desarrollarse en este sentido, y que haya un mejoramiento del sistema de patentes, ya que, un adecuado derecho de propiedad intelectual ayudará a que se den mejores innovaciones y las empresas se sientan incentivadas a actuar en actividades de innovación.

Debe plantearse políticas de educación, que promuevan los vínculos entre las empresas y las instituciones educativas, estableciendo la información para generar la oferta académica que en la industria requieren efectivamente. Así como, una mejor promoción de esta oferta educativa a los niveles más tempranos de la educación.

Algunas líneas de investigación que pueden surgir a partir de este análisis es la implementación de flujos tecnológicos regionales a la función de producción del conocimiento a través de una matriz espacial de vecindades tecnológicas.

También deben realizarse estudios sobre regiones más específicas como zonas metropolitanas o ciudades principales en los sectores industriales, teniendo en cuenta que este sector es el que genera más actividad de innovación para ver con más atención la dinámica que caracteriza a este tipo de regiones, tomando el ejemplo de ellas para ver qué es lo que se puede implementar en las regiones rezagadas en términos de innovación y también para que el crecimiento en las regiones con mayor impacto no se estanque si no que se tenga una tendencia autorreforzadora.

Otro caso de estudio puede ser el flujo tecnológico que generan específicamente las multinacionales o en su efecto el de los *clusters*, y cómo afectan su entorno y la de las regiones similares y conectadas, siendo las empresas de acuerdo a la evidencia literaria y empírica en donde nacen todos los vectores que apoyan a la innovación.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, M. L. (2007). Formación de redes de conocimiento en México: cambios impulsados por la competencia en la industria automotriz mundial. *Economía y Sociedad* , año/vol. XII (020), 77-92.
- Álvarez, V., & Rodríguez, D. (2003). Del Sector Ciencia y Tecnología a la Sociedad del Conocimiento. *Temas de formación Sociopolítica* (38), 1-120.
- ABC. (2010, Septiembre 28). *La innovación y el crecimiento*. Retrieved Febrero 21, 2010 from Periódico ABC, Sección Economía.
- Aboites, J. (2003). Innovación, Patentes y Globalización. In J. Aboites, & Dutrénit (Eds.), *Innovación, Aprendizaje y Creación de Capacidades Tecnológicas* (pp. 163-206). Universidad Autónoma Metropolitana: Porrúa.
- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometrics: Methods and Models*. (D. o. Economics, Ed.) Santa Barbara: University of California.
- Arocena, R., & Sutz, J. (2002). Sistema de innovación y países en desarrollo. (U. d. República, Ed.) *SUDESCA Research Papers* (30).
- Bendesky, L. (1994). Economía regional en la era de la globalización. *Comercio Exterior* , 44 (11), 982-989.
- Benko, G. (1998). El impacto de los tecnopolos en el desarrollo regional. Una revisión crítica. *EURE (Santiago)* , 24 (73), 1-40.
- Brown, W., & Jirabayashi, M. Patents with Multiple Inventors Residing in Different Countries. In *Innovation, Patents and Technological Strategies* (pp. 239-270).

OECD.

- Cainelli, G. (2008). Spatial Agglomeration, technological innovations, and firm productivity: Evidence from Italian Industrial Districts. *Growth and Change* , 39 (3), 414-435.
- Castells, M. (1999). Prólogo: La red y yo. In *La era de la información* (Vol. Tomo I, pp. 1-31). Economía, Sociedad y Cultura.
- Correa, C. M. (2006, Septiembre). Mecanismos de protección de propiedad intelectual en plantas. 1-26 .
- Crescenzi, R. (2005). Innovation and Regional Growth in the Enlarged Europe: The Role of Local Innovative Capabilities, Peripherality, and Education. *Growth and Change* , 36 (4), 471-507.
- Cuello, C. (2006). Innovación, Tecnología y competitividad en el contexto de la apertura comercial y la globalización . *Ciencia y Sociedad* , 31 (001), 156-168.
- Doloreux, D., & Parto, S. (2004). Regional Innovation Systems: A Critical Review. *Discussion Paper Series* (2004-17), 1-37.
- Ferranti, D. d., Perry, G. E., Gill, I., Guasch, J. L., Malones, W. F., Sánchez-Páramo, C., et al. (2003). Cerrar la brecha en educación y tecnología: Estudios del Banco Mundial sobre América Latina y el Caribe. 216.
- Fischer, M. M. (2009). Regions, technological interdependence and Growth in Europe. *Romanian Journal of Regional Science* , 3 (2).
- Germán-Soto, V. (2008). El stock de capital industrial medido a través de la relación inversión-empleo: estimaciones para los estados mexicanos. *Ensayos* 22.1 , 53-80.
- Germán-Soto, V., & Gutiérrez, L. (2008). Technology Learning, Patents and Structural Change in Mexico: National Trends and Regional Effects. 19-22 de *Noviembre*.
- Germán-Soto, V., & Gutiérrez, L. (2010). Time Series Tests of Structural Change among Innovation and Trade Liberalization in Mexico. *Journal of the*

Knowledge , 1 (3), 219-237.

Germán-Soto, V., Gutiérrez, L., & Tovar, S. (2009). Factores y Relevancia Geográfica del Proceso de Innovación Regional en México, 1994-2006. *Estudios Económicos* , 24.

Gleaser, E. L., Kayac, H. D., Scheinkman, J. A., & Shleifer, A. (1991). Growth in cities. *Working Paper* (3787), 1-38.

Gould, D. M., & Gruben, W. C. (1995). El papel de los derechos de propiedad intelectual en el crecimiento económico. *Economía Mexicana* , IV (2), 265-299.

Greene, W. (2003). *Econometric Analysis*. New York University: Prentice Hall.

Griliches, Z. (1990). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. *Harvard University, Journal of Economic Literature* , XXVIII, 1661-1707.

Guevara, J. M. (1977). La geografía regional, la región y la regionalización. *Ediciones de la Facultad de Humanidades y Educación* .

Gujarati, D. N. (2004). *Econometría*. McGraw Hill.

Gutiérrez C, L. E. (2006). Teorías del crecimiento regional y el desarrollo divergente. Propuesta de un marco de referencia. *Nósis* , 15 (30), 184-227.

Hernández Laos, E. (1994). Tendencia de la Productividad en México (170-1991). *Cuaderno del Trabajo 8, Secretaría del Trabajo y Previsión Social* .

Hernández, L. E. (1993). Evolución de la Productividad Total de los Factores en la Economía Mexicana (1970-1989). *Cuadernos de Trabajo 1, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, Subsecretaría "B"* .

Hidalgo, N. A. (1999). La gestión de la tecnología como factor estratégico de la competitividad industrial. *Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales* , 43-54.

Jaffe, A. T., & Henderson, R. (1993). Geographic localization of knowledge spillovers an evidenced by patent citations. *Quarterly Journal of Economics* , 108 (3), 577-598.

- Kim, C.-S. (1997). Los efectos de la apertura comercial y de la inversión extranjera directa en la productividad del Sector Manufacturero Mexicano. *Economía Mexicana* , LXIV(3) (255), 365-390.
- Krugman, P. (1995). Developmet, geography and economic theory. *The MIT Press*.
- LeSage, J. P., & Fischer, M. M. (2008). The Impact of Knowledge Stocks on Regional Total Factory Productivity. *Austrian Science Fund (FWF)* , P19025G11, 1-28.
- Lucas, J. R. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics* , 3-42.
- López-Bazo, E., Vayá, E., Morina, R., & Suriñach, J. (2000). Externalidades entre economías: Efectos sobre el crecimiento. *Ponencia en el 3er. encuentro de economía aplicada* .
- Maldonado, N. (2004). Innovación Tecnológica como factor de aglomeración espacial en las regiones Colombianas. *Cuadernos de Economía* , XXII (41), 71-107.
- Martín, I. G. (2006). Efectos de la innovación sobre la evolución del empleo y la productividad. *Centro de Predicción Económica* .
- Mayorga, M. M., & Muñoz, E. (2000). La Técnica de datos de panel una guía para su uso e interpretación. *Banco Central de Costa Rica, División Económica* , 1-20.
- Mayorga, M., & Muñoz, E. (2000). La técnica de datos de panel: Una guía para su uso e interpretación. *Banca Central de Costa Rica, División económica* .
- Méndez, R. (1998). Innovación Tecnológica y reorganización del espacio industrial: Un propuesta metodológica. *Eure* , 24 (073).
- Mendoza, J. E., & Díaz-Bautista, A. (2006). Economía Regional Moderna, Teoría y práctica. *Economía* , 1a. Edición, 190.
- Moretti, E. (2003, April). Human Capital Externalities in Cities. 1-54.
- Mur, J., & Angulo, A. (2005, August). A closer look at the spatial Durbin Model.

European Regional Science Association 45th. Congress , 23-27.

Partida, R. (1997). La Reestructuración Tecnológica en México: El caso de la IBM. *Comercio Exterior , 47 (8), 680-724.*

Peñaloza, M. (2007). Tecnología e innovación factores claves para la competitividad. *Actualidad Contable Faces , 10 (015), 82-94.*

Porter, M. E. (1990). The competitive advantage of nations.

Rebelo, S. (1991). Long run policy analysis and long run growth. *Journal of Political Economy , 99 (3), 500-521.*

Reza, G. J. (1998). Remuneraciones, tamaño de la planta y productividad de la industria de la confección de la Laguna.

Richardson, H. (1986). *Economía Regional y Urbana*. Madrid: Alianza Editores.

Romer, P. M. (1990). Endogenous technical change. *Journal of Political Economy , 98 (5), 71-102.*

Rosenblatt, D. (2007). México 2006-2012: Creando las bases para el crecimiento equitativo: Resumen Ejecutivo. *Banco Mundial , Primera Edición.*

Sala-i-Martin, X. (2000). Apuntes de Crecimiento Económico. *2da. Edición.*

Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of economics , 70 (1), 65-94.*

Soria, L. M. (2003). Tendencias de las patentes externas de México en EUA, 1978-1988. In J. Aboites, & G. Dutrenit (Eds.), *Innovación, Aprendizaje y Creación de Capacidades Tecnológicas* (pp. 207-248). Porrúa, Metropolitana, Universidad Autónoma.

Tirado, J. R. (1997). La innovación tecnológica en la industria informática y las telecomunicaciones en México. *44 (8).*

Toral, A. M. (2010). El factor especial en la convergencia de las regiones de la Unión Europea: 1980-1996. *Universidad Pontificia Comillas de Madrid .*

OTRAS FUENTES

Informe anual del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial 2006, “Actividades de registro de invenciones”.

Informe anual del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial 2008, “Actividades de registro y protección de invenciones”.

Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial en cifras 2010, Cifras 1993 – enero / septiembre de 2010, “Invenciones”.

La actividad del CONACYT por entidad federativa 2005.

ANEXOS

Anexo A. Cuadro de resultados. Estimaciones de Productividad laboral (Yit)

	<i>Modelo general</i>	<i>Modelo con Efectos fijos</i>	<i>Modelo con Efectos fijos y autorregresivos</i>
C	8.266974 (0.000)	9.943589 (0.0000)	8.645622 (0.0000)
PAT	0.045777 (0.0005)	0.023754 (0.0001)	-0.015960 (0.1439)
PTF	0.568698 (0.0000)	0.065474 (0.0051)	0.522362 (0.0000)
WYit	1.079165 (0.0307)	0.441055 (0.0000)	0.168677 (0.0000)
Wpat	-0.193182 (0.1837)	0.084233 (0.0014)	0.005954 (0.5722)
AR(1)			1.266578 (0.0000)
AR(2)			-0.425991 (0.0000)
R ²	0.252706	0.984880	0.997001
D-W	0.031439	0.477324	2.292715

Nota: en paréntesis se muestra la probabilidad con una significancia al nivel de 5 por ciento.

Anexo B. Cuadro de resultados. Estimaciones de Capital Conocimiento (ptf)

	<i>Modelo general</i>	<i>Modelo con Efectos fijos</i>	<i>Modelo con Efectos fijos y autorregresivos</i>
C	-0.349235 (0.3110)	0.242686 (0.8352)	-4.600105 (0.0000)
PAT	0.032466 (0.0011)	-0.100724 (0.0000)	-0.011040 (0.3409)
Yit	0.329673 (0.0000)	0.322382 (0.0051)	0.770883 (0.0000)
WYit	-0.299680 (0.4319)	-0.097972 (0.5638)	0.053097 (0.0597)
Wpat	0.759062 (0.0000)	0.457713 (0.0000)	-0.001130 (0.9138)
AR(1)			1.454113 (0.0000)
AR(2)			-0.558220 (0.0000)
R ²	0.304096	0.880403	0.992774
D-W	0.166540	0.546611	2.262092

Nota: *en paréntesis* se muestra la probabilidad con una significancia al nivel de 5 por ciento.

Anexo C. Actividad del CONACYT por entidad federativa en el 2005

Estado	UNIV	Becas	Tipo de becas										Ciencias					SNI	Proy.
			Esp	Doc	Mtra	Sal	Tierra, Mar y Ambiente	Cond	Exa	Nat	Ing	Bio	Soc						
Aguascalientes	2	52	10	42	1	5	9	9	11	17	71	25							
Baja California	4	266	17	64	185	17	40	31	50	105	16	7	344	42					
Baja California Sur	2	92	27	65	20	43	29	160	1	1	44	1							
Campeche	0																		
Chiapas	2	73			73			35			38		93						
Chihuahua	5	281		46	235	47	14	51	26	63	67	13	123	99					
Coahuila	8	271	25	79	167			39	13	129	90		162	99					
Colima	1	63	23	40	9	4	11	10	15		14	85							
Durango	3	47		47					28	19	51	8							
Guanajuato	7	325	10	63	252	28	14	88	42	149	4	352	57						
Guanajuato	1	86		86	22			64			27								
Hidalgo	1	111		43	68			28		34	49	151	7						
Jalisco	8	587		170	417	59	19	82	69	9	349	573	172						
México	6	577	34	135	408	11	26	26	32	418	64	692	203						
Michoacán	3	292	109	183	71	11	57	125	28	327	15								
Morelos	5	371	83	288	112	2	56	163	31	7	679	9							
Nayarit	1	7		7					7		14								
Nuevo León	1	183	6	80	97	45	4	42	37	9	40	387	383						
Oaxaca	4	85		85				19		66	94	1							
Puebla	6	416	79	337	14	23	151	94	51	83	495	36							
Queretaro	5	189	10	58	121	23	10	38	26	75	10	7	255	65					
Quintana Roo	1	7		7				7			42	3							
San Luis Potosí	3	259	13	51	195	52	37	36	86	48	52								
Sinaloa	1	39	2	37	26				11	2	123	7							
Sonora	4	214	8	31	175	8	7	20	32	20	57	70	212	37					
Tabasco	3	41	5	36				18	5	6	12		67	3					
Tamaulipas	3	82	5	77				12	48		14	85	10						
Tlaxcala	2	68	37	31					8	8	60	48	8						
Veracruz	7	268	1	32	235	90	45	34	6	74	19	267	15						
Yucatán	4	268	55	43	170		13	22	25	34	58	99	215	6					
Zacatecas	0	11	1	10	1					10	84	7							
Total	103	5631	180	5	4166	538	96	756	520	0	5	966	4	1319					

Fuente: Elaboración propia a partir de información de CONACYT 2005

