

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**IMPACTO DE LOS IMPULSORES DE LA INNOVACIÓN SOBRE LA
FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO REGIONAL EN
MÉXICO: UN MODELO DE DATOS DE PANEL.**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN GESTIÓN Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN**

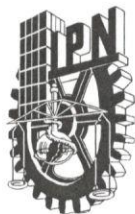
PRESENTA:

EMMA FRIDA GALICIA HARO



MÉXICO, CIUDAD DE MÉXICO

JUNIO DE 2019



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REGISTRO DE TEMA DE TESIS Y DESIGNACIÓN DE DIRECTORES DE TESIS

Ciudad de México a 08 de febrero del 2019

El Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de la SEPI-ESE-IPN en su sesión Ordinaria No. CCCVI celebrada el día 8 del mes de febrero de 2019 conoció la solicitud presentada por el(la) alumno(a):

Galicia

Apellido paterno

Haro

Apellido materno

Emma Frida

Nombre (s)

Con registro:

B	1	5	0	7	8	4
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante de: Doctorado en Gestión y Políticas de Innovación

1.- Se designa al aspirante el tema de tesis titulado:
Impacto de los impulsores de la innovación sobre la función de producción de conocimiento regional en México: un modelo de datos de panel.

De manera general el tema abarcará los siguientes aspectos:
Crecimiento económico, competitividad e innovación. Enfoque endógeno del crecimiento el papel de la innovación. Planteamiento del problema. Estudio empírico y análisis de resultados. Discusión de resultados.

2.- Se designan como Directores de Tesis a los Profesores:
Dra. Ana Lilia Coria Páez y Dr. Oswaldo Morales Matamoros

3.- El trabajo de investigación base para el desarrollo de la tesina será elaborado por el alumno en:
SEPI-ESE-IPN

que cuenta con los recursos e infraestructura necesarios.

4.- El interesado deberá asistir a los seminarios desarrollados en el área de adscripción del trabajo desde la fecha en que se suscribe la presente hasta la aceptación de la tesis por la Comisión Revisora correspondiente:

Directores de Tesis

Dra. Ana Lilia Coria Páez

Dr. Oswaldo Morales Matamoros

Aspirante

Presidente del Colegio

C. Emma Frida Galicia Haro

Dr. Adrián Hernández del Valle



S.E.P.
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
E.S.E.
SECCION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION

COMITÉ TUTORIAL, REVISOR DE TESIS Y JURADO DE EXAMEN

NOMBRE DEL PROFESOR	FUNCIÓN
Dra. Ana Lilia Coria Páez	Director de tesis
Dr. Miguel Flores Ortega	Asesor
Dr. Oswaldo Morales Matamoros	Director de tesis
Dr. Alexander Galicia Palacios	Asesor
Dr. Ricardo Tejeida Padilla	Asesor
Dr. Isaías Badillo Piña	Asesor Suplente

México, Ciudad de México, 8 de febrero de 2019

“LA TÉCNICA AL SERVICIO DE LA PATRIA”

DR. ADRIAN HERNÁNDEZ DEL VALLE
JEFE DE LA SECCIÓN DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION
ESE-IPN



S.E.P.
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
E.S.E.
SECCION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION



SECCION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION
E.S.E.
INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
S.E.P.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 10:30 horas del día 27 del mes de noviembre del 2018 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de la SEPI ESE-IPN para examinar la tesis titulada:

Impacto de los impulsores de la innovación sobre la función de producción de conocimiento regional en México: un modelo de datos de panel

Presentada por el alumno:

Galicia

Apellido paterno

Haro

Apellido materno

Emma Frida

Nombre(s)

Con registro:

B	1	5	0	7	8	4
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

Doctor en Gestión y Políticas de Innovación

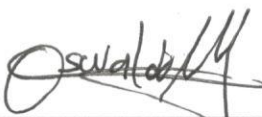
Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis



Dra. Ana Lilia Coria Páez



Dr. Oswaldo Morales Matamoros



Dr. Miguel Flores Ortega



Dr. Ricardo Tejeida Padilla



Dr. Isaías Badillo Piña

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES



Dr. Adrián Hernández del Valle



S.E.P.
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
E.S.E.
SECCION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. siendo las **11:00** horas del día **19** del mes de **marzo** del año **2019**, el (la) que suscribe **Emma Frida Galicia Haro** alumna del Programa de **Doctorado en Gestión y Políticas de Innovación**, con número de registro **B150784** adscrito (a) a la **SEPI ESE-IPN**, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis bajo la dirección de la **Dra. Ana Lilia Coria Páez** y del **Dr. Oswaldo Morales Matamoros** y cede los derechos del trabajo intitulado **IMPACTO DE LAS IMPULSORES DE LA INNOVACIÓN SOBRE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE CONOCIMIENTO REGIONAL EN MÉXICO:UN MODELO DE DATOS DE PANEL** , al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de la autora y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **Rincón del Cielo # 35. Colonia Bosque Residencial del Sur. Alcaldía Xochimilco. Ciudad de México. (C.P. 16010)**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


DRA. © EMMA FRIDA GALICIA HARO

Nombre y firma del alumno(a)

AGRADECIMIENTOS

En el proceso de elaboración de esta tesis han intervenido personas a las que deseo dejar constancia de mi agradecimiento:

A mis directores de tesis Dra. Ana Lilia Coria Páez quien enfrentó con su singular entereza mis obsesiones, al Dr. Oswaldo Morales Matamoros que se dio tiempo para escucharme y aconsejarme, ambos más allá de realizar un trabajo académico, me brindaron amistad, comprensión y su generoso conocimiento.

A mis compañeros de equipo de trabajo de la ESCA Tepepan Dra. Ana Lilia Coria Páez, Mtra. Irma Cecilia Ortega Moreno y Mtro. Héctor Manuel Leal Pérez amigos y colegas que con sus comentarios, consejos y trabajo compartidos una vez más me aportaron desinteresadamente su apoyo, tiempo y cariño.

En las revisiones sucesivas de este trabajo fueron quedado las valiosas opiniones de los integrantes del comité, la puntual opinión del Dr. Ricardo Tejeida Padilla, las inquietudes sobre el método del Dr. Miguel Flores y la sabiduría del Dr. Isaías Badillo quienes se dieron a la tarea de leer, opinar y tratar de convencerme de mejorar la investigación.

A pesar de los bien intencionados esfuerzos de todos ellos, los errores que se encuentran en esta tesis son enteramente míos.

INDICE

	Página
RELACIÓN DE FIGURAS Y TABLAS	IV
SIGLAS.....	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO 1. CRECIMIENTO ECONÓMICO, COMPETITIVIDAD E INNOVACIÓN	1
1.1. Contexto mundial	1
1.2. Ubicación de México en la competitividad y la innovación mundial.....	4
1.3. Crecimiento regional en México	8
1.4. Innovación factor de la competitividad de las entidades federativas de México	12
1.5. Innovación regional en México	14
CAPÍTULO 2. ENFOQUE ENDÓGENO DEL CRECIMIENTO. EL PAPEL DE LA INNOVACIÓN	23
2.1. Antecedentes de la innovación.....	23
2.2. Medición de la innovación	24
2.3. Tipos de innovación	25
2.3.1. Producto, proceso, marketing y organización.....	25
2.3.2. Innovaciones radicales, innovaciones incrementales	26
2.3.3. Insumos y productos de la innovación	27
2.3.4. Objeto y sujeto de la innovación	28
2.4. Principales indicadores para medir ciencia, tecnología e innovación.....	28
2.4.1. Investigación y desarrollo.....	28
2.4.2. Patentes	31
2.4.3. Bibliometría y citas.....	32
2.4.4. Capital humano, el papel de los expertos.....	33
2.5. Evidencia empírica de la medición de la innovación	34
2.5.1. Índices, método factorial	34
2.5.2. Encuestas basadas en el Manual de Oslo	37
2.6. Innovación en los modelos de crecimiento	38
2.6.1. Crecimiento exógeno	38

2.6.2. Crecimiento endógeno	40
2.6.2.1. Modelos de desarrollo	40
2.6.2.2. Modelo de Schumpeter	41
2.6.2.3. Enfoque del avance tecnológico	42
2.6.2.4. Modelo de capital humano, el aprendizaje.....	43
2.6.2.5. Patentes variable proxi de la innovación.....	45
2.7. La innovación en las regiones	46
2.8. Estado del arte de la innovación regional	48
CAPÍTULO 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	53
3.1. Situación problemática	53
3.2. Planteamiento del problema	56
3.3. Preguntas de investigación.....	58
3.3.1. Pregunta general	58
3.3.2. Preguntas específicas.....	58
3.4. Objetivos de investigación.....	58
3.4.1. Objetivo general.....	58
3.4.2. Objetivos específicos	58
3.5. Justificación.....	58
3.6. Aporte de la investigación	60
3.7. Metodología	60
3.8. Hipótesis de investigación	62
3.9. Hipótesis de trabajo.....	63
3.10. Modelo teórico de la investigación.....	63
3.11. Matriz de congruencia	64
CAPÍTULO 4. ESTUDIO EMPÍRICO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	65
4 .1. Diseño de la investigación.....	65
4.1.1. Variables y fuentes de información	65
4.1.2. Población.....	68
4.1.3. Técnicas de análisis de resultados.....	69
4.1.4. Planteamiento del modelo de panel de datos.....	70
4.2. Resultados	71
4.2.1. Modelo de datos de panel, efectos fijos	73
4.2.2. Modelo datos de panel, efectos aleatorios	74
4.2.3. Prueba de Hausman	74
4.2.4. Determinación de existencia de heterocedasticidad.....	76

4.2.5. Corrección de heterocedasticidad	76
4.3. Evaluación del modelo	77
4.3.1. Análisis del significado económico	77
4.3.2. Análisis del significado estadístico.....	78
4.3.3. Calidad del ajuste	79
4.3.4. Análisis global del modelo	80
CONCLUSIONES	85
REFERENCIAS	90
ANEXOS.....	96

RELACIÓN DE FIGURAS Y TABLAS

FIGURA 1. PROMEDIO ANUAL DEL CRECIMIENTO DEL PIB PER CÁPITA POR REGIÓN	1
FIGURA 2. PAÍSES CON MEJOR POSICIÓN COMPETITIVA Y DE INNOVACIÓN	3
FIGURA 3. CRECIMIENTO Y GASTO EN I+D	4
FIGURA 4. POSICIÓN DE MÉXICO EN EL ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD IMD.....	5
FIGURA 5. POSICIÓN DE MÉXICO EN EL ÍNDICE DE COMPETITIVIDAD DEL WEF	6
FIGURA 6. EVOLUCIÓN Y TENDENCIA DE LA INNOVACIÓN EN MÉXICO EN EL GII	7
FIGURA 7. EVOLUCIÓN DE LOS SUBÍNDICES INSUMO Y PRODUCTO DE MÉXICO	8
FIGURA 8. RELACIÓN ENTRE PIB Y PIB PER CÁPITA A NIVEL ESTATAL EN MÉXICO	9
FIGURA 9. TASA DE CRECIMIENTO ANUAL DEL PIB ESTATAL 2015	10
FIGURA 10. RELACIÓN ENTRE % DE GRANDES EMPRESAS POR ENTIDAD Y CREACIÓN DE VBP	11
FIGURA 11. RESULTADOS GEOGRÁFICOS DE LA COMPETITIVIDAD Y CALIFICACIÓN EN INNOVACIÓN DE LAS ENTIDADES FEDERATIVAS DE LA REPÚBLICA MEXICANA	13
FIGURA 12. GASTO EN I+D DE LOS GOBIERNOS ESTATALES EN RELACIÓN CON SU PIB.....	17
FIGURA 13. DISTRIBUCIÓN DE LA MATRÍCULA DE LICENCIATURA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	18
FIGURA 14. DISTRIBUCIÓN DE LA MATRÍCULA DE POSGRADO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	19
FIGURA 15. MIEMBROS DEL SNI DEL ÁREA DE CYT COMO % DEL TOTAL NACIONAL.....	20
FIGURA 16. DISTRIBUCIÓN DE LOS MIEMBROS DEL SNI EN LAS ÁREAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA	21
FIGURA 17. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA RELACIÓN DE LOS IMPULSORES DE LA INNOVACIÓN CON RESPECTO A LA VARIABLE PATENTES	72
TABLA 1. EMPRESAS DE ALTA TECNOLOGÍA EN MÉXICO 2014	15
TABLA 2. MATRIZ DE CONGRUENCIA.....	64
TABLA 3. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES QUE IMPACTAN LA INNOVACIÓN	66
TABLA 4. DEFINICIÓN DEL MODELO DE DATOS DE PANEL.....	72
TABLA 5. PRUEBA DE HAUSMAN	75
TABLA 6. PRUEBA DE AUTOCORRELACIÓN	75
TABLA No. 7 PRUEBA MODIFICADA DE HETEROCEDASTICIDAD DE WALD.....	76
TABLA 8. ESTIMACIONES DE DATOS DE PANEL EFECTOS FIJOS, EFECTOS ALEATORIOS Y DE ERRORES ESTÁNDAR CORREGIDOS	80

SIGLAS

ANUIES	Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior
ASC	Aspectos Socio Culturales
BERD	Business Enterprise Expenditure on R&D
CD MX	Ciudad de México
CESOP	Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública
CIS	Community Innovation Survey
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONEVAL	Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
CYTED	Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo
ESIDET	Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico
FCCTAC	Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C.
GDERD	Gross Domestic Expenditure on R&D,
GII	Global Innovation Index
GNERD	Gross National Expenditure on R&D
GOVERD	Government Expenditure on R&D
HERD	Higher Education Expenditure on R&D
I+D	Investigación y Desarrollo
IMCO	Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.
IMD	International Institute for Management Development
IMPI	Instituto Mexicano de la Protección Industrial
INDISEP	Sistema de Indicadores Educativos
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INSED	Institut Européen d'Administration des Affaires
MERIT	Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology
NISTP	National Institute of Science and Technology Policy, Japan
NSF	National Science Foundation
OEA	Organización de Estados Americanos
OECD	Organisation for Economic Cooperation and Development
PIB	Producto Interno Bruto
R&D	Research and Development
R,K,H	Factores Productivos: I+D, Capital Físico, Capital Humano
RICYT	Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología
SCI	Science Citation Index
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEP	Secretaría de Educación Pública
SNI	Sistema Nacional de Investigadores
SPRU	Science Policy Research Unit
STEM	Science, Technology, Engineering and Mathematics

T	Factor Tecnología
t,W,K	Factores Productivos: tierra trabajo y capital
UNU	United Nations University
VBP	Valor Bruto de la Producción
WEF	World Economic Forum
WIPO	World Intellectual Property Organization
Y	Producción

GLOSARIO

BIBLIOMETRÍA

Uso de datos estadísticos para analizar modelos de producción de libros y comunicación escolar. La rama dominante de los estudios bibliométricos ha sido: los estudios de citas, análisis de referencias y citas en documentos tales como libros y artículos.

CAPITAL HUMANO

La teoría del capital humano explica la parte del crecimiento de la renta o el producto nacionales que no podía atribuirse en los factores productivos tradicionales (tierra, capital fijo y mano de obra). La diferencia, se atribuye a la nueva calidad del trabajo, de su mayor productividad, resultado de inversiones realizadas en el trabajo provenientes del conocimiento codificado y del conocimiento tácito.

CITA

Es la expresión parcial de ideas o afirmaciones incluidas en un texto con referencia precisa de su origen o fuente y la consignación dentro de la estructura del texto.

COMPETITIVIDAD

Conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de una economía, que a su vez establece el nivel de prosperidad que la economía puede obtener en conjunto.

COMPETITIVIDAD REGIONAL

Comportamiento de 10 factores que pueden atraer y retener inversiones y talento en el mediano y largo plazo en una región que es la definición que el IMCO.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Es un trabajo sistemático, basado en el conocimiento adquirido de la investigación y la experiencia práctica y produciendo conocimientos adicionales, dirigido a producir nuevos productos o procesos o para mejorar los productos o procesos existentes.

GASTO EMPRESARIAL EN I + D

(Business Enterprise Expenditure on R&D BERD, por sus siglas en inglés) representa el componente de GERD incurrido por las unidades pertenecientes al sector empresarial.

GASTO EN I + D EN EDUCACIÓN SUPERIOR

(Higher Education Expenditure on R&D HERD, por sus siglas en inglés) representa el componente de GERD incurrido por las unidades pertenecientes al sector de la Educación Superior.

GASTO INTERNO BRUTO EN I + D	(Gross Domestic Expenditure on R&D, GDERD por sus siglas en inglés) es el gasto intramuros total en I + D realizado en el territorio nacional durante un período de referencia específico, lo cual generalmente es de un año.
GASTO NACIONAL BRUTO EN I + D	(Gross National Expenditure on R&D GNERD, por sus siglas en inglés) comprende el gasto total en I + D financiado por las instituciones de un país independientemente del lugar en que se realice la I + D. Como tal, incluye la I + D realizada en el “resto del mundo” financiada por instituciones nacionales o residentes; excluye la I + D realizada dentro de un país que es financiada por instituciones fuera del territorio nacional.
GASTO PÚBLICO EN I + D	(Government Expenditure on R&D GOVERD, por sus siglas en inglés) representa el componente de GERD incurrido por las unidades pertenecientes al sector gubernamental.
I+D INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	Las actividades que “comprenden el trabajo creativo y sistemático emprendido para aumentar el stock de conocimiento - incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad - y diseñar nuevas aplicaciones del conocimiento disponible.”
INNOVACIÓN	Es la implementación de un producto nuevo o significativamente mejorado (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de marketing, o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.
INNOVACIONES DE LA ORGANIZACIÓN	En este apartado son consideradas las relacionadas con la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.
INNOVACIONES DE LOS PROCESOS DE MARKETING	Es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación.

INNOVACIONES DE PROCESO	Considerada como la introducción de un nuevo o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos.
INNOVACIONES DE PRODUCTO	Definida como la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina...incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.
INNOVACIONES INCREMENTALES O MENOS VISIBLES	Pequeños cambios dirigidos a incrementar la funcionalidad y las prestaciones de la organización que, si bien aisladamente son poco significativas, cuando se suceden continuamente, de forma acumulativa, pueden constituir una base permanente de progreso.
INNOVACIONES RADICALES O DE ALTA VISIBILIDAD	Crean productos o procesos nuevos, que no pueden entenderse como una evolución natural de los ya existentes, y cuya introducción a la aplicación causa un cambio de alcances globales. Se trata de situaciones en las que la utilización de un principio científico nuevo provoca la ruptura real con las tecnologías anteriores.
INSUMOS DE LA INNOVACIÓN	Las acciones necesarias para impulsar la innovación.
INVESTIGACIÓN APLICADA	Es una investigación original emprendida para adquirir nuevos conocimientos. Sin embargo, se dirige principalmente hacia un objetivo específico y práctico.
INVESTIGACIÓN BÁSICA	Se refiere al trabajo experimental o teórico realizado principalmente para adquirir nuevos conocimientos sobre los fundamentos subyacentes de los fenómenos y hechos observables, sin aplicación o uso particular.
MODELO GENERAL DE DATOS DE PANEL	Técnica que toma en cuenta los efectos fijos de los individuos (dimensión temporal) que pueden causar comportamientos no aleatorios de las variables, y las series de tiempo (dimensión temporal) cuyos datos tienen su propia dinámica que debe ser estudiada.

MODELOS DE UTILIDAD	Modalidad de propiedad industrial que protege el derecho de invención, que se diferencia de la patente por su menor nivel inventivo y porque su exigencia de novedad se limita al territorio nacional.
OBJETO DE LA INNOVACIÓN	Innovaciones técnicas más relevantes en la industria, se enfoca principalmente a la innovación radical y al producto final del proceso de innovación.
PATENTE	Modalidad de la propiedad industrial que protege el derecho de invención otorgando un derecho de explotación exclusivo de la misma en un territorio, una aplicación o uso y por un determinado período de tiempo.
PIB PER CÁPITA	Producto Interno Bruto que corresponde en promedio a cada habitante del país o región.
PRODUCTOS DE LA INNOVACIÓN	Los resultados o efectos del impulso a la innovación.
SUJETO DE LA INNOVACIÓN	Actividad de innovación desarrollada por el innovador situado en la industria, analiza el tipo de insumos y actividades que se desarrollan en ella.

RESUMEN

Esta investigación analiza la innovación regional en México a nivel de entidad federativa, desde la propuesta de la función de producción de conocimiento estimada como la creación de patentes, a fin de conocer el impacto que sobre ella tienen los impulsores de la innovación matrícula de posgrado de ciencia y tecnología, matrícula de licenciatura de ciencia y tecnología, los miembros del Sistema Nacional de Investigadores, gasto en Ciencia y Tecnología (CyT) realizado por las empresas radicadas en la entidad federativa, el gasto en CyT realizado por el gobierno de la entidad federativa, y los años de creación de la Ley de Ciencia y Tecnología Estatal. La teoría que soporta el análisis se encuentra en el enfoque endógeno del crecimiento y el método empleado es el econométrico a través de un modelo de datos de panel.

El resultado muestra que tres variables: i) matrícula estatal de posgrado en el área de ciencia y tecnología, ii) gasto público estatal en ciencia y tecnología y iii) gasto de las empresas radicadas en la entidad en ciencia y tecnología, presentan la mayor significancia en su impacto. No así la matrícula de licenciatura en las áreas de ciencia y tecnología, los investigadores radicados en la entidad integrantes del Sistema Nacional de Investigadores de las áreas de ciencia y tecnología ni los años durante los cuales han estado operando las leyes de ciencia y tecnología estatales.

ABSTRACT

This research analyzes regional innovation in Mexico at the level of Federal Entity, from the proposed knowledge production function estimated as the creation of patents. In order to know the impact that innovation drivers have on it, postgraduate enrollment in science and technology, bachelor's degree in science and technology, members of National System Researchers, Spending on Science and Technology (S&T) carried out by companies based in the state, S & T spending made by states governments, and creation years of the State Law of Science and Technology. Theory that supports the analysis is found in the endogenous approach to growth and the method used is the econometric through a panel data model.

Result shows State postgraduate enrollment in the science and technology areas, public spending on science and technology and state-based companies expenditure in science and technology present the greatest significance in their impact. Not so the bachelor's degree in science and technology areas, researchers located in the State, members of the National System Researchers in the science and technology areas, nor the years during which the State Science and Technology Laws have been operating.

INTRODUCCIÓN

A partir de la crisis mundial de 2008, el desempeño de la economía mundial enfrenta la llamada nueva normalidad caracterizada por bajos niveles de crecimiento y una dificultad creciente para lograr un impulso sostenido del crecimiento. En este contexto, la innovación presenta una importancia que cobra relevancia como fuente de creación de riqueza y de impulso al crecimiento y bienestar de la población.

A nivel mundial, los ejemplos de las economías que han apostado por impulsar la innovación reflejan desempeños económicos y sociales superiores. En particular el caso de los Estados Unidos que hacia finales del siglo pasado parecía haber perdido el liderazgo en el impulso del crecimiento, frente a Japón y los países que lideran la Unión Europea, actualmente presenta una capacidad de recuperación mayor frente al resto de los países industrializados en gran medida basada en el impulso de la innovación (WEF, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010 y Cornell University-INSEAD-WIPO, 2016).

Al respecto, México se encuentra ubicado en una posición media dentro del conjunto de naciones del mundo, con respecto a su nivel de desempeño dentro de los procesos de innovación. En las más importantes mediciones internacionales, la nación presenta estancamientos que la ubican en posiciones que van desde un lugar 48 de 63 en el World Competitiveness Scoreboard (2014, 2015, 2016, 2017), hasta el lugar 58 de 134 países en el Global Innovation Index (Cornell University-INSEAD-WIPO, 2016).

Existen condiciones al interior del país que frenan su posición competitiva y su desempeño innovador. El crecimiento económico de las 32 entidades federativas del país presenta un mosaico variado y contrastante en cuando a su desempeño económico. Existe una polarización creciente en el avance económico que expone variadas características. En este sentido, una gran cantidad de entidades no solo cuentan con un PIB estatal de reducido tamaño, sino que a ello complementan adversamente con un PIB per cápita muy limitado, lo que implica poblaciones crecientes en estado de pobreza. A esto se adiciona una estructura productiva también concentrada en unas cuantas entidades federativas, ya que las grandes empresas que cuentan con condiciones favorables para generar innovación se concentran fundamentalmente en cinco entidades federativas de la república participando en forma mínima en el resto del país.

El problema de la gran heterogeneidad en el nivel económico de las entidades federativas de la república lleva a interrogantes sobre la existencia de un determinismo en la

desigualdad que impide el avance sostenido y creciente de todas las entidades, así como conocer las características de los factores que impulsan y generan procesos exitosos en algunas entidades federativas y las causas que parecen encadenar en el subdesarrollo a otras.

A partir de esta realidad cobra importancia indagar los determinantes de la innovación y evaluar la trayectoria de las variables a las que se les ha asignado teóricamente un papel determinante en el impulso de la innovación, con miras a evaluar su real impacto sobre las condicionantes del desarrollo, evitando con ello quedar en la posición de replicar, sin cuestionarse, las propuestas que los rankings mundiales presentan como solución al estancamiento, pero que no necesariamente son las adecuadas para las condiciones de México.

Con este objetivo el trabajo se estructura en cinco capítulos y las conclusiones. En el primero se presenta la situación a nivel mundial, nacional y regional de la innovación y su importancia en la competitividad y el crecimiento de las naciones. El segundo incluye desde los conceptos básicos de la innovación, su medición, tipos e indicadores, así como el marco teórico que sustenta la inclusión de la innovación en los modelos de crecimiento endógeno y la importancia que presenta en las regiones. El contenido del tercer capítulo inicia con el planteamiento del problema estableciendo los objetivos que persigue la investigación y la metodología empleada en su desarrollo para concluir con el planteamiento de las hipótesis.

El cuarto capítulo incluye el desarrollo del estudio empírico y el análisis de los resultados obtenidos que identifican tres variables: matrícula estatal de posgrado en el área de ciencia y tecnología, gasto público estatal en ciencia y tecnología y gasto de las empresas radicadas en la entidad federativa en ciencia y tecnología como las de mayor significancia en su impacto, en tanto no presentan significancia la matrícula de licenciatura en las áreas de ciencia y tecnología, los investigadores radicados en la entidad integrantes del Sistema Nacional de Investigadores de las áreas de ciencia y tecnología, ni los años durante los cuales han estado operando las leyes de Ciencia y Tecnología Estatales.

Finalmente, se presentan los apartados de conclusiones, referencias y anexos.

CAPÍTULO 1. CRECIMIENTO ECONÓMICO, COMPETITIVIDAD E INNOVACIÓN

1.1. Contexto mundial

El reducido crecimiento económico en el mundo registrado a partir de la crisis de 2008 y las pobres expectativas en este rubro hacia los años por venir, generan un debate que divide opiniones. Por un lado se encuentran los derivados del ciclo económico de la recesión; y por otro, el problema estructural denominado “nueva normalidad” que atenta peligrosamente contra el crecimiento futuro de las naciones y que se distingue por altas tasas de desempleo, poco crecimiento de la productividad y lento y reducido incremento de la tasa de crecimiento económico, amenazado por la incertidumbre que se observa en el desempeño futuro de los mercados emergentes, en los precios de la energía y en los movimientos de los tipos de cambio (WEF, 2015, 2016, 2017).

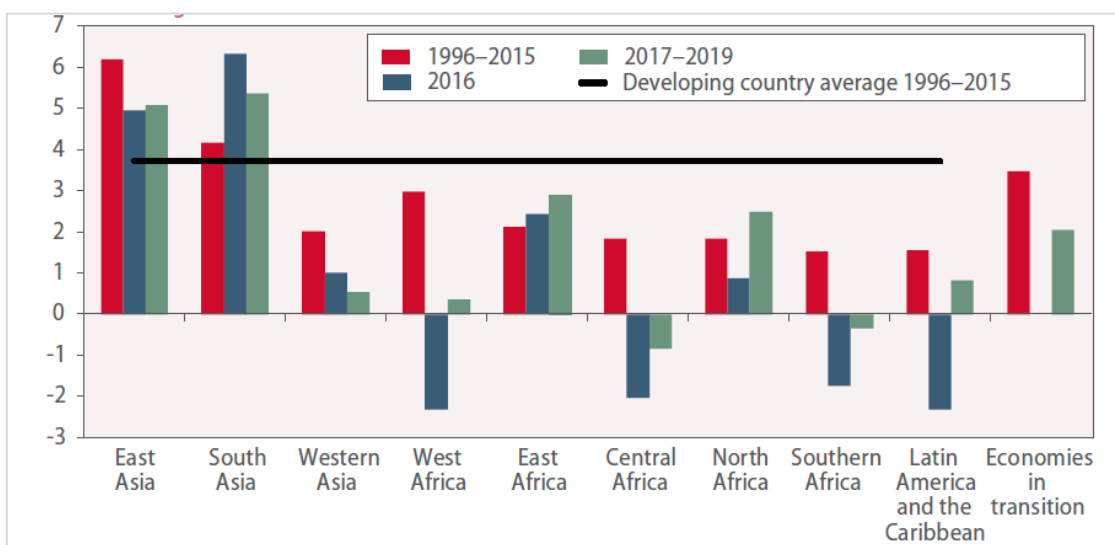


Figura 1. Promedio anual del crecimiento del PIB per cápita por región
Fuente: United Nations/Department of Economic and social Affairs-UNCTAD-United Nations Regional Commissions, 2018

La recuperación que se observa recientemente no es igual para todos los países, en términos generales el mundo mejora su desempeño económico. Sin embargo, en algunas regiones como África central, media y occidental, Asia occidental y América Latina y el Caribe el crecimiento del PIB per cápita es casi insignificante (Ver figura 1).

La identificación de los factores que hacen exitosas a las naciones encuentra referentes en variadas propuestas. Una de ellas es la medición de la competitividad en el mundo. Con

base en este enfoque, los países establecen medidas para atenuar los efectos de las recesiones que forman parte de los ciclos económicos y buscan eliminar las restricciones estructurales que impiden su avance.

Actualmente dos instituciones destacan en la medición de la competitividad de las naciones, consideradas en la actualidad como las conceptualizaciones más eficientes para determinar las condiciones que hacen a un país más exitoso que otro: el Foro Económico Mundial (WEF, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010) y el Instituto de Administración y Desarrollo (IMD, 2014, 2015, 2016, 2017).

El Índice Global de Competitividad (GCI por sus siglas en inglés) construido por el WEF se basa en el modelo del diamante de Porter (2003), construye su modelo por medio de doce categorías denominadas pilares, que dan a los países una posición en cuanto al tipo de estímulo que impulsa su competitividad siendo el estadio más elevado el conducido por el impulsor de la innovación. Los elementos que miden el pilar de la innovación se refieren a la calidad de las instituciones de investigación científica, el gasto de los negocios en Investigación y Desarrollo (I+D), la colaboración universidad-industria en I+D, disponibilidad de científicos e ingenieros y creación de patentes (WEF, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010).

A su vez el IMD elabora su indicador con base en cuatro categorías, una de ellas denominada Infraestructura incorpora cinco subíndices entre ellos tres corresponden a los aspectos relacionados con la innovación. Sus indicadores miden la infraestructura tecnológica (telecomunicaciones, computadoras, conectividad, internet, ingenieros, importaciones y exportaciones de alta tecnología, entre otras), la infraestructura científica (gasto en I+D total, nacional y de empresas en valor económico, como % del PIB y per cápita, investigadores, graduados de posgrado, artículos científicos, ganadores del premio Nobel, patentes, entre otros) y la educación (gasto público en educación como % del PIB, per cápita y por alumno, tasa de escolaridad de nivel medio y de nivel superior, evaluación PISA, entre otros). La presentación del ranking es exclusivamente del mejor al peor (IMD, 2014, 2015, 2016, 2017).

En cada uno de estos índices se encuentra que la innovación es uno de los factores de mayor rango en la obtención de competitividad, en consecuencia se observa que las naciones que registran mejores posiciones en competitividad también son líderes en

innovación, tales son los casos de Suiza, Singapur, Estados Unidos y Alemania (Ver figura 2).

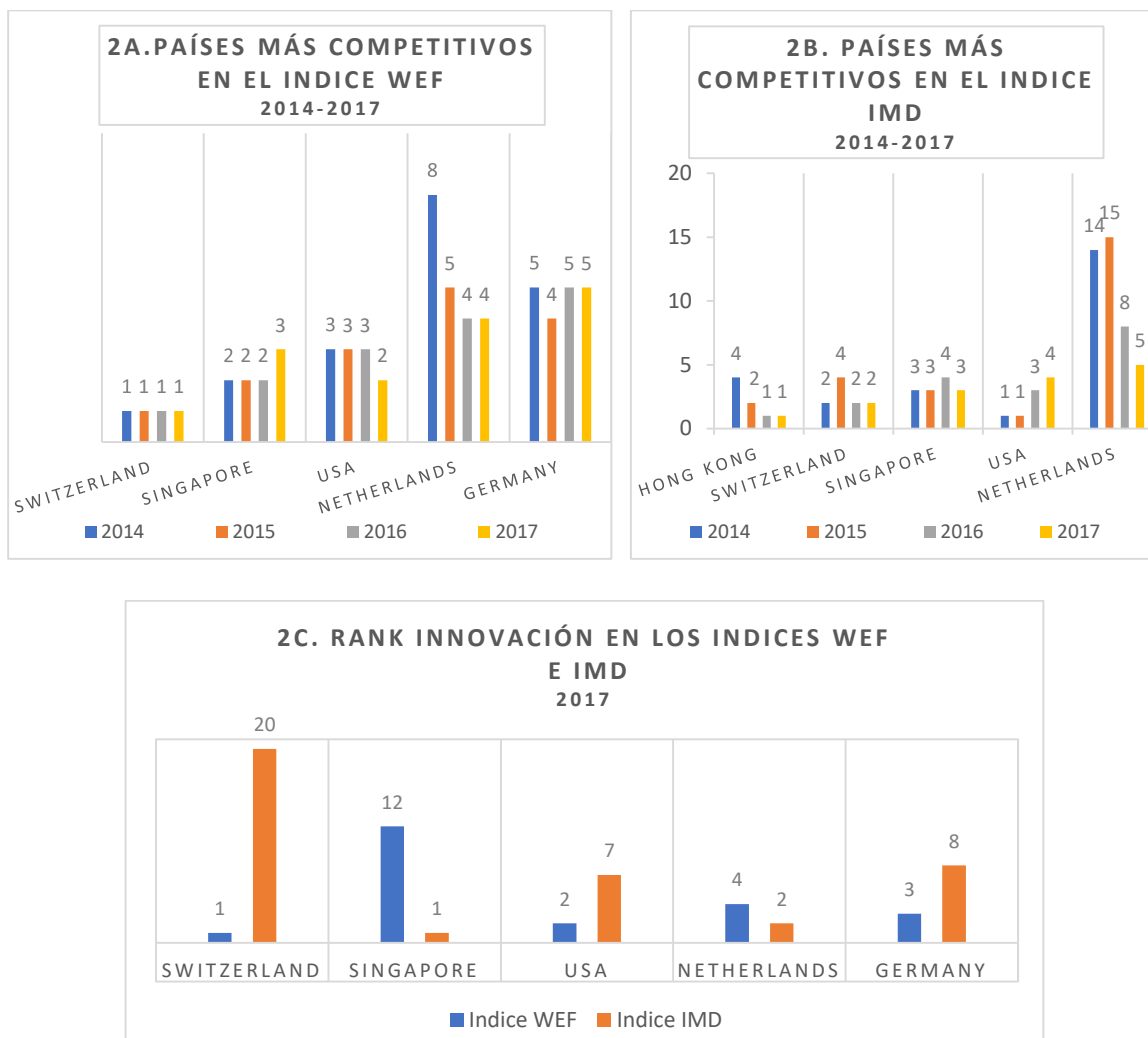


Figura 2. Países con mejor posición competitiva y de Innovación
Fuente: IMD y WEF

Sin embargo, ante la severa crisis global registrada a finales de la primera década de este siglo, la tasa mundial de crecimiento del gasto total en Investigación y Desarrollo (I+D) y el realizado por las empresas presenta un bajo y lento crecimiento, que no ha logrado superar el dinamismo registrado en los años previos a la crisis. La lenta recuperación del crecimiento económico ha mermado los recursos disponibles en particular los del sector público que no han podido compensarse mediante el esfuerzo realizado por las empresas (Cornell University-INSEAD-WIPO, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010) (Ver figura 3).

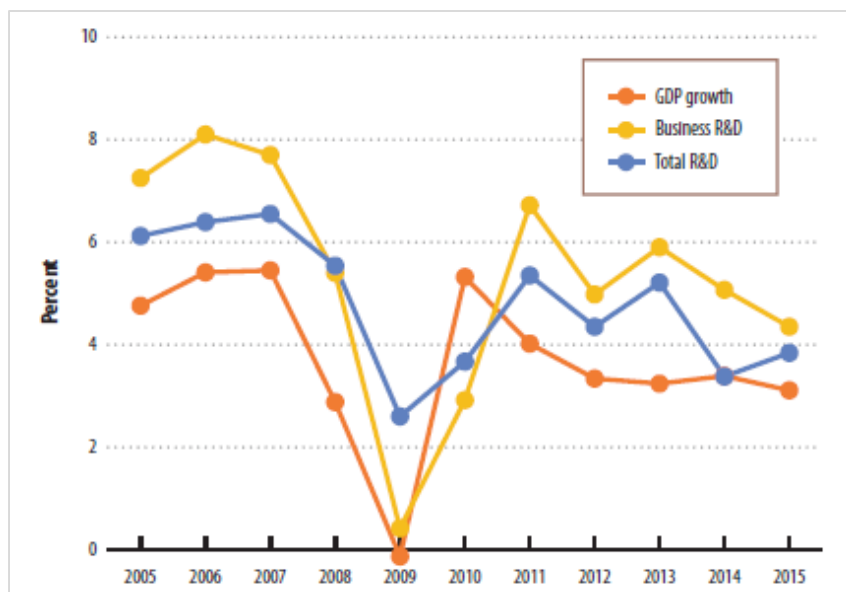


Figura 3. Crecimiento y gasto en I+D
Fuente: Cornell University-INSEAD-WIPO, 2017, 2016, 2015, 2014

La caída de los presupuestos públicos en I+D a nivel global, así como una menor inversión privada frenaron los gastos que estimulan la innovación. Como resultado la participación del gasto mundial en I+D como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) también se ha estancado entre 1.6% en 2008 y 1.7% en 2013 (Cornell University, INSEAD y WIPO, 2015).

1.2. Ubicación de México en la competitividad y la innovación mundial

En el caso de México, los índices mundiales que miden la competitividad (IMD WCS y GCI) muestran desempeños medios, que no le permiten ubicarse entre las naciones con el mejor desempeño competitivo. De esta manera, en los últimos años el país no ha mejorado su posición competitiva. En 2010 ocupaba la posición 47 de entre 58 naciones y en 2017, desciende a la 48 entre 63, (IMD, 2014, 2015, 2016, 2017), (Ver figura 4).

El subíndice de infraestructura del IMD WCS contiene, en su medición, los elementos que pueden evaluar el avance de la innovación al considerar los recursos tecnológicos, científicos y humanos que satisfacen las necesidades de los negocios; así como las infraestructuras básica, tecnológica, científica, de salud y medio ambiente y la educativa, en donde se observa que el desempeño de México corresponde a los más bajos de los cuatro indicadores que constituyen el índice.

La trayectoria de México en este índice durante el período 2010-2017 con respecto al desempeño de la innovación no ha sido factor de estímulo a la competitividad, ya que en

todos y cada uno de los años el lugar ocupado es siempre inferior al del índice general con una distancia que ha llegado a 17 lugares en el año 2013 y en el año más reciente la brecha es más del doble del registrado en 2010. Lo que explica en gran medida el deterioro de la posición competitiva del país dado su sustento en factores diferentes a la innovación con menor efectividad competitiva.

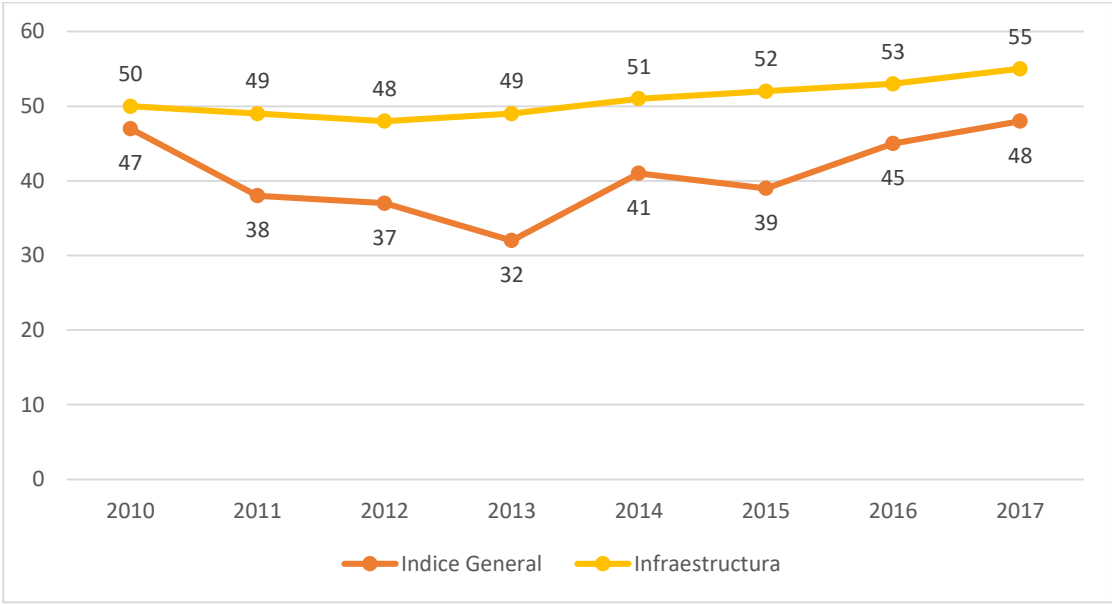


Figura 4. Posición de México en el Índice de Competitividad IMD
Fuente: IMD, 2014, 2015, 2016, 2017

Por otra parte, en el GCI elaborado por el Foro Económico Mundial, México registra un desempeño superior con un comportamiento diferente en cuanto a su trayectoria general competitiva. Existe una clara tendencia de mejoría con un avance de 15 puestos en el mismo periodo de 2010 a 2017, ascendiendo del lugar 66 de 139 países al 51 de 137 en el periodo. En este caso el subíndice de innovación gana 22 lugares (Ver figura 5).

El comportamiento que se repite es el menor dinamismo de la innovación, ya que en todo el periodo su posición queda por atrás del índice general. Lo relevante de este índice es que muestra el comportamiento de casi la totalidad de los países del mundo y cuya medición en competitividad está ampliamente sustentada en datos duros complementados con encuestas y opiniones de expertos. Por lo que, en la figura 5, la aportación importante es identificar que la trayectoria de la brecha entre las mediciones de competitividad e innovación, a pesar de ser mucho menor al índice anterior, muestra que después de un periodo de cinco años en que parecía que la innovación sería el factor que elevaría el desempeño competitivo de México a partir de 2014 el avance de la innovación se frena.

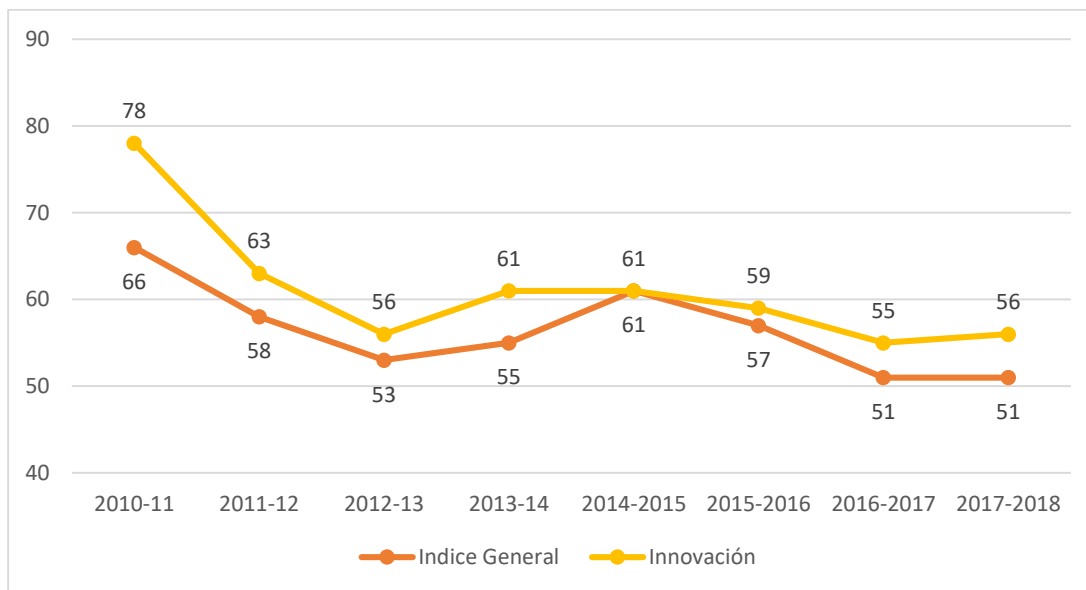


Figura 5. Posición de México en el Índice de Competitividad del WEF
Fuente: WEF, 2015, 2016, 2017

Existe a nivel mundial una medición específica de la innovación registrada por el Global Innovation Index (GII) elaborado por las instituciones: Universidad de Cornell (SC Johnson College of Business), INSEAD (The Business School for the World) y WIPO (World Intellectual Property Organization) (2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010) que presenta una diferencia metodológica, por su especialidad, con respecto a los subíndices incluidos en los de competitividad, es decir, por el gran volumen de indicadores tomados en cuenta.

En ellos se incluyen siete aspectos relativos a las condiciones que con mayor frecuencia los enfoques teóricos de la innovación toman en cuenta como impulsores, entre ellos, están los gastos en I+D tanto de las empresas como de los gobiernos, los niveles de cobertura y eficiencia de la educación poniendo énfasis en la de nivel terciario relacionada con la Ciencia y la Tecnología (C y T) así como los resultados de ella enfocados a productos como patentes, modelos de utilidad, exportaciones de alta tecnología, flujo de inversión extranjera directa (IED), y la creatividad en línea como los dominios de alto nivel, ediciones en Wikipedia y otras publicaciones en internet. El resultado de un promedio de 134 países desde 2011 refleja que Suiza ha podido mantener el primer lugar a través de los años, los Estados Unidos han registrado una trayectoria ascendente hasta llegar al 4º lugar y varios países europeos han fluctuado entre los primeros 10.

Los registros para México presentan, si bien de forma lenta, una tendencia hacia la mejoría, en el periodo de análisis el país ha avanzado entre los 134 países del lugar 69 al 58 con una posible tendencia a ocupar mejores lugares en el futuro (Ver figura 6).

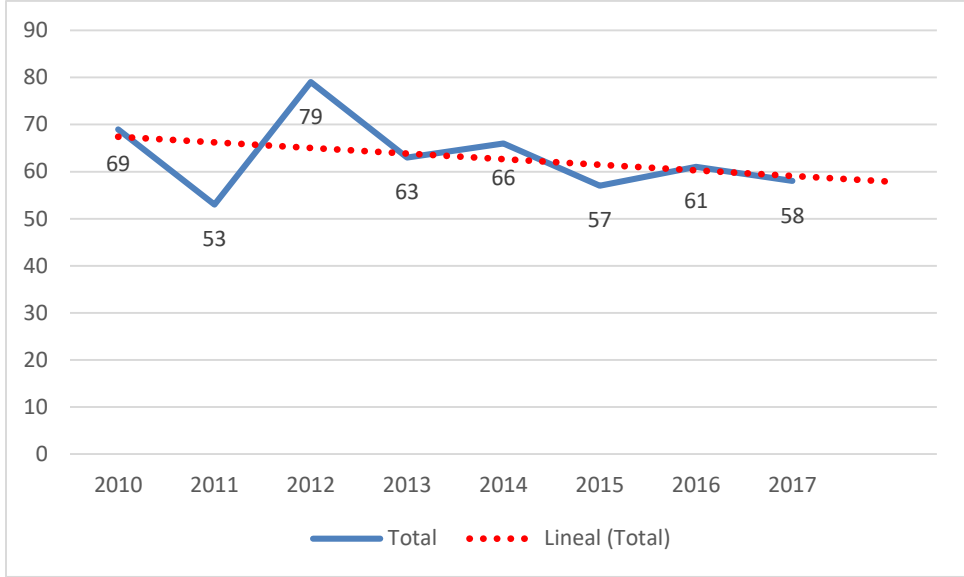


Figura 6. Evolución y tendencia de la innovación en México en el GII
Fuente: Cornell University-INSEAD-WIPO, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010

En cuanto a los impulsores de la innovación representados por los insumos, en la figura 7 muestran una trayectoria en los ocho años de una mejoría constante salvo el año 2011, contrario a los productos resultantes de los insumos. En estos últimos, el comportamiento es errático y no parece reflejar una actividad consolidada y dinámica. Los tres años en que mejora la posición no parecen provenir de un impulso de los insumos, en los años en que los insumos mejoran hasta 10 lugares, los productos solo avanzan dos lugares (2012) y cuando lo hacen en solo dos el avance de los productos es mayor a 15 lugares (2013).

Además, en la observación de la trayectoria de 2011 a 2017 los insumos fueron mejorando constantemente su posición del lugar 81 hasta el 54, salvo en el año 2016 en que retrocedieron cuatro lugares. Por el contrario, los productos de la innovación no registran una tendencia sostenida sino avances significativos esporádicos (2013 y 2015) y retrocesos sin relación con el impulso de los insumos (2014) (Ver figura 7).

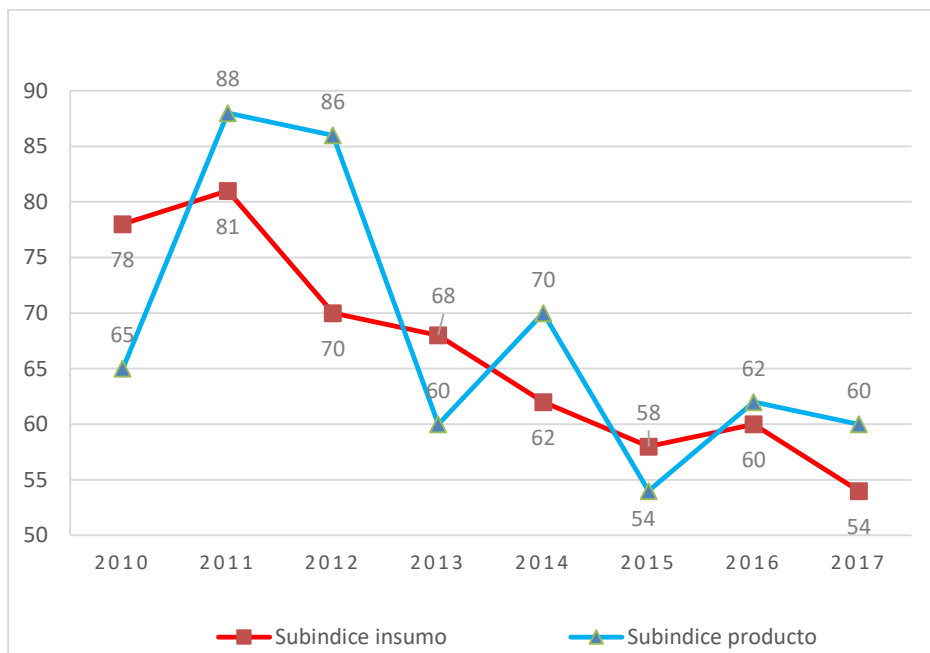


Figura 7. Evolución de los subíndices insumo y producto de México
Fuente: (Cornell University-INSEAD-WIPO, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010)

La situación de México en el contexto mundial concerniente a la competitividad y al impulso que puede crear la innovación corresponde a un punto intermedio, sin una tendencia clara a la mejoría y dependiendo del número de países analizados, puede caer a los lugares menos destacados (IMD) o en la segunda mitad del ranking (WEF); lo que pone en peligro el futuro de la nación ya que de no estimularse la innovación se enfrentaría a un permanente retroceso. Debido a que las ventajas competitivas derivadas de costos bajos incluida la mano de obra barata están disminuyendo y en su lugar están siendo impulsadas las derivadas de la creación de valor agregado producto de la innovación (OECD, 2009).

1.3. Crecimiento regional en México

En la república mexicana existe una gran heterogeneidad en el nivel de desarrollo de las regiones del país (tomadas como las entidades federativas), una medida que refleja la existencia de esta brecha se encuentra en los diferentes niveles que tiene el PIB de la entidad y su relación con el PIB per cápita registrado.

De acuerdo con cifras correspondientes al año 2015 (INEGI, 2018), es posible identificar cuatro grupos y dos entidades en situación extrema: un grupo correspondiente a las entidades federativas que presentan un desempeño superior en el tamaño de su PIB (Nuevo León, Jalisco, Guanajuato, Estado de México y Veracruz) con diferentes niveles de

PIB per cápita (el mejor Nuevo León seguido de Jalisco, Guanajuato y Veracruz y con el menor PIB per cápita a pesar de su buen nivel del PIB, el Estado de México); los otros tres grupos presentan similitudes en cuanto al bajo nivel de su PIB, diferenciados por el nivel alcanzado en su PIB per cápita.

En el segundo se encuentran aquellos que con un relativamente bajo PIB tienen un PIB per cápita mayor a los otros dos grupos (Tabasco, Querétaro, Coahuila, Sonora, Quintana Roo, Tamaulipas, Aguascalientes, Baja California Sur, Baja California y Colima).

En el tercero se encuentran once entidades federativas con un PIB más reducido y también con menores PIB per cápita (Chihuahua, San Luis Potosí, Sinaloa, Yucatán, Durango, Morelos, Zacatecas Hidalgo, Nayarit, Puebla y Michoacán).

Y en el último grupo se encuentran las cuatro entidades con el menor PIB y PIB per cápita de la República (Tlaxcala, Guerrero, Oaxaca y Chiapas).

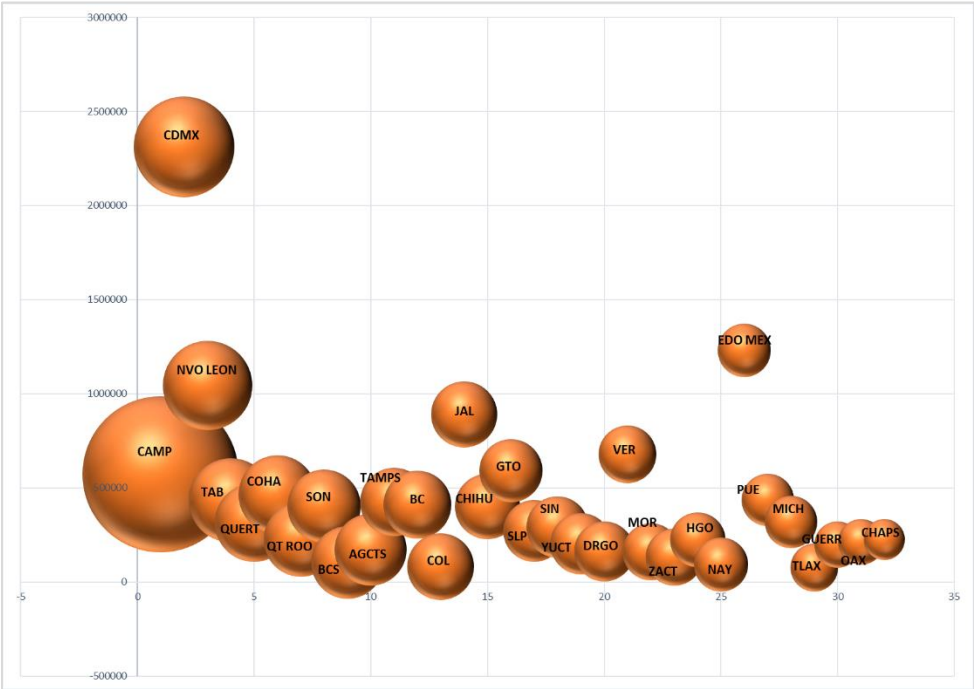


Figura 8. Relación entre PIB y PIB per cápita a nivel estatal en México
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI, 2018

Existen dos casos extremos alejados totalmente de estos cuatro grupos, uno es el caso de la Ciudad de México que presenta el PIB más elevado de las 32 entidades, superando en más del doble a los dos más cercanos Nuevo León y Estado de México. El otro caso es Campeche, que a pesar de registrar un bajo nivel de PIB cuenta con un PIB per cápita de

casi tres veces el de la Ciudad de México que ocupa el segundo lugar Ver figura 8 (en el eje de las ordenadas se mide el PIB y el PIB per cápita está dado por el tamaño de la burbuja).

Asimismo, la tasa de crecimiento real en cada entidad de la república en el mismo año de 2015 presenta el mismo patrón de comportamiento.

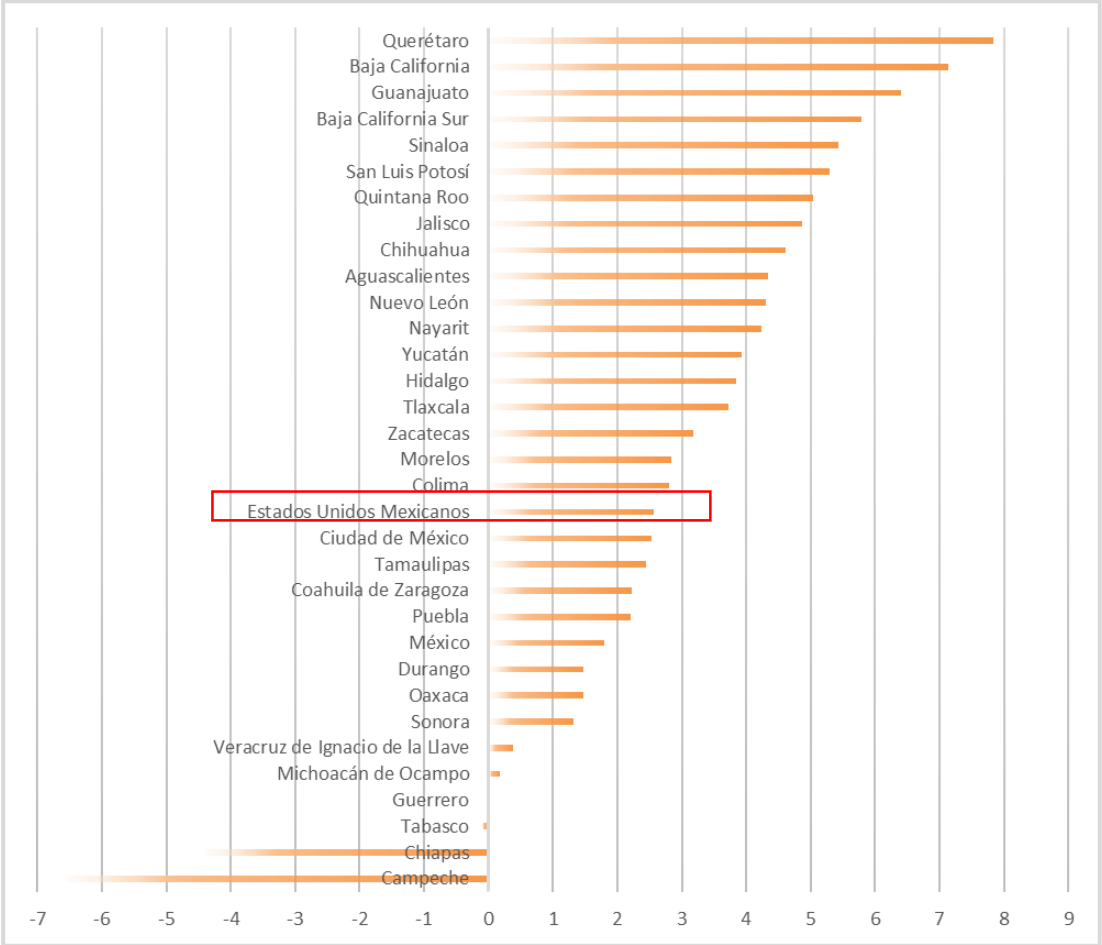


Figura 9. Tasa de crecimiento anual del PIB estatal 2015
Fuente: INEGI, 2018

El promedio de la nación se situó en 2.57% anual. De las 32 entidades federativas, 14 crecieron a una tasa inferior y 18 a una tasa superior. Entre los de menor crecimiento existen cuatro que registraron decrecimientos, en particular Campeche y Chiapas con -6.55% y -4.40%. En el opuesto siete entidades crecieron por arriba del promedio, registran el doble cuatro de ellas, más del doble dos y el triple una (Ver figura 9).

La localización de las industrias muestra también concentración. De acuerdo con los Censos Económicos 2014 por estratificación de los establecimientos (INEGI, 2014) las grandes empresas manufactureras han preferido unas cuantas entidades federativas para su localización, dando lugar a que el 50% del valor bruto de la producción (VBP) se genere en solo seis entidades de 32, Nuevo León, México, Guanajuato, Coahuila, Veracruz y Jalisco. En el otro extremo, Baja California Sur, Guerrero Campeche y Quintana Roo en conjunto aportan solo el 1% del VBP manufacturera. Este comportamiento se asocia a una tendencia a la concentración del VBP en las entidades federativas en donde se agrupan las más grandes empresas de México. Como se observa en la figura 10, en la medida en que el porcentaje de las grandes empresas disminuye en las entidades federativas (% del total nacional de las grandes empresas representado en el eje vertical), el VBP generado por cada entidad disminuye también (representado por el tamaño de la burbuja).

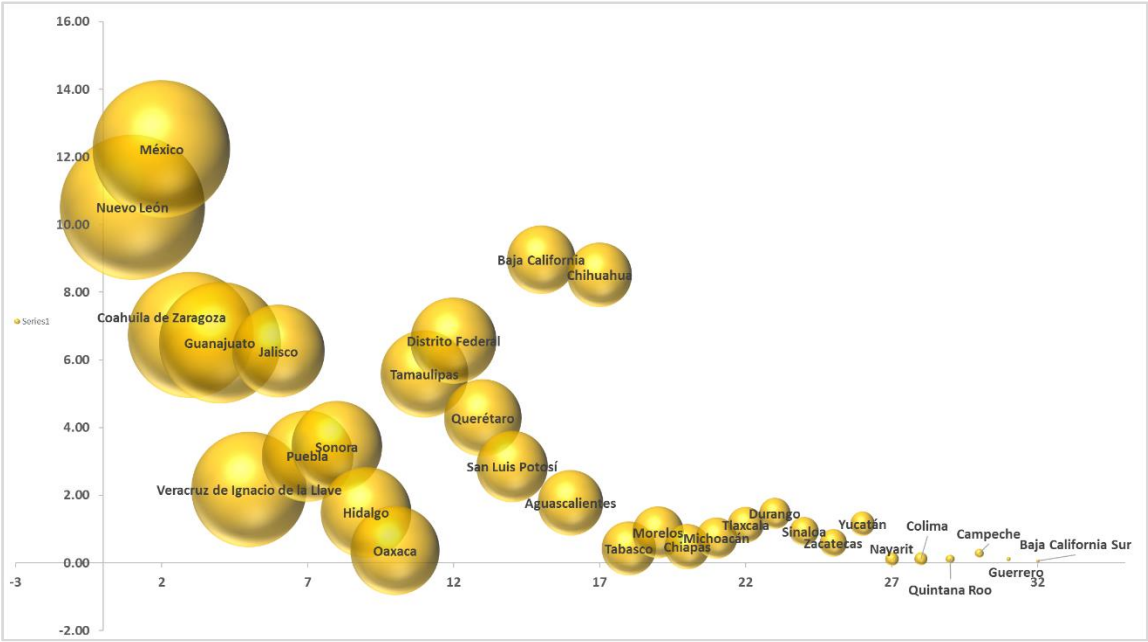


Figura 10. Relación entre % de grandes empresas por entidad y creación de VBP
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI, 2014

El comportamiento del crecimiento económico de las entidades federativas de la república presenta condiciones adversas al desarrollo de sus comunidades tanto en la creación como en la distribución de riqueza, lo que da lugar a escasas oportunidades de crear ventajas competitivas a nivel regional.

Complementariamente a estos resultados, se asocian a la existencia de una gran heterogeneidad entre las empresas que integran la planta productiva, ya que al lado de las

compañías de alto rendimiento existen grandes grupos de micro y pequeñas empresas, que operan muy por debajo de la frontera de la innovación, con tecnología básica y bajos niveles de capital humano (CEPAL, 2010), también se asocian a la mayor existencia de innovaciones graduales más que radicales y a la idea tradicional de adoptar tecnologías que, por sí mismas, no alientan el mejor desempeño de las empresas (Cornell University, INSEAD y WIPO, 2015).

1.4. Innovación factor de la competitividad de las entidades federativas de México

El análisis empírico de la competitividad de las entidades federativas de la república mexicana ha sido preocupación más de organizaciones no gubernamentales y académicos que del Estado mexicano. Fue hasta fines de 2016 que el INEGI (2016) presentó a nivel experimental el Índice Nacional de Competitividad, desarrollado para ser un referente interno sin posibilidad de comparaciones con otros indicadores y solo como referente a nivel nacional.

El organismo que ha desarrollado un Índice de Competitividad Estatal desde el año 2006 presentando resultados cada dos años ha sido el IMCO. Este índice mide el comportamiento de 10 factores que pueden *atraer y retener inversiones y talento en el mediano y largo plazo en una región* que es la definición que el IMCO da a la competitividad regional. En las tres primeras emisiones del informe entre los 10 factores no se incluía la innovación como tal, si bien consideró ciertas capacidades innovadoras desde 2012.

En este contexto, la definición de innovación se ajusta a las establecidas en los índices mundiales *grado de innovación y sofisticación de las empresas*, con el reconocimiento que la creación de valor se encuentra cada vez más asociada a la generación de nuevo conocimiento y nuevas tecnologías. El índice está compuesto por cinco indicadores: patentes, empresas certificadas con ISO 9000, investigadores, crecimiento del PIB industrial y crecimiento del PIB de servicios (IMCO, 2012).

En los resultados más recientes (IMCO, 2016) las entidades federativas más competitivas son: en primer lugar la Ciudad de México seguida de Aguascalientes, Nuevo León Colima y Querétaro, respectivamente, en tanto que las entidades federativas con la competitividad más baja entre las 32 entidades fueron: el último Guerrero, precedido por Oaxaca, Chiapas, Michoacán y Veracruz.

El estado con la mejor posición en innovación es Querétaro, seguido de Morelos, Aguascalientes, Sonora (ocupa el 6º lugar en competitividad) y Nuevo León, la Ciudad de

México ocupa el lugar número 6. Situación que se repite entre los que registran los más bajos niveles en innovación Quintana Roo, Guerrero, Nayarit, Chiapas y Michoacán, con la salvedad que Quintana Roo y Nayarit son entidades que ocupan lugares medios en el índice de competitividad (Ver figura 11).

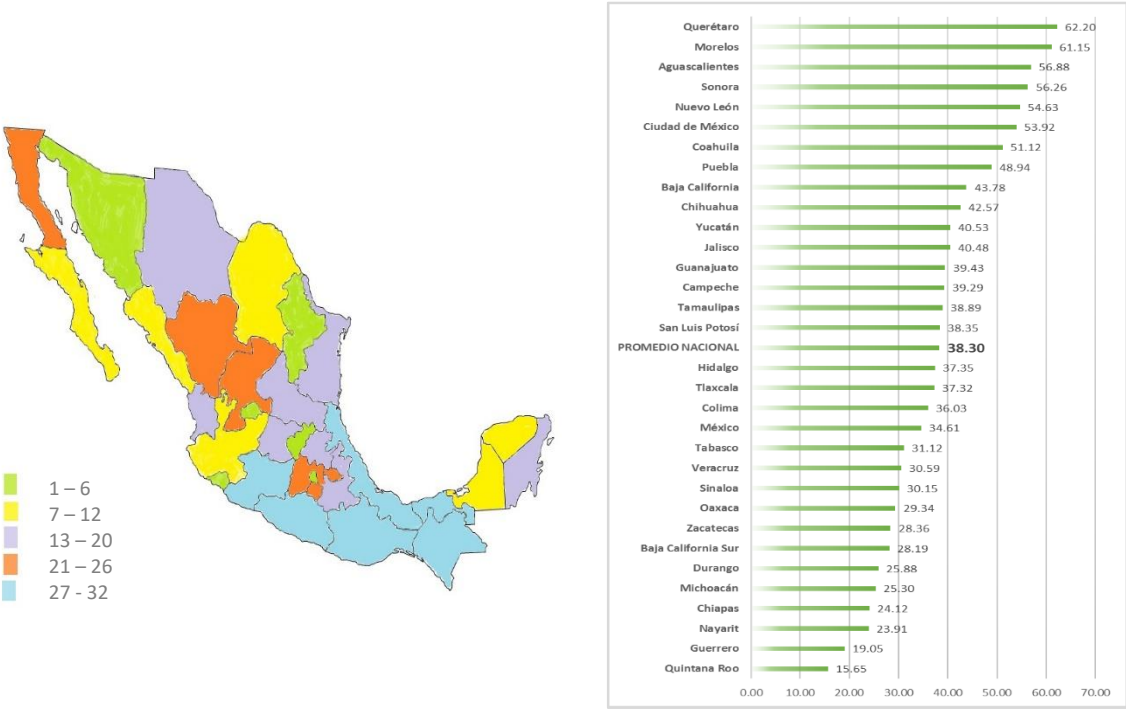


Figura 11. Resultados geográficos de la competitividad y calificación en innovación de las entidades federativas de la república mexicana
Fuente: IMCO, 2016

Los elementos tradicionales de inversión y mano de obra, considerados básicos para lograr el crecimiento económico, están siendo rebasados por la gran incertidumbre y complejidad del entorno socioeconómico actual. Ante este panorama de incertidumbre internacional y tendencia al reducido crecimiento económico, uno de los elementos que más consenso atrae como nueva fuente generadora de crecimiento en el presente y futuro es la innovación (CESOP, 2012; IMCO, 2016; OECD, 2017; SEMARNAT, 2012; WEF, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010; Cornell University-INSEAD-WIPO, 2016). En función a esta posición estratégica para el futuro desarrollo de las sociedades, se requiere un estudio amplio del papel central que tiene la innovación en el impulso de la competitividad nacional, y por tanto del crecimiento.

1.5. Innovación regional en México

La participación del sector público en el impulso de la innovación regional ha estado presente en épocas recientes, fue apenas en el Programa Nacional de Modernización Industrial y del Comercio Exterior, 1990-1994 (1990) en que se estableció por primera vez que “..la competencia exige a las empresas una gran flexibilidad para adecuar sus procesos productivos a la innovación tecnológica.” En tanto, el diagnóstico señaló que existían condiciones que habían favorecido un patrón de concentración geográfica de la industria; rezagando el impulso del mejoramiento de su tecnología y el gasto en I+D que representaban en promedio para las empresas menos del 1% de sus ventas; los recursos humanos técnicamente calificados eran insuficientes, solo se contaba con 13 ingenieros por cada 10,000 habitantes. En función de ello, entre sus propuestas se daba importancia al mejoramiento tecnológico y la calificación de los recursos humanos.

Por su parte, el CONACYT (1970) creado “como asesor y auxiliar del Ejecutivo en la fijación, instrumentación, ejecución y evaluación de la política nacional de ciencia y tecnología” ha generado informes anuales en los cuales reporta el estado de la ciencia y la tecnología, pero fue hasta 2011 cuando incluyó el término innovación.

Recientemente el Ejecutivo Federal, desde la Secretaría de Economía, creó el Programa Sectorial de Desarrollo Innovador 2013-2018 que propone una política de fomento industrial y de innovación con enfoque de economía abierta, así como el impulso de la innovación en el sector comercio y servicios; todo ello dentro de un crecimiento económico equilibrado por sectores, regiones y empresas.

A pesar que estos organismos coinciden que en la actualidad la economía del conocimiento se sustenta en la innovación y las habilidades de la población como nuevo capital de las naciones, esto ha quedado solo en declaraciones que no se han visto traducidas en acciones de gobierno que realmente atiendan las necesidades del aparato productivo y de la sociedad.

El rezago que en innovación tiene México se refleja en la debilidad presente en algunos impulsores de la innovación tales como el bajo gasto en I+D tanto público como privado, la poca vinculación entre el aparato productivo y las instituciones académicas y la baja generación de capital humano de alta especialización. Este panorama se agudiza al observar que el rezago general no es la única característica, sino que a esto se adiciona

una desigualdad notable al revisar el desempeño de estos impulsores de la innovación a nivel de las entidades federativas.

Uno de los indicadores que determinan el grado de innovación de un área geográfica se basa en la clasificación de las manufacturas de acuerdo con la intensidad de la I+D que poseen (OECD, 2011), esto es, industrias de alta tecnología, industrias de media-alta tecnología, industrias de media-baja tecnología e industrias de baja tecnología. La composición que presenta cada país o región implica el esfuerzo tecnológico determinante en el crecimiento de la productividad y la competitividad internacional.

Tabla 1. Empresas de alta tecnología en México 2014

EMPRESAS DE ALTA TECNOLOGÍA	No de Empresas	Producción Bruta Total millones de pesos	PBT promedio por empresa millones de pesos
Farmacéuticas			
Subrama 32541 Fabricación de productos farmacéuticos	686	152646.79	222.52
Informática y Computación			
Subrama 33411 Fabricación de computadoras y equipo periférico	51	18800.88	368.64
Subrama 33421 Fabricación de equipo telefónico	18	5730.88	318.38
Subrama 33422 Fabricación de equipo de transmisión y recepción de señales de radio y televisión, y equipo de comunicación inalámbrico	51	10831.23	212.38
Subrama 33429 Fabricación de otros equipos de comunicación	35	4138.28	118.24
Electrónica			
Subrama 33431 Fabricación de equipo de audio y de video	77	19455.69	252.67
Subrama 33441 Fabricación de componentes electrónicos	373	41679.67	111.74
Subrama 33451 Fabricación de instrumentos de medición, control, navegación, y equipo médico electrónico	119	6909.75	58.07
Subrama 33461 Fabricación y reproducción de medios magnéticos y ópticos	21	5569.06	265.19
Subrama 33632 Fabricación de equipo eléctrico y electrónico y sus partes para vehículos automotores	331	122124.16	368.96
Aeroespacial			
Subrama 33641 Fabricación de equipo aeroespacial	94	16162.66	171.94
Total de estas subramas	1,856	404,049	217.70

Fuente: INEGI (2018) y elaboración propia

En las entidades federativas de la república, las empresas de alta tecnología que representarían el resultado de los esfuerzos realizados en I+D no tienen una presencia relevante. En la tabla se presenta la situación que guardan las empresas de alta tecnología en el país, resalta el hecho que son las de la industria farmacéutica, la fabricación de componentes electrónicos, así como las de fabricación de equipo eléctrico y electrónico y sus partes para vehículos automotores las que cuentan con el mayor número de unidades productivas y aportan el mayor valor de la producción, que representan el 73.9% y el 78.3% del total de estos negocios, respectivamente (INEGI, 2018).

En términos de la aportación de las entidades federativas, la concentración se refleja nuevamente ya que de las 32 entidades federativas en 5 de ellas -Baja California Sur, Colima, Guerrero, Nayarit y Quintana Roo- no existe ninguna empresa de este tipo; en ocho de ellas existen empresas en una sola subrama (Chiapas, Durango, Michoacán, Oaxaca, Tabasco Tlaxcala, Yucatán y Zacatecas); y solo Nuevo León tiene empresas en todas las subramas.

Adicionalmente por entidad también existe un desarrollo desigual, en la Ciudad de México se concentra el mayor número de estas empresas 21 (11.4% del total) con una aportación al valor de la producción de 56,811 millones de pesos que representan el 14% de lo generado por las empresas de alta tecnología en México.

La importancia del crecimiento de este tipo de empresas se aprecia al medir el valor bruto generado por una empresa en la rama de manufacturas que es de apenas 3.3 millones de pesos al año, frente a los 217.7 millones anuales que en promedio crea una empresa de alta tecnología. La distancia entre el tipo de empresas manufactureras que domina el aparato productivo estatal (industrias de media-alta tecnología, industrias de media-baja tecnología e industrias de baja tecnología), se refleja en el número de empresas que en promedio se localiza en ellos de 132,211 frente a solo 58 de alta tecnología.

A nivel nacional, los gobiernos de la república han declarado como meta en el tema de la ciencia, tecnología e innovación realizar un gasto en I+D del 1% del PIB, meta que no se ha logrado y que de acuerdo con el Director de CONACYT (El Universal, 2018) por los ajustes presupuestario de los años 2017 y 2018 se mantiene en 0.50% del PIB. Sin embargo, el asesor científico de la presidencia de la república estima que en el año 2018 se alcanzó el 0.95% del PIB (FCCT, A.C., 2018), lo cual es materialmente imposible tomando en cuenta que no solo es la federación quien ha realizado recortes, sino que en el

caso de las entidades federativas existen algunas que no aportan a este tipo de gasto y la mayoría restante tiene porcentajes por abajo del 0.01% de su PIB.

Hay que mencionar que actualmente varias entidades del país no han ajustado la presentación de su contabilidad a las reglas establecidas por el Consejo de Armonización Contable, que busca dar una estructura homogénea a la presentación de la información gubernamental. Entre estas se registran las entidades federativas de Colima, Guerrero, Morelos, Puebla, Quintana Roo y Yucatán, con inexistencia de montos destinados a I+D en el año 2016.

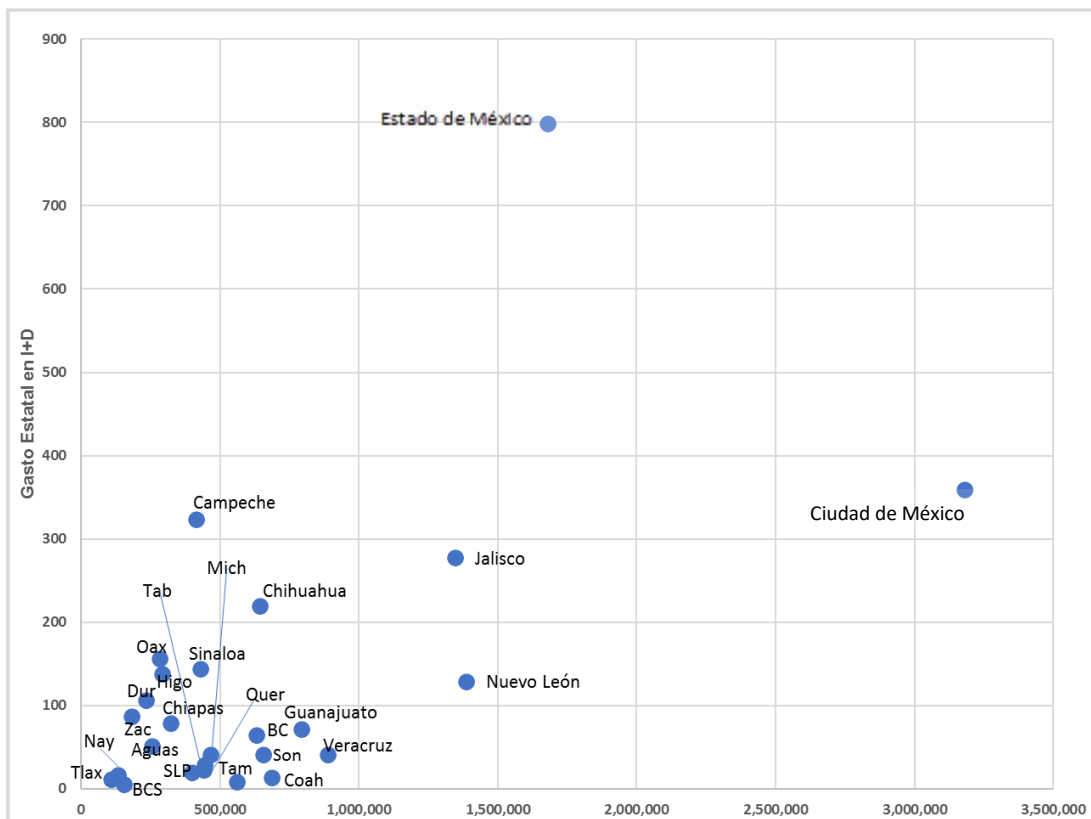


Figura 12. Gasto en I+D de los gobiernos estatales en relación con su PIB
Fuente: INEGI (2018) y Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2012) y elaboración propia

El gasto en I+D realizado por las entidades es muy variado (Ver figura 12), algunas como Campeche, Chihuahua, Oaxaca, Durango y Sinaloa realizan un gasto en cantidades mayores que aquellos que cuentan con un PIB mayor como Veracruz y Guanajuato. Entre las entidades de mayor desarrollo también se puede observar esta característica, ya que aun cuando la Ciudad de México cuenta con un PIB significativamente mayor a Nuevo León, Jalisco y el Estado de México, este último es el que mayor cantidad destina al gasto en I+D,

más del doble de la Ciudad de México y teniendo un PIB ligeramente mayor a Jalisco y Nuevo León el gasto es mayor casi tres veces y en más de seis veces, respectivamente.

En términos de la disponibilidad de capital humano de alta calidad la concentración geográfica es evidente como puede verse en la figura 13 en los estudiantes de licenciatura.

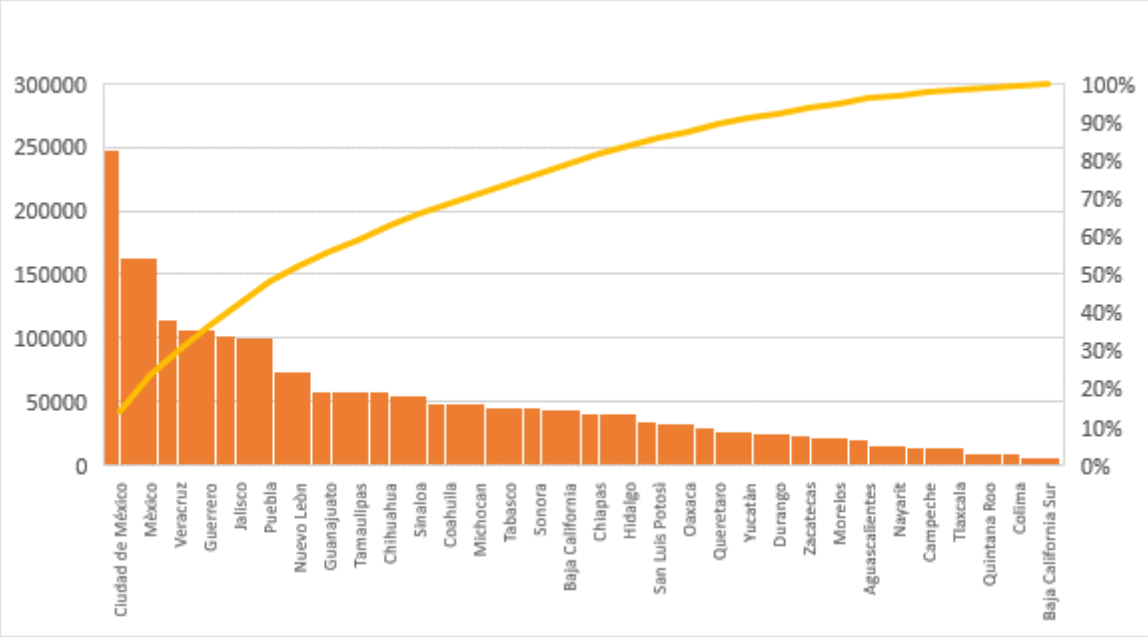


Figura 13. Distribución de la matrícula de licenciatura de ciencia y tecnología
Fuente: ANUIES (2017) y elaboración propia

Igualmente, en los de posgrado como se observa en la figura 14

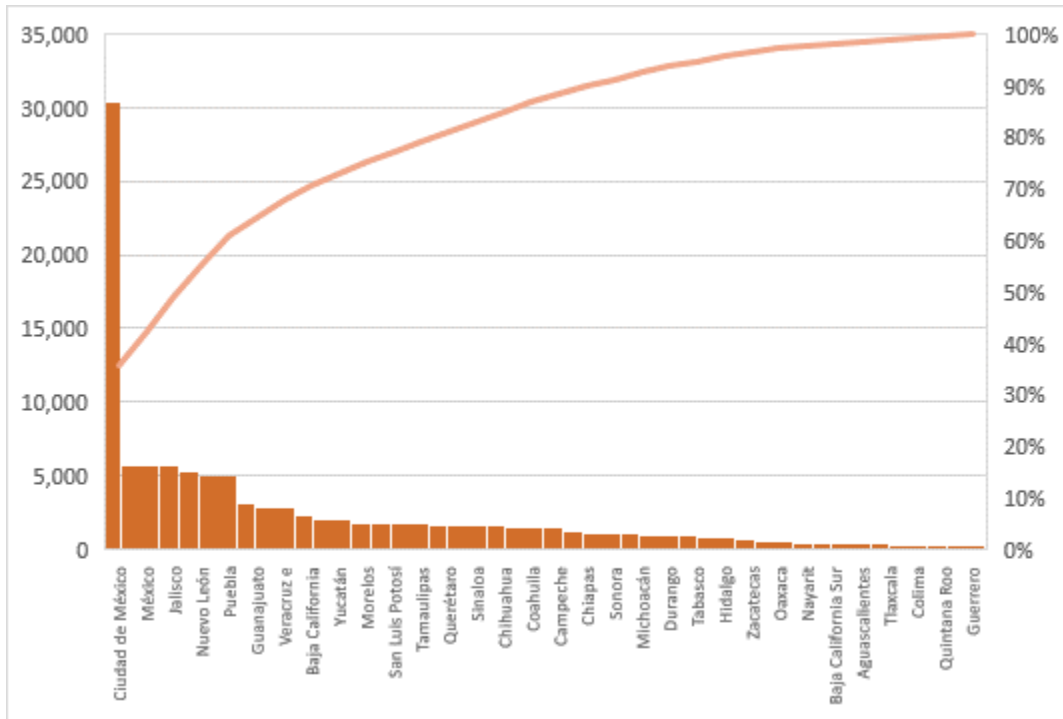


Figura 14. Distribución de la matrícula de posgrado de ciencia y tecnología
Fuente: ANUIES (2017) y elaboración propia

En efecto, ambos grupos se encuentran matriculados en las áreas de ciencia y tecnología representadas por Ingeniería y Tecnología, Ciencias de la Salud, Ciencias Agropecuarias, Ciencias Naturales y Exactas, todo lo que genera una gran desigualdad en la disponibilidad de personal altamente capacitado que se concentran en su mayoría en pocas entidades. Situación que retroalimenta la dinámica de localización de las empresas de alta tecnología en detrimento de entidades federativas como las tres últimas Baja California Sur, Colima y Quintana Roo que no registran empresas de alta tecnología.

En la figura 13 se presenta a lo largo del diagrama de Pareto que el 50% de la matrícula se localiza en seis entidades: Ciudad de México, Estado de México, Veracruz, Guerrero, Jalisco y Puebla y en el otro extremo existen 15 entidades que solo cuentan con el 15% de los estudiantes de licenciatura en las áreas de ciencia y tecnología, Hidalgo, San Luis Potosí, Oaxaca, Querétaro, Yucatán, Durango, Zacatecas, Morelos, Aguascalientes, Nayarit, Campeche, Tlaxcala, Quintana Roo, Colima y Baja California Sur.

Situación similar, pero con mayor concentración se registra en la matrícula de posgrado de las áreas de ciencia y tecnología. En este nivel cinco entidades: Ciudad de México, Estado de México, Jalisco, Nuevo León y Puebla, concentran un poco más del 50% de la matrícula

con la agravante que solo en la Ciudad de México se localiza el 30.4% del total. Por el contrario, existen entidades federativas como Guerrero, Quintana Roo, Colima, Tlaxcala, Aguascalientes, Baja California Sur, Nayarit, Oaxaca, Zacatecas, Hidalgo, Tabasco y Durango que cuentan con menos del 1% de los investigadores en CyT.

Los miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) son considerados actores estratégicos para el impulso de la innovación al cumplir tareas que impactan la creación del desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos de alta especialidad dado que la mayoría se localizan en las Instituciones de Educación Superior.

Si bien es cierto que el crecimiento del número de investigadores de alto nivel ha tenido un importante crecimiento, el porcentaje que de ellos se dedican a las áreas de ciencia y tecnología, indispensables para el impulso de la innovación, ha venido decayendo en el periodo 2006-2016 (Ver figura 15). La razón se debe a que los investigadores de esta área durante 10 años se ha más que duplicado pero los investigadores de las áreas de sociales y de humanísticas y ciencias de la conducta se han más que triplicado.

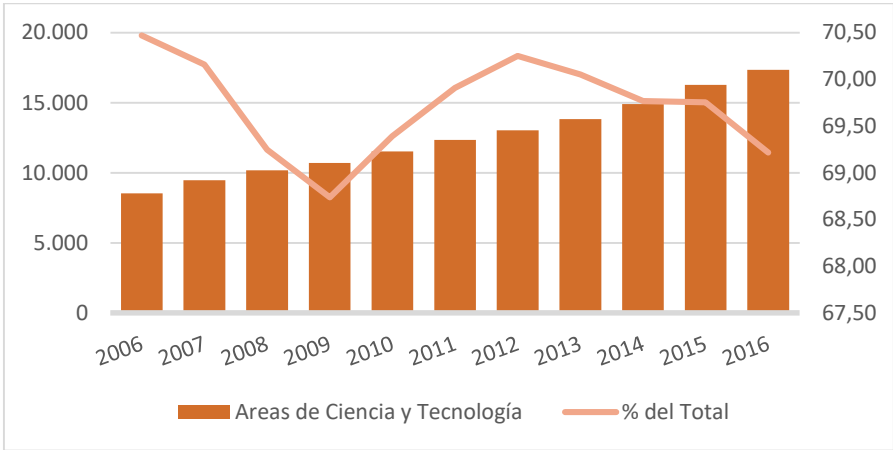


Figura 15. Miembros del SNI del Área de CyT como % del total nacional
Fuente: CONACYT (2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016) y elaboración propia

El comportamiento de este tipo de investigadores en su estadía en las diferentes entidades de México sigue el comportamiento de la matrícula de posgrado de esta área, con una mayor concentración en la Ciudad de México que retiene al 32.3% del total de los investigadores de esta parte del país (Ver figura 16).

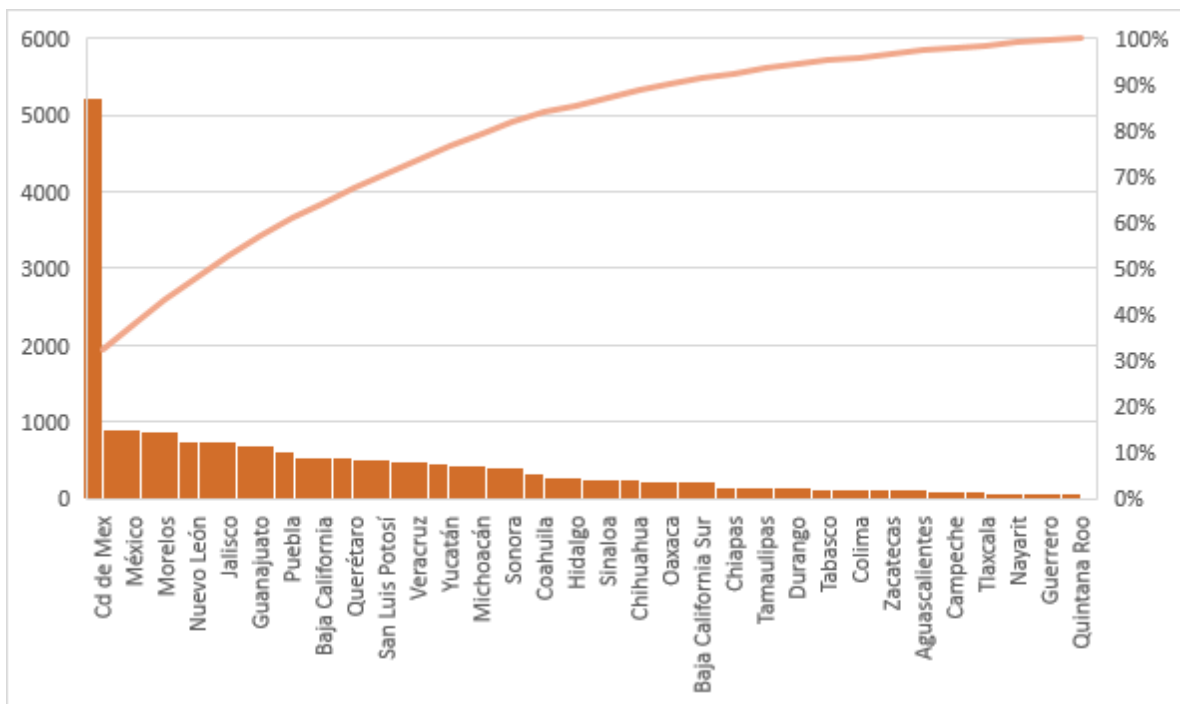


Figura 16. Distribución de los miembros del SNI en las áreas de ciencia y tecnología
Fuente: CONACYT (2015) y elaboración propia

En este caso seis entidades concentran el 56.95% de los investigadores de CyT y once entidades cuentan con menos del 1% de ellos. Otra característica que presenta este indicador es la composición de sus investigadores de esta forma: Coahuila, Baja California Sur, Morelos, Durango, Querétaro, San Luis Potosí, Guanajuato y Campeche, tienen del total entre el 80% y el 88.77% de investigadores de esta área, mientras que Chiapas, Quintana Roo, Jalisco, Aguascalientes y Zacatecas, cuentan con un rango que va del 51.27% al 59.8 % de investigadores en esta área.

De la importancia creciente que ha tomado la innovación tanto empíricamente como por la cada vez mayor complejidad de su estudio, es que surgen razones que conducen a dar relevancia al estudio de unidades espaciales específicas que son las primeras en atraer inversiones, donde el conocimiento se genera, circula y se transfiere, dando por consecuencia más interés en identificar y acrecentar el conocimiento sobre el desempeño de la competitividad en el nivel regional (Huggins, Izushi, Prokop, & Thompson, 2014).

Por otra parte, las mediciones con las que se cuenta alrededor de la influencia de la innovación en el crecimiento económico y la competitividad en el mundo, se centran en la elaboración de índices contruidos a partir de métodos factoriales, lo que ha generado la construcción de políticas desde los niveles microeconómicos de las empresas hasta los

meso y macro de las regiones y naciones sin constatar el impacto real que cada variable puede tener en contextos diferentes; partiendo de la base que las estrategias instrumentadas por las naciones o regiones exitosas habrán de tener los mismos resultados en situaciones de mayor atraso.

Por lo anterior, es que en esta tesis se propone indagar las condiciones que favorecen la creación de la innovación a nivel regional, constatando si estas corresponden a lo señalado en la mayoría de las propuestas nacionales e internacionales tanto académicas como empíricas e identificando el posible apoyo conceptual a las propuestas que para el caso de las regiones de México tengan efectos positivos.

CAPÍTULO 2. ENFOQUE ENDÓGENO DEL CRECIMIENTO. EL PAPEL DE LA INNOVACIÓN

2.1. Antecedentes de la innovación

La innovación es un campo de estudio relativamente nuevo, ya que es a partir de mediados de los años 60 del siglo pasado cuando se formaliza mediante la Unidad de Investigación de Política Científica en la Universidad de Sussex (SPRU por sus siglas en inglés) que marca la tendencia inicial de asociar los estudios de innovación bajo la cobertura de la ciencia. En sus inicios se dio importancia a la innovación como parte del cambio económico y social, sin embargo, el propio avance de los estudios de este campo fue tomando fuerza desde diferentes enfoques, lo que fortaleció su naturaleza multi y transdisciplinaria. Por lo tanto, su estudio ha requerido de gran cantidad de ideas provenientes de muy diversos campos, si bien en la más antigua tradición el enfoque económico dirigió sus primeros intereses en la investigación de los recursos destinados a la innovación. En la actualidad existen una gran cantidad de estudios con múltiples visiones sobre la misma (Fagerberg, Fosaas, & Sapprasert, 2012)

A esta historia responde la dificultad de encontrar definiciones acotadas de la forma en que la innovación habrá de medirse dado que la existencia de un fenómeno complejo, como lo es la innovación, es observado desde muy diversos puntos de vista con mayor peso en lo económico y social sin dejar de lado campos importantes como las ciencias del comportamiento, la gestión, los estudios regionales, la historia de la tecnología y otros más.

Bajo este contexto, de las definiciones más conocidas de innovación es posible identificar la existencia de esta complejidad. Kline y Rosemberg (1986) la caracterizan *como la creación y comercialización de lo nuevo, los cuales solos y en combinación hacen del resultado de la innovación un proceso altamente incierto. Por lo tanto, una manera importante y útil de tener en cuenta el proceso de innovación es verlo como un ejercicio de la gestión y la reducción de la incertidumbre.* En el caso del Manual de Oslo más reciente (OECD, 2005) la definición se sustenta en la relación necesaria de invención-mercado: *Una innovación es la implementación de un producto nuevo o significativamente mejorado (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de marketing, o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores.* Entre el primer manual de 1992 en que la innovación se limitaba a la industria manufacturera desde el punto de vista de la innovación tecnológica exclusivamente de bienes y procesos, se han ido incluyendo elementos que amplían la

percepción del significado de la innovación. En la segunda edición del Manual de Oslo de 1997 se incluyeron los servicios al ser el sector dominante en el PIB, manteniendo la idea de productos y procesos y su materialización en el mercado. En la más reciente versión del manual, los cambios han introducido conceptos novedosos y por lo tanto incluye más elementos que impactan en la medición de la innovación. Se trata de la incorporación de los cambios que suceden en las organizaciones y sus prácticas desde la visión de la gestión del conocimiento, por lo que su medición se ha tratado como si fuera una tecnología de fabricación (Gault, 2015)

Con el fin de identificar lo que se entenderá por innovación, entre las primeras aclaraciones es necesario plantear la existente entre invención e innovación, lo que puede alterar la visión de las verdaderas innovaciones. En términos simples, una invención puede ser poderosa y revolucionaria, pero sin el adecuado conocimiento de producción, habilidades y recursos para su fabricación, comercialización y distribución, no se convertirá en innovación que como característica requiere llegar a ser distribuida en el mercado y/o entre la población beneficiaria, lo que define el manual de Oslo como *introducida* (OECD, 2005)

Por tanto, es importante observar que la forma de medir la innovación presenta dificultades por la complejidad de identificar claramente el concepto. Frente a esta circunstancia se presentan los siguientes argumentos sobre las dificultades y propuestas para lograr integrar una serie de indicadores que aporten elementos para sustentar la identificación de lo que se está midiendo a nivel regional.

2.2. Medición de la innovación

Como lo señalaron Kline y Rosenberg (1986) y Gault (2010), el proceso de innovación debe ser visto como una serie de cambios en un sistema completo no sólo en su aspecto de tecnología, sino también del ambiente del mercado, las instalaciones y el conocimiento de producción, y el contexto social de la organización innovadora. Es por ello que lograr la medición de la innovación se torna complejo y requiere de precisar la esencia de la innovación, a fin de lograr la integración de los indicadores que mejor podrían demostrar las condiciones en que se desarrolla la innovación. Tomando en cuenta que, en este caso, un indicador será referido como la información que permite seguir un fenómeno en términos de su magnitud, intensidad, evolución y efectos, lo cual en el caso de las ciencias sociales puede ser muy debatible.

La definición de innovación surgió de las encuestas de innovación experimental de los años 70 y 80 que condujeron a la primera codificación de cómo definir la innovación para la medición en el primer Manual de Oslo editado en 1992. Ese manual se limitaba principalmente a la industria manufacturera, aunque se mencionaron los servicios y la innovación tecnológica de productos y procesos.

El manual fue revisado en 1997 (OECD, 1997) en él se incluyeron los servicios, que dominaban el PIB, pero en su mayoría eran aún productos tecnológicos y procesos de innovación, así como la puesta de producto en el mercado, desde entonces el manual se convirtió en fuente de conceptos y definiciones utilizados en la encuesta de la Comisión Europea sobre Innovación.

La más reciente de las versiones del manual corresponde al año 2005 (OECD, 2005), en ella se adicionaron como parte de la medición de la innovación las prácticas de gestión de las organizaciones y los procesos de marketing.

En el año 2001 se presenta el Manual para la Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina, denominado “Manual de Bogotá” impulsado por la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), en colaboración con la Organización de Estados Americanos (OEA) y el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED) cuya finalidad es abordar los más complejos problemas de la medición de la ciencia, tecnología e innovación (CTI) en América Latina y el Caribe, tomando en cuenta la peculiaridad de los procesos de innovación en la región. Una característica importante en la medición de la innovación presentada en este manual, radica en que aún basados en las especificidades de la región los indicadores propuestos responden a criterios y procedimientos que aseguran su comparabilidad, tanto a escala regional como internacional, a las bases conceptuales y metodológicas de los manuales Oslo y Frascati (RICYT-OEA-CYTED, 2001).

2.3. Tipos de innovación

2.3.1. Producto, proceso, marketing y organización

En este proceso de creación, se identifica un primer tipo de indicadores necesarios para medir los cuatro tipos de innovación reconocidas en el Manual de Oslo (2005); a saber:

Las innovaciones de producto, definidas como *la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina, incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los*

componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.

Las innovaciones de proceso, consideradas como *la introducción de un nuevo o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos*

Las innovaciones de los procesos de marketing, *son la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación.*

Las innovaciones de la organización, en este apartado son consideradas las relacionadas con *la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa.*

Por su parte Fagerberg (2005), considera los cinco tipos descritos por Schumpeter (1943), es decir: 1) nuevos productos, 2) nuevos métodos de producción, 3) nuevas fuentes de suministro, 4) la explotación de nuevos mercados y 5) nuevas formas de organización de los negocios.

En términos generales, no existe discusión alrededor de la importancia de los dos primeros tipos, lo que permite ubicarlos bajo un común acuerdo entre los estudiosos del tema. En el caso de los restantes, existen diversas opiniones sobre su significado e importancia en particular con el término organización de negocios que para algunos es una forma particular de proceso y que de acuerdo con Fagerberg (2005) es un proceso diferente y tan importante que logró el gran despegue de los EEUU en la primera mitad del siglo XX.

2.3.2. Innovaciones radicales, innovaciones incrementales

La dificultad de medición de la innovación quedará adicionada con la característica que, dentro de estos tipos, de acuerdo con los escritos de Kline y Rosemberg (1986) existe en cuanto a la dimensión de las innovaciones, ya que no hay forma de medirlas en importancia o impacto. Asimismo, Freeman y Soete (1997) concuerdan con esta idea sustentada en la propuesta de Schumpeter que observó a las innovaciones dependiendo de qué tan radicales eran con respecto a la tecnología existente.

Sin embargo, no solo las innovaciones radicales o de alta visibilidad son importantes ya que en muchos casos las innovaciones incrementales o menos visibles por implicar pequeños cambios dan por resultado fabricaciones más baratas, más fáciles, como resultado de

mejoras en el rendimiento de la misma máquina o la simple sustitución de materias primas, el cambio del orden o ubicación de las operaciones, por lo que aún existen expertos que las consideran tan importantes o aún más que las radicales (Lundvall et al 1992, mencionado por Fagerberg, 2005)

2.3.3. Insumos y productos de la innovación

Por otra parte, de acuerdo con Smith (1998) es también importante identificar que las innovaciones pueden enfocarse desde las acciones necesarias para impulsarla y los efectos del impulso a lo que se reconocerá como los insumos o entradas (inputs) y los productos o resultados (outputs)

En el caso de los insumos de la innovación se ha considerado al gasto en I+D como el más importante, no obstante, es necesario tomar en cuenta insumos diferentes a este, como las actividades de diseño, los desarrollos y experimentos de ingeniería, la capacitación, así como la investigación de mercados para nuevos productos. Por su parte Patel y Pavitt (1997), apuntan a la idea que este indicador subestima la capacidad innovadora de las pequeñas empresas, lo que para el caso de México es una gran limitante dada la gran proporción (99.7%) que representan las unidades micro, pequeñas y medianas del total de las unidades productivas (INEGI, 2014)

Existe también la conceptualización de innovación en términos de ideas, aprendizaje y la creación de conocimiento o en términos de competencias y capacidades. Las cuales no pueden ser medidas bajo ningún método directo, pero sí bajo actividades tales como diseño, capacitación, investigación de mercados, equipamiento y otros, lo que requiere medir los gastos realizados en estas actividades-insumo (Archibugi, Cohendet, Kristensen, & Schaffer, 1994)

Por el lado del producto, la pregunta es si es posible medir un cambio tangible de magnitud física o económica. Algunas empresas lo hacen en cuanto a las ventas de productos nuevos o mejorados. Siempre que sea posible medir un cambio en términos de construcción, uso de materiales, características técnicas o desempeño y observarlos en cambios en las ventas de los nuevos productos. Entre los otros productos se encuentran las patentes; en este caso, la dificultad se centra en la disyuntiva de si todas las patentes tendrán un uso comercial, dada su validación más legal que económica. En términos generales, se ubica que los insumos generalmente se miden por indicadores económicos y los productos por las ventas (Merritt, 2008).

2.3.4. Objeto y sujeto de la innovación

En el caso del objeto, la intención es identificar las innovaciones técnicas más relevantes en la industria. Se dirige exclusivamente a la tecnología y generalmente la realizan paneles de expertos que pueden, desde una perspectiva externa, valorar la importancia de la innovación. A partir de este enfoque de medición es posible hacer estudios retrospectivos e identificar patrones del desarrollo tecnológico por sectores. Como se aprecia, el énfasis se orienta principalmente a la innovación radical y al producto final del proceso de innovación.

En términos del enfoque del sujeto, el interés se ubica en la actividad de innovación desarrollada por el innovador situado en la industria, analiza el tipo de insumos y actividades que se desarrollan en ella (Archibugi, Cohendet, Kristensen, & Schaffer, 1994). Este enfoque del sujeto es el que ha dominado la metodología de las encuestas que, con apego al manual de Oslo, indagan sobre el desempeño de la innovación.

2.4. Principales indicadores para medir ciencia, tecnología e innovación

Por otra parte, desde los inicios de los estudios de la innovación se dio gran importancia a los aportes de la CyT, por lo que en la actualidad presenta la mayor ventaja al tener la capacidad de facilitar la comparación a nivel nacional. En este indicador existen tres áreas importantes de análisis: las cifras de Investigación y Desarrollo (R&D por sus siglas en inglés), los datos sobre aplicación de patentes, subsidios y citas y los datos de bibliometría.

2.4.1. Investigación y desarrollo

El manual Frascati (OECD, 2015), que es la base mundial para la medición de la Investigación y el Desarrollo (I+D), (R & D por sus siglas en inglés), la define como las actividades que “comprenden el trabajo creativo y sistemático emprendido para aumentar el stock de conocimiento - incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad - y diseñar nuevas aplicaciones del conocimiento disponible.”

Para ser consideradas como actividades de I+D deben ser novedosas, creativas, inciertas, sistemáticas y transferibles y/o reproducibles y es necesario que estos criterios se cumplan cada vez que se realiza la actividad ya sea en forma continua u ocasional.

La I+D abarca tres tipos diferentes (OECD, 2015), clasificadas en función a la distancia existente entre ellas y su aplicación Keith Smith (2005):

1) La investigación básica, se refiere al trabajo experimental o teórico realizado principalmente para adquirir nuevos conocimientos sobre los fundamentos subyacentes de los fenómenos y hechos observables, sin aplicación o uso particular.

2) La investigación aplicada, es una investigación original emprendida para adquirir nuevos conocimientos. Sin embargo, se dirige principalmente hacia un objetivo específico y práctico.

3) El desarrollo experimental, es un trabajo sistemático, basado en el conocimiento adquirido de la investigación y la experiencia práctica, crea conocimientos adicionales, dirigido a elaborar nuevos productos o procesos o para mejorar los productos o procesos existentes

Incluir o no ciertas actividades en la medición de la I+D es en ocasiones controversial, por lo que los criterios básicos para diferenciarla de otras actividades se refieren a la identificación de claras muestras de novedad en la solución de problemas científicos y/o tecnológicos (OECD, 2015). Se deberán incluir solo actividades que intervengan o sean componentes de productos o procesos innovadores, el segundo es que sea una actividad basada en conceptos e hipótesis originales que mejoren el conocimiento existente, lo que siempre requerirá de un investigador que será el profesional encargado de la concepción o creación del nuevo conocimiento, un tercer criterio es la característica de ser eminentemente una actividad incierta con respecto al resultado final tanto en términos de tiempo, como de recursos. Además, la I+D es una actividad formal que se desarrolla sistemáticamente planeada, con registros tanto de proceso como de los resultados, y por último los resultados de la actividad deben de tener el potencial de ser transferibles o reproducibles.

La I+D no solo se distingue por su carácter de básica, aplicada o de desarrollo, también se clasifica por sector de desempeño: negocios, gubernamental, educación superior y organismos sin fines de lucro. También por sus fuentes de financiamiento internas o externas y aún por áreas de investigación. Sin embargo, la tendencia general se encuentra en lograr el cálculo del gasto bruto ya sea industrial o a nivel nacional.

Los principales indicadores de la I+D como ya se mencionó son cuantitativos y se concentran en los gastos realizados tanto por los gobiernos como por las empresas, otros particulares y las universidades en investigación y desarrollo. El Manual Frascati (OECD, 2015) presenta las definiciones formales de este indicador fundamental que es considerado

en las comparaciones internacionales a nivel de naciones como uno de los esenciales para interpretar el avance en ciencia y tecnología y, por lo tanto, desde el punto de vista económico como central en los procesos de innovación.

El indicador más general es el gasto nacional bruto en I+D (Gross National Expenditure on R&D, GNERD por sus siglas en inglés) comprende el gasto total en I+D financiado por las instituciones de un país independientemente del lugar en que se realice la I+D. Como tal, incluye la I+D realizada en el “resto del mundo” financiada por instituciones nacionales o residentes; excluye la I+D generada dentro de un país que es financiada por instituciones fuera del territorio nacional (es decir, por instituciones que forman parte del “resto del mundo”). La GNERD se construye sumando los gastos intramuros financiados en el interior de cada sector ejecutante, más el I+D realizado en el “resto del mundo”, financiado por sectores nacionales.

El gasto interno bruto en I+D (Gross Domestic Expenditure on R&D, GDERD por sus siglas en inglés) es el gasto intramuros total en I + D realizado en el territorio nacional durante un período de referencia específico, el cual generalmente es de un año.

A su vez, el gasto público en I+D (Government Expenditure on R&D, GOVERD por sus siglas en inglés) representa el componente de GERD incurrido por las unidades pertenecientes al sector gubernamental. Es la medida de los gastos en I+D intramuros en el sector gubernamental durante un período de referencia específico.

Mientras que el gasto empresarial en I+D (Business Enterprise Expenditure on R&D, BERD por sus siglas en inglés) corresponde al componente de GERD incurrido por las unidades pertenecientes al sector empresarial. Es la medida de los gastos de I + D intramuros dentro del sector empresarial durante un período de referencia específico.

En tanto, el gasto en I+D en educación superior (Higher Education Expenditure on R&D, HERD por sus siglas en inglés) es el componente de GERD incurrido por las unidades pertenecientes al sector de la educación superior. Es la medida de los gastos de I+D intramuros en el sector de la educación superior durante un período determinado.

De acuerdo con el manual Frascati, el sector de la educación superior comprende todas las universidades, institutos de tecnología y otras instituciones que imparten programas formales de educación terciaria, cualquiera que sea su fuente de financiación o condición jurídica, y todos los institutos de investigación, centros, estaciones experimentales y clínicas

que tienen sus actividades de I+D bajo control directo, o son administrados por, instituciones de educación terciaria.

A este respecto, existe la tendencia general a calcular la intensidad de la I+D que se obtiene de dividir el gasto en I+D entre el PIB (GDERD/GDP por sus siglas en inglés). Que si bien puede aportar elementos para comparaciones internacionales que apoyen la construcción de políticas nacionales para alcanzar mejores rankings, al acercarse al promedio de determinados países o al promedio mundial, no es claro en cuanto a qué se mide realmente, tomando en cuenta la complejidad de la innovación y de los diferentes niveles de desarrollo de las naciones (OECD, 2015).

2.4.2. Patentes

La importancia del conocimiento fue inicialmente propuesta por los trabajos de Nelson (1959), para quien el conocimiento científico posee un valor económico en la medida en que los resultados de la investigación pueden ser empleados en la predicción de resultados o promueven una u otra alternativa de solución a un problema práctico. En el caso particular de la investigación básica la considera importante por su capacidad de generar economías externas sustanciales, por lo que promueve el poder patentar o mantener ocultas las invenciones a fin de evitar que otras empresas generen economías externas.

Para Arrow (1962), la información es un insumo dentro de un cierto estado de la naturaleza, lo que provoca que desconocer las condiciones del entorno en que se actúa eleva el riesgo de las decisiones. La incertidumbre de no contar con toda la información necesaria que asegure el éxito, es lo que hace de la información una mercancía. Para este autor, el hecho central de la economía sobre los procesos de invención y la investigación es que se dedican a la producción de información, que es un bien público y por lo tanto posible de apropiación por cualquiera. De allí que la invención sea un proceso arriesgado ya que el output (la información obtenida) no se puede predecir desde las entradas (input), razón por la cual se necesita crear derecho de propiedad para proteger la inversión en diferentes invenciones de la incertidumbre de su éxito y de la posibilidad de apropiación por otros.

Una patente otorga derechos de monopolio por un tiempo limitado a un solicitante por la utilización de una invención. Por lo que se trata de un contrato entre el inventor y el Estado en donde se intercambia información detallada por protección limitada contra otros que pretendan utilizar la invención por cierto tiempo y lugar, asimismo permite bajo este contrato

la difusión del nuevo artefacto para que otros a su vez puedan generar nuevo conocimiento (Smith, 2005).

A favor del sistema de patentes se menciona que al obtener una patente el inventor tiene que entregar cierta información lo que difunde información técnica sobre el nuevo artefacto y genera efectos positivos en términos de inducir sustitutos, estimula nuevas ideas, puede dirigir esfuerzos de I+D hacia nuevas áreas de oportunidad y a la solución de problemas relacionados, estimulando el intercambio y la cooperación tecnológica (Granstrand, 2005).

Previamente Schmooller, en un estudio que toma en cuenta series sobre el registro de patentes en la industria ferroviaria, realiza una aportación que impactará a lo largo del tiempo en la percepción de la creación de la innovación al demostrar que el crecimiento industrial se explica independiente del avance tecnológico, lo que implicaba que no era un proceso exógeno sino que su origen económico era endógeno al responder a las señales económicas en particular a la inversión y la demanda final (Smith, 2005).

En contraste, existen opiniones en contra del uso de patentes como indicador de innovación con el argumento que, si bien protegen la propiedad intelectual, existen gran cantidad de productos innovadores que no pueden ser protegidos por lo que existe una sobredimensión de las innovaciones tecnológicas contra cualquier otra forma de innovación (Seppänen, 2008).

2.4.3. Bibliometría y citas

Entre los indicadores más empleados en la medición de la innovación existen otros que se considera son menos adecuados para medir la innovación dado que se encuentran más cerca de medir el desarrollo de la ciencia que el de la innovación como son los casos de las citas y la bibliometría.

La bibliometría se ha definido como la aplicación de métodos matemáticos y estadísticos a los libros y otros medios de comunicación (Pritchard, 1996 citado por Smith). Existen tres conjuntos de indicadores bibliométricos: 1) los de actividad científica presentes en publicaciones, que informan sobre el número de publicaciones que aportan los resultados de las investigaciones realizadas en un país en particular que permite identificar la especialización científica de las naciones reconociendo las fortalezas y debilidades entre ellos en los diferentes campos de la ciencia; 2) las citas correspondientes al trabajo de un grupo de investigación o de una nación dentro de uno o más campos científicos [elaborado por el Science Citation Index (SCI) que registra las referencias realizadas sobre los artículos

publicados en sus revistas a fin de conocer el impacto de los textos y como indicador de la calidad científica se emplea el factor de impacto que se construye a partir del número de trabajos publicados en un año en relación con el de citas realizadas a estos artículos en los dos años siguientes a su publicación]. y 3) los que miden y mapean los patrones de interacción en el sistema de investigación, mediante las co-publicaciones se pueden observar la colaboración científica y la operación de los sistemas de ciencia y tecnología comparativamente entre instituciones, sectores, regiones y naciones (Smith, 2005).

Las objeciones en contra de este indicador se refieren a la falta de una cobertura total de la producción científica mundial que pueda ser cubierta por una sola base de datos.

2.4.4. Capital humano, el papel de los expertos

Smith (2005) propone tomar en cuenta la idea que la innovación tiene su base en el aprendizaje en colaboración e interactivo, lo que implica la participación de otras empresas, organizaciones y de la infraestructura en ciencia y tecnología. Lo que impulsa a incorporar a las bases de datos además de la información fundamental de los sistemas de educación, en particular del de educación superior, a la dimensión de las redes de trabajo en innovación al diseñar encuestas sobre innovación. Como resultado, el campo de investigación sobre la relación entre las universidades, la industria y el desempeño de los científicos, con particular énfasis en los estudios regionales, ha venido creciendo (Kirner, Som, & Jäger, 2015).

Entre los indicadores que miden al capital humano que participa en la creación de la innovación radican tanto en su desempeño como en el nivel y tipo de formación obtenida. Los más destacados para este propósito son quienes cuentan con una licenciatura en ciencias e ingeniería y los doctorados que se asume han sido capacitados para la investigación que, como se ha venido señalando, es considerada desde la más antigua tradición de los estudios de la innovación como la parte inicial de muchos procesos que tienen este fin (Schumpeter J. A., 1943).

Otros indicadores de este tipo presentan mayores dificultades al buscar la movilidad de estudiantes y trabajadores, identificar las características de los emprendedores, la participación de los consumidores, los cuales pueden ser definidos a través de encuestas como las desarrolladas por el Manual de Oslo (OECD, 2005).

Con respecto a estos indicadores se reconoce que la formación en ciencias e ingeniería (en donde se toman en cuenta las ciencias de la vida, ciencias físicas, matemáticas y estadística, e informática) así como los doctorados en ingeniería representados por la

ingeniería y la industria de la ingeniería; manufactura y procesamiento; y arquitectura y construcción son básicos para favorecer el desarrollo de la ciencia y la tecnología.

Un elemento adicional en el proceso de globalización se asocia con el papel que juegan las redes de colaboración en los niveles elevados de formación en ciencia y tecnología, en particular las existentes entre los investigadores “estrella”. Por lo que el estudio de la movilidad entre países y regiones es fundamental en la obtención de información sobre áreas de interés para formación a nivel mundial, niveles y campos de formación que estimulan no solo la innovación sino la multiculturalidad. Es reconocido que el seguimiento de la movilidad de los especialistas es difícil por el problema de seguimiento internacional y en el caso de México es altamente probable que a nivel nacional exista poca información sobre el tema (Kirner, Som, & Jäger, 2015).

En este orden de ideas, es importante tomar en cuenta el papel de la capacitación realizada dentro de las empresas con base en la concepción de conocimiento tácito desarrollado a través de la gestión del conocimiento en las organizaciones, que deriva de la propuesta que el conocimiento es creado dentro de las organizaciones solo por los individuos y que puede ser impulsado mediante el apoyo de la organización al promover nuevas competencias entre sus trabajadores (Nonaka, 2007).

2.5. Evidencia empírica de la medición de la innovación

Uno de los problemas severos en la medición de la innovación a niveles agregados – regional o nacional- se refiere a la complejidad de homogeneizar aspectos tales como nuevos productos o procesos de diferentes sectores, así como empresas tan diferentes como de ingeniería mecánica y de productos farmacéuticos, tal como lo señaló Smith (2005). A esta razón, es posible atribuir la existencia de aproximaciones cuya mejor intención es caracterizar las condiciones de la innovación a nivel nacional o regional bajo la forma de índices o bien la elaboración de encuestas.

2.5.1. Índices, método factorial

El instrumento con mayor aceptación para identificar el comportamiento de la innovación ha sido el de la construcción de índices tanto específicos como subíndices incorporados en la medición de la competitividad. Entre los más influyentes destacan el Índice de Innovación Global (GII por sus siglas en inglés) elaborado desde hace 10 años por tres instituciones, a saber: la Universidad de Cornell a través de su centro de investigación Johnson, el INSED perteneciente a la Escuela de Negocios para el Mundo (The Business School for the World)

y por la Organización Mundial de la Propiedad Industrial (WIPO por sus siglas en inglés) (Cornell University, INSEAD y WIPO, 2015).

El índice se basa para su construcción en el enfoque de insumo-producto. Incluye en sus resultados a 128 países que representan el 92.8% de la población mundial y al 97.9 % del PIB mundial (medido en dólares corrientes).

Este índice se compone de dos subíndices: i. Subíndice de insumos de la innovación: integrado por cinco pilares de entrada que miden elementos de la economía nacional que favorecen las actividades innovadoras y ii. Subíndice del producto de la innovación: integrado por los resultados de actividades innovadoras dentro de la economía.

A su vez estos dos subíndices se integran por cinco y dos pilares respectivamente. El de insumos por: 1) instituciones, 2) capital humano e investigación, 3) infraestructura, 4) sofisticación del mercado y 5) sofisticación de los negocios. En el de productos los componentes son 1) conocimiento y productos tecnológicos y 2) productos creativos.

Estos subíndices a su vez están constituidos por 21 sub-pilares y 82 indicadores. Las naciones con mejores desempeños en la innovación son Suiza, Suecia, Reino Unido, Estados Unidos y Finlandia y los países con los menores desempeños Yemen, Guinea, Togo, Zambia y Nigeria (Cornell University-INSEAD-WIPO, 2016).

La Unión Europea cuenta con el Indicador de la Innovación Regional (RIS por sus siglas en inglés) incluye 27 indicadores, los cuales se agrupan en cuatro grandes grupos: i) condiciones del entorno: recursos humanos, sistemas de investigación atractivos y entorno amigable para la innovación, ii) inversiones: financiamiento y soporte e inversión de las empresas, iii) actividades de innovación: innovadores, vínculos y activos intelectuales y iv) impactos: sobre el empleo y sobre las ventas. El indicador cubre información de 220 regiones de 22 naciones integrantes de la Unión Europea. (MERIT, 2017)

El resultado se proporciona sobre cuatro tipos de desempeños, los *Innovadores Modestos*: que incluyen a Rumania y Bulgaria; los *Innovadores Moderados*: Croacia, Latvia, Lituania, Polonia, Eslovaquia, Hungría, España, Grecia, Portugal, Italia, República Checa, Malta, Estonia, Chipre; los *Innovadores Fuertes*: Eslovenia, Francia, Austria, Luxemburgo, Bélgica, Irlanda, Noruega; y los *Innovadores Líderes*: Países Bajos, Alemania, Reino Unido, Suecia, Finlandia, Dinamarca y Suiza con el mejor desempeño en la Unión Europea.

En el caso de México, se cuenta con dos mediciones uno realizado por el Foro Consultivo Científico y Tecnológico y otro por el Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO).

El primero de ellos ha elaborado un diagnóstico estatal de ciencia tecnología e innovación correspondiente a los años 2012 y 2014 por cada entidad federativa de la república, en el cual incluye indicadores de tipo cualitativo y cuantitativo en diez dimensiones: 1) infraestructura académica y de investigación, 2) formación de recursos humanos, 3) personal docente y de investigación, 4) inversión en CTI, 5) productividad científica e innovadora, 6) infraestructura empresarial, 7) tecnologías de la información y comunicaciones, 8) componente institucional, 9) género en la CTI y 10). entorno económico y social. Identifica como las entidades con mejor posición a la ahora Ciudad de México, Nuevo León y Querétaro y con los menores desempeños a Campeche, Guerrero y Oaxaca. En forma complementaria clasifica a las entidades en tres clusters. El A incluye nueve entidades: Aguascalientes, Baja California, Chihuahua, Coahuila, Jalisco, Morelos, Nuevo León, Querétaro y Sonora. El B incluye 15 entidades: Baja California Sur, Colima, Durango, Estado de México, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán y Zacatecas. Y el C incluye siete entidades: Campeche, Chiapas, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Tabasco y Tlaxcala. Explica que la no inclusión de la Ciudad de México se debe a que representa un punto extremo ya que su desempeño se encuentra muy por encima del resto de las entidades federativas (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2009) (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2012)

Existe una segunda fuente de medición de la innovación a nivel estatal en México que es proporcionada por el IMCO a través de un subíndice de los que integran al Índice de Competitividad Estatal (IMCO, 2016). El subíndice innovación se integra de seis indicadores: 1) Complejidad económica en sectores de innovación, PIB que se genera en los sectores que Brookings (The Brookings Institution, 2015) considera como industria avanzada, esto es Industrias que tienen dos características: el gasto en I+D por trabajador en el percentil 80 y una cuota de trabajadores STEM, (President Barack Obama, 2009), por encima del promedio nacional ponderado por el nivel de complejidad económica de dicho sector; 2) Productividad total de los factores, crecimiento anual de la productividad de los factores; 3) Investigadores, número relativo de investigadores registrados en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI); 4) Patentes, número relativo de patentes solicitadas por entidad de residencia del inventor; 5) Empresas e instituciones científicas y tecnológicas, número relativo de empresas e instituciones científicas y tecnológicas y 6) Evolución de la

certificación de los establecimientos con ISO 9001 y 14001, número de certificados de calidad ISO-9000 e ISO-14000 emitidos durante el año por la Organización Internacional de Estandarización. En este caso las entidades federativas de la república con el mejor desempeño en el subíndice son Querétaro, Morelos y Aguascalientes y los de menor desempeño de las 32 entidades Nayarit, Guerrero y Quintana Roo (IMCO, 2016).

2.5.2. Encuestas basadas en el Manual de Oslo

En la Unión Europea la Oficina Europea de Estadística (European Commission, 2016) incluye entre sus temas la investigación sobre el comportamiento de los indicadores de la innovación mediante la Encuesta de Innovación Comunitaria (CIS, por sus siglas en inglés) como parte de las estadísticas de ciencia y tecnología, realizada cada dos años; con la salvedad que al ser voluntaria para los países, de un informe a otro puede variar el número y composición de los encuestados. Proporciona información sobre las empresas por tipo, sector de actividad y otros aspectos como el financiamiento, los apoyos públicos, el gasto empresarial entre otros. La entrega de resultados se da en promedio dos y medio años después del cierre de la encuesta.

La metodología empleada en esta encuesta sigue los lineamientos establecidos por el conjunto de manuales de la OECD, por lo que sus resultados se centran en la actividad desde una visión empresarial y si bien existen preguntas para identificar apoyos gubernamentales, no es posible tener una idea sobre el efecto de la acción pública en el desarrollo de la innovación empresarial, ni del avance científico o la creación de ciencia y tecnología a nivel nacional o regional, ya que solo se estima lo que ocurre en las empresas consideradas innovadoras pero no lo que pasa en otros ámbitos ligados a la innovación.

En términos generales, esta es la encuesta más amplia que se realiza desde 1992 y que es similar a otras a lo largo del planeta que se realizan por medio de la misma metodología de la OECD como son los casos de Estados Unidos (NSF, 2016) que elabora una encuesta a través de la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF, por sus siglas en inglés) y de Japón (NISTP, 2016). La importancia de la CIS es su gran periodicidad ya que en Japón y Estados Unidos la encuesta más reciente se realizó en 2008 y 2009 respectivamente.

En el caso de México, el INEGI ha realizado en el periodo que va de 2010 a 2014, la denominada Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) que cubre básicamente los temas de los manuales de la serie Frascati sobre los procesos de I+D en las empresas y una sección de innovación. Recolectando información sobre el monto

destinado en actividades de IDT por las empresas, de acuerdo a la fuente de los fondos, por sector de ejecución, por tipo de gasto, por tipo de actividad, por campo de la ciencia y objetivo socioeconómico; el personal en actividades de I+D por campo de ciencia, nivel de estudio, ocupación, origen y sexo; las transacciones por concepto de transferencia de tecnología realizada en el país y con el exterior; las innovaciones tecnológicas en productos (bienes o servicios) y procesos (métodos), así como las innovaciones en mercadotecnia y las de organización (INEGI, 2016).

Esta encuesta está dividida en cuatro sectores de estudio: sector productivo, gobierno, educación superior e instituciones privadas no lucrativas. El sector productivo comprende a las empresas, organismos e instituciones ubicadas en minería, manufacturas, construcción, electricidad, servicios, transportes y comunicaciones; incluye también a las instituciones privadas no lucrativas que están al servicio de las empresas y a las empresas paraestatales, cuya actividad principal es la producción y venta de bienes y servicios. El sector gobierno está constituido por las dependencias y entidades de los gobiernos federal, estatal y municipal, junto con los fondos de seguridad social de carácter obligatorio, y controlados por dichas unidades, además de aquellas instituciones sin fines de lucro, controladas y financiadas principalmente por unidades gubernamentales. El sector de las instituciones de educación superior comprende a todas las universidades, institutos tecnológicos y otras instituciones que realizan actividades docentes a nivel profesional medio y superior, públicas o privadas. El sector de instituciones privadas no lucrativas comprende a aquellas que proporcionan a los individuos o grupos de la sociedad civil, bienes o servicios con un carácter filantrópico, excluyendo a las controladas y financiadas por el gobierno.

La encuesta presenta como aportación que cuenta con una selección muestral rigurosa y la información de empresas con más de 20 trabajadores en cada una de las entidades federativas de México, en las estadísticas analizadas se señalan como datos con reserva los que presentan desviaciones estándar mayores a 30% y que se registran en todos los indicadores estatales por lo que es posible encontrar entidades federativas que registran en sus indicadores desviaciones de más del 50% (INEGI, 2016)

2.6. Innovación en los modelos de crecimiento

2.6.1. Crecimiento exógeno

Durante gran parte del siglo XX, la teoría dominante en la explicación del crecimiento fue la teoría neoclásica sustentada en los principios de la teoría económica clásica cuyas bases se sientan en el equilibrio general, la libre competencia con limitada acción gubernamental,

con una asignación eficiente de los recursos como el óptimo de Pareto. Esto es, situación a partir de la cual no es posible aumentar el bienestar de un individuo sin menoscabo del de otro (Samuelson & Nordhaus, 2010). Lo que implica que sobreviven en el mercado solo las empresas más eficientes. Desde esta perspectiva, la función del Estado es corregir las fallas del mercado como son el desempleo, la inflación y en particular el desequilibrio.

La forma de producir se centra en la existencia de dos factores el trabajo y el capital, los cuales son sustituibles y presentan rendimientos constantes a escala y decrecientes de cada factor. El supuesto de rendimientos decrecientes de capital aporta a la vez la propuesta de convergencia en las tasas de crecimiento, lo que predice que en los países con menor cantidad de capital por trabajador tienden a tener tasas de rentabilidad mayores, así como mejores niveles de crecimiento que en el largo plazo iría acercando a los países de menor crecimiento en relación a los de mayor desempeño.

El supuesto de rendimientos marginales decrecientes del capital era acorde con el supuesto de la exogeneidad de la tecnología, determinada por lo que sucedía fuera del ámbito económico, en la academia o en los laboratorios científicos, pero no definida por las condiciones económicas, suponiendo que las mejoras tecnológicas eran indispensables para mantener un ritmo de crecimiento constante pero su origen era a saltos impredecibles económicamente. Sin embargo, en la realidad era evidente que en economías avanzadas se registraban crecimientos elevados y en las atrasadas no existía el impulso esperado.

En la segunda parte de los años 80 y principios de los 90 del siglo pasado, aparecen los escritos pioneros que incorporan aspectos fundamentales para introducir la importancia del avance tecnológico en los modelos de crecimiento, los cuales consisten en desechar la competencia perfecta y dar entrada a las imperfecciones del mercado que favorecen la existencia de monopolios temporales derivados de la innovación, congruente con la existencia de intencionalidad económica en realizar el gasto en I+D y con ello impulsar el análisis del crecimiento de largo plazo.

A esta propuesta se suma la incorporación de factores no económicos como el conocimiento, la investigación y el desarrollo y las condiciones del capital humano, que son concebidos como endógenos al proceso de crecimiento, al convertirse en decisiones de inversión impulsadas por la capacidad de crear condiciones de monopolio temporal, derivadas de los descubrimientos, las invenciones y la posibilidad de su patentamiento.

2.6.2. Crecimiento endógeno

Dar importancia a los efectos del crecimiento a largo plazo, contraria a la de lograr los equilibrios de corto plazo derivados de las políticas fiscales y monetarias, es lo que permite la introducción del avance tecnológico como variable endógena en los modelos de crecimiento económico y da inicio a la corriente denominada nueva economía del crecimiento o del crecimiento endógeno.

2.6.2.1. Modelos de desarrollo

El estudio de la economía del desarrollo ha estado permeado por una gran cantidad de enfrentamientos. Entre algunos de los más discutidos se encuentran la teoría de las etapas del desarrollo de Rostow (Ramirez, 2016) que clasifica a las sociedades en función de cinco etapas diferentes: tradicional, de transición, el despegue, la madurez y el alto consumo en masa. Cada etapa del desarrollo tiene sus propias características y específicas condiciones que deben cumplirse antes de que una economía pueda llegar a una etapa superior, su más importante contribución a la economía del desarrollo ha sido la importancia que le da a la industrialización, el papel de la inversión en el aumento de la tasa de crecimiento en las primeras etapas, así como a la innovación tecnológica en la etapa de madurez y el establecimiento de requisitos políticos y sociológicos para el desarrollo.

Por otra parte, la propuesta de Myrdal (1959) proporcionan una explicación para el hecho de que las diferencias de desarrollo internacionales e interregionales, pueden persistir e incluso ampliarse con el tiempo a partir de la definición de lo que denominó el principio de la causación circular y acumulativa, el cual describe la influencia de los factores que ejercen influencia negativa en las regiones menos desarrolladas y que son un obstáculo para su crecimiento ya que son a la vez causa y efecto de otros que en forma acumulativa deterioran más la economía, influencia acumulativa que de la misma forma aparece en las regiones de alto crecimiento pero en forma positiva.

En esta concepción existen regiones con mejor desarrollo que otras, la competitividad se alcanza con la participación eficiente de políticas públicas que promuevan la reducción de la brecha entre regiones atrasadas y desarrolladas, que de no ser exitosas tenderán a mantener ventajas en las regiones centrales que presentaron condiciones mejores de inicio sobre las regiones periféricas menos productivas.

2.6.2.2. Modelo de Schumpeter

En su teoría del empresario innovador, Joseph Schumpeter (1943) argumentó que, frente a la competencia y la disminución de los beneficios, los empresarios se ven obligados a hacer innovaciones técnicas y financieras y que los derramamientos (spillovers) de actividad resultantes de estas innovaciones generan crecimiento económico. A través de un proceso de “destrucción creativa”, olas de innovación transforman las industrias y generan una gran variedad de resultados en las ganancias empresariales lo que impulsa el desarrollo a largo plazo. Las empresas tienen aquí un incentivo para participar en actividades innovadoras, debido a la expectativa de que las nuevas tecnologías van a generar beneficios adicionales que de inicio le permitirán monopolizar el mercado hasta que la nueva tecnología se convierte en conocimiento público.

En las regiones lograr una competitividad mayor a sus competidores implica, desde el punto de vista schumpeteriano, impulsar la aparición de emprendedores dispuestos a transformar radicalmente su rama de producción, para lo cual será necesario que presenten características de creatividad e innovación.

En la propuesta inicial de Schumpeter (1943), el empresario innovador es quien pone en práctica nuevas combinaciones de factores que llevan a cambios en el producto, en el proceso de producción, en la apertura de un nuevo mercado, en el desarrollo de un nuevo insumo o en la organización, el interés estaba puesto en los cambios en la tecnología tanto en su creación como en su difusión. La función de producción de Schumpeter incorpora a los factores productivos conocidos, (t) Tierra (recursos naturales), (W) Trabajo (sin especialización) y (K) Capital (maquinaria, equipo, insumos, infraestructura física), dos nuevos factores a los que denominó (T) tecnología e innovación y (ASC) aspectos socioculturales.

$$Y = f(K, RN, W, T, ASC)$$

En estos dos nuevos factores Schumpeter identificó a los determinantes del desenvolvimiento económico, al poseer la característica de tener impactos mayores y más dinámicos que los originales. Dentro de ellos, es el cambio tecnológico el que realmente transforma la economía. Asimismo, identifica a la innovación tecnológica como la fuente de creación de los nuevos productos, procesos de producción, mercados, insumos o de la gestión de la organización que transforman a la producción “desde dentro” (Schumpeter, 1943), esto es la innovación.

2.6.2.3. Enfoque del avance tecnológico

La incorporación de la tecnología en los modelos económicos como una variable endógena es la aportación de la teoría del crecimiento endógeno (o denominada nueva teoría del crecimiento), lo que ha dado lugar a una amplia gama de nuevos modelos de crecimiento. El supuesto fundamental de la teoría del crecimiento endógeno es que la acumulación de conocimientos genera rendimientos crecientes. El conocimiento y el avance tecnológico no se difunden al instante entre naciones, regiones, sectores o empresas, por lo que en los mercados existirán diferencias. Las empresas intentarán mantener el conocimiento sin difundir a fin de obtener beneficios adicionales por más tiempo. Sin embargo, será difícil lograrlo por lo que la acción gubernamental será decisiva en la difusión del conocimiento, y en la protección de la propiedad intelectual sobre los descubrimientos (Freeman & Soete, 1997).

Los trabajos iniciales de Schumpeter (1943) relativos a la destrucción creativa donde nuevas técnicas generan cambios radicales que desplazan productos antiguos por nuevos, son la base de este enfoque. Solow (1957) por su parte demuestra que el cambio tecnológico es una de las principales fuentes de crecimiento económico. En tanto para Arrow (1962) dadas las características de bien público de la investigación y la invención y su gran riesgo propone su protección mediante derechos de propiedad, ejerciendo un cierto poder monopólico.

Dosi (1988) apunta a que la I+D es endógena cuando ha sido una decisión de la propia empresa el realizarla en sus instalaciones, por lo que en este nivel las grandes empresas podrán realizarla con mayor facilidad que las pequeñas. En tanto Romer (1990) además de considerar al cambio tecnológico como “el corazón del crecimiento económico”, asocia la instrumentación de este a la intensión de responder a las señales del mercado y al hecho que los efectos de los nuevos usos de las materias primas son diferentes de los de otros bienes, ya que las instrucciones de uso pueden ser repetidas innumerables veces sin costo adicional. Su conclusión es que no puede sostenerse el principio de competencia libre de tomador de precio, que da lugar a la introducción de precios elevados derivados del poder monopólico de la nueva tecnología. Una de las conclusiones más interesantes de este autor es que dada la capacidad que estas propuestas dan para incrementar el tamaño de su mercado, los efectos no solo redundan en mejores niveles de ingreso y bienestar, sino también en la tasa de crecimiento.

En la investigación a nivel mundial realizada por Howitt y Mayer-Foulkes (2005) se muestra que la diferencia en las intensidades de uso de la I+D agrupa a las naciones en básicamente dos conglomerados, las que con más intensidad invierten en I+D logran crecimientos más elevados y las que no aprovechan la inversión en I+D se rezagan y se pronostica una grave dificultad para superar el atraso, por lo que las políticas de aliento económico requerirán centrarse en el cambio tecnológico y la creación de medios efectivos que eleven las habilidades del capital humano.

En este modelo los supuestos radican en que los productores de un bien final (Y) cuentan con una tecnología que les permite combinar el trabajo (L) con un cierto número de bienes intermedios que les ayudan a lograr su producción (N), existe un parámetro que representa el poder monopólico del propietario de los derechos del bien intermedio especial (α) y el parámetro A representa la productividad.

El progreso tecnológico se representa por aumentos de N y no por la productividad A en la siguiente ecuación (Barro & Sala-i-Martin, 2009):

$$Y_i = AL_i^{1-\alpha} * (NX_i)^\alpha * N^{1-\alpha}$$

Tomando un L_i fijo y un N dado, Y_i aumenta al aumentar N por la existencia del término $N^{1-\alpha}$; este modelo no presenta rendimientos decrecientes ya que el aumento de NX_i se produce de la mejora que provoca N para X_i , por lo que es posible evitar la tendencia de rendimientos decrecientes siendo que los aumentos de N provienen de la mejora tecnológica. A partir de este replanteamiento de la función de producción, se genera el enfoque del crecimiento endógeno.

2.6.2.4. Modelo de capital humano, el aprendizaje

Otra contribución importante de la teoría del crecimiento endógeno es la formalización de la importancia del capital humano. Los trabajadores altamente calificados tienden a ser más productivos e innovadores y, por tanto, son de crucial importancia para las compañías y las economías. Por lo tanto, se deduce que las empresas y los gobiernos tienen un incentivo para invertir en la formación de los empleados y la educación para toda la población.

A inicios de los años 1960, Arrow propuso un modelo endógeno de crecimiento basado en lo que denominó "learning by doing" (1961) cuya idea básica se concentraba en destacar que a lo largo del tiempo el conocimiento estaba creciendo y que, dado que se adquiría en el tiempo, era plausible considerar que la experiencia acumulada mediante el trabajo

generaba crecimientos observables en la productividad del trabajo. Por lo que cada nueva máquina introducida en el proceso de producción cambia el entorno de la producción y estimula un aprendizaje continuo que eleva la productividad (Pavitt, 1984 citado por Dosi, 1988). Lo que dio apertura a tomar en cuenta no solo el aprendizaje en el trabajo sino ampliar la visión de la fuerza de trabajo. Un trabajador con formación especializada y mayor calidad asegura una mayor productividad (Freeman C. , 1994), las empresas se benefician de los nuevos trabajadores contratados procedentes del sistema educativo, tomando en cuenta que también depende del tipo de industria e innovación de que se trate.

La inclusión del capital humano en modelos de crecimiento tuvo en paralelo esclarecer la importante relación entre conocimiento e investigación y desarrollo (I+D) factores centrales en el impulso del cambio tecnológico. El desarrollo de Romer (1994) es central en el impulso de la importancia del capital humano, al establecer claramente la existencia del avance tecnológico como resultado de la intervención humana, lo que definía como “las cosas que hace la gente” provenientes de las decisiones internas al modelo de crecimiento, así como el hecho que mientras mayor sea el capital humano dedicado a la investigación o mayor el número de empleados capacitados, mayor será el crecimiento económico (Romer P. , 1990). Para Nelson y Winter (1982) el capital humano que se encuentra en los países más desarrollados está más calificado para la innovación, debido al mayor volumen de stock de capital acumulado que le permite incorporar innovaciones en menor tiempo, lo que no ocurre con los países de menor desarrollo que tendrán mano de obra que al carecer de habilidades del mismo nivel tardará más tiempo en adquirirlas para la nueva tecnología.

En estos modelos la formalización de la teoría es representada por el modelo de Arrow (1962) que incluye tanto la inversión en capital humano como las realizadas en investigación y desarrollo:

$$Y = (R, K, H)$$

Donde la función de producción está determinada por la investigación y el desarrollo (R) el capital físico (K) y el capital humano (H), lo que implica dar un lugar dentro de los factores conocidos a las actividades que generan conocimiento y, por lo mismo, aumentan la producción y el crecimiento.

La importancia del conocimiento y la búsqueda del cambio tecnológico como elementos importantes del crecimiento económico, impulsan la construcción de indicadores que logren identificar el impacto que tienen estas dos conceptualizaciones sobre el desempeño de las

empresas, las regiones y las naciones. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos teóricos desarrollados bajo la denominada nueva teoría del crecimiento, existe una gran dificultad para medir con precisión bajo métodos cuantitativos a la innovación.

Las aportaciones a la solución de este problema ha sido la creación de un amplio y detallado cúmulo de aproximaciones que presentan variables “proxi” que han aportado conocimiento sobre los efectos de las innovaciones en el crecimiento de las empresas, las regiones y las naciones.

2.6.2.5. Patentes variable proxi de la innovación

Una de las líneas que ha interpretado la relación entre estas variables se encuentra en los pioneros estudios de Schmookler (1962) quien mediante la observación de la trayectoria del crecimiento de patentes y el crecimiento de la inversión realizada en industrias específicas: ferrocarriles, papelera, refinación de petróleo y construcción de edificios, encontró que si bien no existe una relación directa y permanente entre el papel de la ciencia y la tecnología representada por la generación de patentes y el consecuente incremento de la inversión en dichas áreas, sí existe una relación interdependiente entre ellas determinada por aspectos no solo económicos sino característicos del entorno en que se desenvuelven, influenciada por “la depresión y prosperidad, la guerra y la paz, los inventos rivales y complementarios y el ascenso y caída regular secular de las industrias de que se trate” (Schmookler, 1962)

En este mismo tema Griliches (1998) mediante una muestra de empresas, diseña una función de producción basada en patentes indagando sobre el grado de correlación existente entre las solicitudes de patentes y gastos anteriores en I+D con base en rezagos. Se observa en ella la correlación entre P (número de patentes) y R (gasto en investigación) y afirma que si K (incremento del conocimiento económicamente valorable) es el producto del proceso R, y P es un indicador de su éxito, entonces la correlación entre P y K habría sido incluso mayor, si se hubiera podido medir.

El modelo que Griliches aporta es el siguiente:

$$K = R + u$$

$$P = aK + v = aR + au + v$$

$$Z = bK + e = bR + bu + e$$

Donde la primera ecuación es la "función de producción de conocimiento" con lo inobservable u y K se mide en unidades de R ; la segunda ecuación es la función del indicador que relaciona P con K ; y la tercera ecuación representa la influencia de K en las variables posteriores de interés. La suposición importante es que los diversos componentes aleatorios u , v y e son independientes el uno del otro.

Su principal hallazgo es la existencia de significancia entre los gastos en I+D y las solicitudes de patentes, así como en la variación del gasto en I+D paralelo a su nivel de patentamiento, por lo que consideró plausible que en la medida en que mejorara la información disponible sobre las condiciones del patentamiento sería posible medir las fluctuaciones de la innovación.

Por su parte Jaffe (1989) amplía la propuesta con la inclusión de la creación de conocimiento específicamente derivada de la investigación realizada por las universidades. Concluye que la investigación universitaria, en los estados de la Unión Americana, provoca I+D industrial y no al contrario, recomienda por lo tanto, la mejora de los sistemas de investigación universitaria por un doble efecto, el incremento de la innovación local (medida por el número de patentes) y el aumento de su productividad.

Bajo estas condiciones, las patentes son un indicador cuantitativo de la innovación que permite identificar el impacto de los componentes capital humano e investigación y desarrollo, dada su capacidad de incorporar el valor económico de la investigación y desarrollo, y el conocimiento. Tomando en cuenta que el desarrollo de la I+D requiere la intervención tanto de las empresas como del sector público no solo en su inversión directa sino también en la atención de la formación en el trabajo por parte de las empresas y en la tarea pública de impulsar la educación de alta especialización tanto en instituciones educativas como en centros de investigación, con el fin de lograr que la actividad científica y la acumulación de conocimientos tácitos se transformen en invenciones que al ser patentadas impulsen la innovación.

2.7. La innovación en las regiones

Tomando como base el enfoque del crecimiento endógeno, la nueva geografía económica postula que el crecimiento regional deriva de la existencia de procesos acumulativos que permiten la concentración de actividades que se autoimpulsan (Krugman & Venables, 1995); lo que provoca desigualdades regionales dada la dinámica de los procesos de

acumulación de desarrollo y de atraso, observándose un proceso de polarización tanto a nivel mundial como al interior de las naciones.

Desde la década de 1990, el interés por los estudios regionales de la innovación ha ido creciendo por el surgimiento de agrupamientos locales exitosos alrededor del mundo, lo cual ha impulsado la idea que es el nivel regional el más adecuado para desarrollar a las economías basadas en el conocimiento y la innovación.

Las ideas de la importancia de la innovación a nivel regional surgen con el estudio de la participación de una variedad de actores y factores internos y externos a las empresas que interactúan entre sí (Dosi, 1988); así como el desarrollo de colaboraciones con otras empresas, proveedores, instituciones financieras, capacitadores entre otros (Cooke, Uranga M.G., & Etxebarria, 1998). Dentro de un área en donde existen organizaciones que construyen y difunden conocimiento como las universidades, centros de investigación y agencias que transfieren tecnología y una cultura de innovación que involucra a las empresas y al sistema en su conjunto (Doloreux & Parto, 2004).

En particular, las aportaciones de Porter (2000) relativas al papel central de la innovación tecnológica en el crecimiento económico, introducen la importancia que tienen las inversiones, políticas y fondos comprometidos todos ellos interrelacionados que la soportan. Destaca la importancia del nivel regional y la existencia de diferencias sustanciales en el desempeño económico entre ellas. Emplea en sus estudios empíricos a nivel regional la medición de patentes como la mejor medida disponible de la innovación. Demuestra en un estudio sobre los estados de Norteamérica que la función de producción construida a partir de patentes se encuentra bien caracterizada por algunos factores observables: mano de obra, gasto en I+D, y políticas relativas a la protección de la propiedad intelectual, apertura comercial así como la investigación de las universidades financiada por el sector privado (Stern, Porter, & Furman, 2000).

Desde esta perspectiva, la importancia de las regiones se convierte en un elemento importante para el diseño de políticas que impulsen el crecimiento y la competitividad, en la medida en que se requiere de un contexto económico, político y social adecuado para que la innovación se desarrolle; lo que implica una comunidad que comparte una base de conocimiento común, que requiere un mercado laboral y fuerza de trabajo especializados, una red de relaciones que favorezcan la creación de capital social en la comunidad para aprovechar las ventajas que la cercanía entre los diversos actores regionales tienen en el

aprovechamiento de los derramamientos de conocimiento que se generan en la región (Doloreux & Parto, 2004).

Al comparar las propuestas de las teorías neoclásicas y las del crecimiento endógeno es posible identificar que las primeras predecían una realidad inexistente, la convergencia no se ha observado en ninguna parte del mundo. Continuar impulsando políticas de equilibrio de corto plazo pueden dar estabilidad financiera y fiscal, pero será poco probable que impulse el crecimiento de las naciones menos favorecidas.

Con base en estos antecedentes teóricos, la elaboración del estudio de la innovación regional que se presenta toma en cuenta tres líneas de conocimiento integradas en la corriente de la nueva teoría del desarrollo, el papel del avance tecnológico, las aportaciones del conocimiento y el aprendizaje y la influencia que generan las condiciones del entorno.

Dadas las dificultades que presenta establecer, a partir de las definiciones de innovación, una variable cuantitativa que la represente se ha adoptado la propuesta de la función de producción de conocimiento de Griliches, que ha sido adoptada en estudios empíricos de largo alcance como los elaborados por Stern, Porter y Furman. En estos consideran a las patentes como una de las variables proxy más adecuadas para indagar sobre el comportamiento de la innovación. Así como los estudios que en el caso de México bajo diferentes metodologías econométricas se han realizado tomando en cuenta la función de producción de conocimiento medida a través de la creación de patentes.

2.8. Estado del arte de la innovación regional

El origen del estudio de las diferencias en el crecimiento a partir de lo local, se remonta a la definición de Alfred Marshall (1974) de distritos industriales como las “concentraciones de sectores especializados en una localidad específica”, que se ven favorecidos con mercados apropiados de trabajadores, proveedores y aun de un ambiente favorable. El problema de la existencia de notables diferencias en cuanto al crecimiento local fue abordado como causación circular por Myrdal (1959) basada en la influencia de factores que determinan una influencia permanente a favor o en contra del proceso de desarrollo local.

Con el surgimiento de los efectos notables de la innovación sobre el crecimiento económico se dio inicio al estudio de la relación existente entre las regiones y los procesos de innovación como los citados por Cook (2008), entre ellos se encuentra el propio trabajo de Cooke (1992) centrado en la regulación que afecta a la industria en Europa en particular a

nivel regional, el de Howells (1999) referido a los desarrollos tecnológicos y su difusión y a las interacciones entre agentes que genera y usan tecnología y Maskell (1999) en el uso de conocimiento externo en favor de la competitividad de industrias específicas en regiones de Noruega.

Una línea de investigación se centró en los procesos sociales y de evolución de la innovación lo que derivó en estudios centrados en actores y factores tanto dentro de los negocios, procesos de aprendizaje; como externos a ellos, colaboración entre empresas, financiamiento, capacitación y proveedores de conocimiento Cooke, 2002 citado por Doloreux y Parto (2004).

Más recientemente ha surgido una corriente de investigación que mediante análisis econométricos explica el impacto que la innovación tiene sobre el crecimiento y la competitividad de las regiones. En estos estudios, el interés cambia del análisis de los componentes de la innovación y de los estudios factoriales, hacia el análisis de la medición de la significancia de los impulsores de la innovación sobre el crecimiento, la competitividad y la misma creación de innovación.

Entre ellos domina el enfoque de la producción de conocimiento desde la propuesta de Griliches (1998) así, Guloglu y Tekin (2012) analizan las relaciones causales entre los gastos de I+D, la innovación y el crecimiento económico en países de altos ingresos de la OECD, mediante los métodos de efectos fijos GMM y panel, demuestran que las relaciones entre I+D e innovación, I+D y crecimiento económico, y crecimiento económico e innovación son todas positivas y significativas, lo que asegura que la actividad de I+D genera cambios tecnológicos así como que la actividad en I+D junto con el crecimiento de patentes provoca crecimiento económico.

Buesa, Baumert, Heijs y Martínez (2002) emplean la función de producción de conocimiento mediante el método de regresión múltiple por mínimos cuadrados ordinarios en el estudio de las comunidades autónomas de España para lo que incluye ocho variables regresoras que incorporan datos de I+D regional, pública y privada, del entorno macroeconómico, de la infraestructura que apoya a la innovación, de la interacción de agentes del sistema, de la calidad de las universidades y de los recursos humanos en I+D, encuentran que el 97.5% de la variabilidad del número de patentes en España se origina en primer lugar por el gasto en I+D realizado por la región en específico por las empresas, así como por la estructura

económica y científica empresarial de la región. En el estudio no existe evidencia de impulso derivado de las universidades ni de la calidad de los recursos humanos.

Nae y Sima (2013) encuentran para la región de Romania, Italia en un análisis lineal tomando en cuenta la creación de patentes y las variables independientes educación, infraestructura, empleo e inversión en I+D, que esta última es determinante en el crecimiento económico por su impacto en el patentamiento y a su vez influye positivamente en el desarrollo regional.

Charlot, Crescenzi y Musolesi (2014) analizan la innovación a nivel regional en 25 naciones de la Unión Europea con un modelo semiparamétrico de panel de datos en el periodo 1995-2004 mide el producto K (producción de conocimiento) con el número de patentes por cada millón de habitantes, y los regresores gasto regional de I + D de instituciones públicas y privadas y la proporción regional de trabajadores con educación terciaria. El aporte de este estudio se encuentra en su propuesta de crecimiento aleatorio que incluye un mayor número de variables no observables, lo que les permite concluir que la función de producción de conocimiento a nivel regional presenta comportamientos no lineales que distingue regiones desarrolladas y regiones rezagadas, así como los efectos adversos que en las regiones atrasadas tienen las inversiones en capital humano o en I+D si no son de consideración, establece 20% de la población con educación terciaria para la primera y entre 2 y 3% del gasto en I+D como proporción del PIB para la segunda. Identifica que estas dos variables son complementarias y, por lo tanto, se requiere simultaneidad para lograr el impulso de la innovación, y que la concentración de recursos humanos de alta especialidad puede absorber los recursos de los vecinos.

En los estudios econométricos sobre el impacto de la innovación en el crecimiento y la competitividad referentes a México, uno de los primeros fue el realizado por Padilla-Pérez, Vang y Chaminade (2009) en el cual se analizan los caso del Estado de Jalisco y de Baja California a través de encuestas realizadas a empresas con un cierto nivel de innovación avanzado se analizaron los datos de las empresas en un modelo de regresión múltiple con la variable dependiente capacidad tecnológica de la empresa y los regresores factores asociados a la capacidad tecnológica y la región en la que se localizaba, así como un término de error. Los resultados muestran que las empresas de la región con un alto grado de integración e interacción tienen en promedio capacidades tecnológicas más avanzadas; las subsidiarias extranjeras, a través de vínculos con organizaciones locales, transfieren el conocimiento a la región anfitriona y contribuyen al desarrollo de capacidades tecnológicas

regionales y de la empresa; las exportaciones no se asocian significativamente con capacidades avanzadas centradas en el producto; las universidades y los centros de investigación desempeñan un papel importante como proveedores de capital humano altamente calificado, pero el tipo y la intensidad de las interacciones pueden ser más débiles que en las economías desarrolladas, finaliza aseverando que son necesarias instituciones fuertes y una política pública activa para fomentar la innovación.

Borrayo y Quintana (2018) investigan los niveles de eficiencia técnica y productividad observando la contribución de las actividades creativas en 59 regiones metropolitanas, a través de un análisis de frontera de producción estocástica. Los resultados apuntan a que la eficiencia técnica fue mayor en la frontera norte y en el Valle de México en la zona central del país. Por el contrario, los valores más bajos se agruparon en el sureste de México.

Pérez Hernández, Lara Gómez, & Gómez Hernández, (2015) mediante un análisis estadístico multivariante de cluster estudian la evolución de siete grupos de las entidades federativas en términos de sus niveles de capacidades tecnológicas en el periodo 2006-2012, concluyen con la heterogeneidad observada en los siete clusters concentra los mejores resultados en solo cinco entidades: Ciudad de México, Nuevo León, Querétaro, Jalisco y Estado de México, que tres entidades mejoraron su posición: Querétaro, Morelos y Campeche, que el resultado parece sugerir que aproximadamente el 16% de ellas transitan a dominar el ámbito tecnológico, frente a 22 entidades que si bien no han perdido posiciones se encuentran estancadas en los tres últimos clusters con bajas capacidades tecnológicas.

Con un análisis inicial de clusters jerárquicos combinado con ANOVA intergrupar Valdez-Lafarga y León-Balderrama (2015) definen seis tipos de sistemas regionales de innovación a partir del análisis de precondiciones para la innovación, entradas al sistema, características estructurales y salidas del sistema integradas por 24 indicadores, sus resultados son similares a los de Perez Hernández, et al. En donde las entidades federativas mejor posicionadas son la Ciudad de México y Nuevo León y las de menor desempeño son las del sureste, la mayoría del centro y algunas del norte del país.

En el estudio de Rodríguez-Pose y Villarreal Peralta, (2015) mediante el método de datos de panel de efectos variables y un panel dinámico con rezago de un año elaboran un análisis de las 32 entidades federativas en el periodo 2000-2010 encuentran que el crecimiento regional está muy influenciado por tres componentes de la política nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, el mayor porcentaje de su PIB al gasto en I+D, una mejor

dotación de capital humano y los derramamientos de conocimiento, socioeconómicos y de bienestar son importantes en el dinamismo de algunas entidades federativas, se observa que aquellas con vecinos exitosos en sus capacidades de I+D se ven favorecidas de esa cercanía.

En tanto que el trabajo realizado por Sanchez Tovar, García Fernández, & Mendoza Flores, (2015) construye una tipología regional de la capacidad de innovación de las entidades federativas de México mediante una metodología de análisis factorial de componentes principales constituido por tres elementos: recursos destinados a la innovación, estructura socioeconómica y estructura productiva que implican 14 variables y un análisis de conglomerados. El resultado fue la existencia de cinco grupos: región no metropolitana, pequeñas regiones industriales, región industrial de tecnología media/alta, región metropolitana con estructura diversificada y aglomeración industrial avanzada cada una con diferencias en su desempeño innovador. Se observan problemas que detienen el avance de la innovación: déficit en la inversión estatal para el desarrollo de la innovación, uso de tecnologías obsoletas, falta de especialización universitaria por lo que el mayor número de negocios que se abren se concentran en los sectores de media y baja tecnología.

CAPÍTULO 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Situación problemática

Al inicio de esta investigación se dio un panorama de las características que presentan las regiones de México, entendidas como las entidades federativas cuyo desarrollo desigual impacta en el bienestar de la población, dadas sus trayectorias que parecen polarizarse conforme pasa el tiempo.

Por lo que resulta prioritario enfocar esfuerzos a fin de alentar el crecimiento y la competitividad de las regiones en particular de las más atrasadas. En este propósito el papel que puede desempeñar la innovación se prioriza dada la coincidencia a nivel nacional e internacional sobre el impulso que ha probado tener en el despegue y avance vertiginoso de las naciones como Corea del Sur, Japón, así como las naciones altamente industrializadas de occidente (WEF, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010; OECD, 2015 y Cornell University, INSEAD y WIPO, 2015). Lugares en donde la aportación conjunta del gasto en I+D como porcentaje del total a nivel mundial es de más del 70% en el periodo comprendido entre 2007 y 2013. En México el gasto en I+D se ha estancado en el 0.5%, lo que en términos de la proporción que a nivel internacional aporta México se reduce a 0.38% muy lejos del 0.95% de Corea e inferior aún al 0.44% de Argentina. En tanto que la generación de patentes es sumamente reducida en su aporte internacional lo que implica una “falta de vocación por la competitividad basada en la tecnología” (UNESCO, 2015).

En los planes nacionales, en los programas sectoriales y en los específicos de ciencia y tecnología se ha resaltado la meta de alcanzar un gasto en ciencia, tecnología e innovación del 1% del PIB. Sin embargo este porcentaje está muy lejos de ser cumplido; a nivel nacional en 2018 es apenas del 0.5% (El Universal, 2018) en tanto que a nivel estatal en el año 2015 es insignificante. En la gran mayoría de las entidades los valores fluctúan entre el 0.0016% al 0.0050% como porción del PIB estatal existiendo el caso extremo de Campeche con 0.0006% del PIB (FCCYT, A.C., 2017).

La vocación por estudiar temas del área de ciencia y tecnología no ha crecido en la medida en que los avances tecnológicos en el mundo lo han hecho. Los estudiantes en México inscritos en las licenciaturas de las áreas de ciencia y tecnología tienen una participación importante en siete de las entidades con una proporción superior al 50% del total, en el extremo seis cuentan con menos del 40% de la matrícula en esta área con un caso

polarizado, el de Quintana Roo, con apenas 28.09% del total de la matrícula (ANUIES, 2017).

Situación que se agudiza en el posgrado, en las áreas de ciencias sociales y humanísticas que han registrado una cada vez mayor participación, lo que ha dejado en una posición débil a las áreas de ciencia y tecnología en las entidades federativas de la república. Una sola entidad, Baja California Sur, cuenta con estudiantes en un 56.56% del total en CyT, en las 31 restantes los porcentajes de estudiantes van de 38.46% a 9.64% (Guerrero), lo que da evidencia de la carencia de personal de alta especialidad que es la base para construir el conocimiento y el avance tecnológico que impulsan a la innovación (ANUIES, 2017).

A lo anterior se suma la situación de los miembros del SNI que integra dos tendencias, el descenso de la participación en el total de los investigadores del área de CyT consistente desde 2012 y el envejecimiento del grupo en general. De acuerdo con estudios realizados sobre la dinámica del SNI (Didou Aupetit & Gérard, 2011) existen dos exigencias necesarias para ingresar al sistema, obtener un doctorado en edad temprana y que el origen del grado sea una institución de excelencia, lo que estrecha el margen de ingreso al sistema para quienes sobrepasan alguna de estas dos medidas y compromete la eficiencia del sistema tomando en cuenta que el promedio de edad de los investigadores, de acuerdo con las tendencias registradas desde inicios de esta década, se ubicaría en los 60 años.

Adicionalmente, a nivel regional en México las políticas públicas presentan un bajo nivel de operación, salvo las encaminadas a la atención de la pobreza y la infraestructura que carecen de enfoques en el impulso a la competitividad (OECD, 2009) y por ende al estímulo de la innovación; lo que resulta adverso para la mejora de las comunidades radicadas en las entidades federativas de menor desarrollo. Tomando en cuenta que de acuerdo con Enright (como se cita en Prim, Amal, & Carvalho, 2016, p.1) las regiones son diferentes en la medida en que las características de los aglomeramientos son construcciones sociales que dependen mucho del entorno y las condiciones sociales en que operan.

Las propuestas internacionales de la medición de la innovación hacen énfasis en identificar el nivel de innovación a partir de la construcción de índices integrados por factores que derivan, en su mayoría, de los elementos destacados por la teoría del crecimiento endógeno, con algunos complementos de mediciones del crecimiento económico tradicional (Cornell University-INSEAD-WIPO, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010). Su aceptación ha llevado a asumir que seguir las estrategias adoptadas por las

naciones con las posiciones de liderazgo son el camino para mejorar los niveles de bienestar de cualquier nación, lo que es posible derive en estrategias que no tomen en cuenta el punto de partida existente en países radicalmente diferentes. Aspecto que se reitera en México a través de la construcción por parte del IMCO de un índice de competitividad en el que se incluye un subíndice de innovación que incorpora algunos de los componentes de los índices internacionales y excluye otros importantes como lo es el gasto en I+D de los gobiernos, o de las empresas localizadas en la entidad y por otra parte las matrículas de estudiantes de licenciatura y posgrado. Estos últimos considerados, tanto a nivel teórico como empírico, esenciales en el estudio y medición de la innovación.

Frente a esta tendencia existe la alternativa de indagar sobre el impacto que en las regiones de México presentan algunos de los indicadores que tanto teórica como empíricamente han demostrado efectividad en el impulso de la innovación. Entre los primeros estudios de este tipo se encuentran los realizados por Griliches (1998) que en sus trabajos iniciales demostró que las patentes se convertían en un “recurso único” para el análisis del avance tecnológico. Jaffe (1989) realizó el estudio de 29 estados de la Unión Americana mediante un modelo de mínimos cuadrados ordinarios con datos agrupados en que tomó como variable dependiente a las patentes y como explicativas al gasto de las industrias en I+D y la investigación universitaria, encontrando que existe significancia de la investigación universitaria sobre las patentes empresariales en las áreas de fármacos y tecnología médica, electrónica, óptica y tecnología nuclear. Otro de los escritos más influyentes en este campo es el de Stern, Porter y Furman (2000) que siguiendo en términos generales la función de producción de la teoría del crecimiento endógeno, aplicada a 17 países de la OECD, mediante el uso de patentes como producto de la innovación, determinada por el flujo de nuevas tecnologías, el nivel de recursos de capital y mano de obra del sector de las ideas de la economía y el monto de conocimiento acumulado por una economía para sustentar las ideas futuras de producción, encuentra que el esfuerzo innovador en términos de recursos humanos (importancia del sistema educativo) es mayor al económico representado por el gasto en I+D.

Un problema presente para la realización de estudios que identifiquen claramente las condiciones y relaciones que existen a nivel regional sobre la innovación en México, se encuentra en enfrentar las deficiencias en la disponibilidad de información confiable sobre los indicadores de la innovación a nivel regional, tanto en su variedad como a través del tiempo, ya que si bien CONACYT dispone de una amplia base de datos sobre los

indicadores de CTI a nivel nacional, el nivel regional no cuenta con la misma amplitud de información (CONACYT, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016).

La elaboración de índices específicos sobre innovación o bien incluir subíndices de innovación en otras mediciones de competitividad, presentan dos características a tomar en cuenta con relación a ser base para la construcción de políticas nacionales de apoyo a la innovación. El primer hecho radica en que los índices más reconocidos incluyen información detallada sobre creación de nuevos productos, gasto en I+D en varios niveles y sectores, así como en actividades empresariales y académicas en cuanto al desarrollo de ciencia y tecnología, información que a nivel de estadísticas confiables no existe en México. El segundo se refiere a que los índices específicos incluyen información con periodicidad anual y tanto INEGI, como CONACYT y el Foro Consultivo Científico y Tecnológico cuentan con información de buena calidad en ciertos periodos aleatorios, pero a la fecha no es posible disponer de este tipo de información a nivel regional de manera confiable y periódica.

Por lo que establecer rutas de acción para la innovación regional, a partir de información en el desempeño internacional que destaca resultados exitosos en países con información confiable y oportuna, no necesariamente permite lograr avances económicos y/o sociales a partir de la aplicación de mediciones inciertas sobre la realidad nacional.

3.2. Planteamiento del problema

En el mundo el tema de la desigualdad cobra cada día más fuerza. Según reportes del Foro Económico Mundial (WEF, 2017) existe una tendencia generalizada en la profundización de la desigualdad, siendo América Latina la segunda región más afectada por este problema.

Sin duda, en el caso de México, la desigualdad ha provocado un círculo vicioso de pobreza y falta de crecimiento que ha frenado el aprovechamiento del capital humano e infraestructura con los que se cuenta, ocasionando que a pesar de la abundancia de los recursos que posee, siga aumentando el número de pobres. La desigualdad se hace evidente entre las distintas localidades urbanas y rurales del país, ya que mientras el 65% de las personas ubicadas en áreas rurales es pobre, la proporción disminuye al 40.5% en las zonas urbanas (Presidencia de la República Mexicana, 2013).

El crecimiento del país presenta condiciones regionales muy dispares a nivel de las entidades federativas, lo que se traduce en grupos de población que viven en condiciones

de vida adversas, similares a los países de menor desarrollo humano del mundo como Nigeria, Angola o Zambia. En cambio, existen otras entidades del país que pueden equipararse a los niveles de bienestar de países desarrollados como Estados Unidos o Canadá (SEMARNAT, 2012). Este panorama lleva a la consideración de cuestionar cuáles serán las causas que provocan que algunas entidades federativas de la república mexicana logren estadios de desarrollo más elevados que otras y cuáles son las causas que originan que esta brecha se esté ampliando.

Considerando el índice de crecimiento de las entidades del país durante el periodo 2005-2014 se aprecia que cinco de ellas: la Ciudad de México (CDMX), Querétaro, Nuevo León, Tabasco y Aguascalientes presentan crecimientos constantes en el PIB; mientras que otras como Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Nayarit y Tlaxcala presentan decrecimientos constantes durante el mismo periodo, evolución que tiende a ampliar la desigualdad económica.

En términos geográficos, esta realidad se refleja en una economía próspera en el norte y centro del país, frente a una economía tradicional de baja productividad en el sur, lo que ocasiona que la mayor parte de la población de las entidades comprendidas en esta zona, se encuentre en situación de pobreza [Consejo Nacional de Evaluación (CONEVAL, 2013, 2016)]

Es en este contexto de bajo crecimiento y ampliación de las desigualdades, el papel de la innovación presenta una importancia relevante en el presente y futuro no solo del avance regional sino en los efectos que esto impone al nivel nacional. La innovación es esencial para el desarrollo económico y el bienestar de la sociedad, en particular para las naciones emergentes, en la medida en que la innovación de los productos y los procesos productivos incrementa notablemente la productividad.

De acuerdo con lo anterior, en esta investigación se busca visualizar en una forma más directa el impacto que los impulsores de la innovación seleccionados tienen sobre la innovación, medida como el número de patentes generadas en cada entidad de la república. Lo que en las regiones de México permitirá esclarecer el grado e importancia que cada uno de los factores seleccionados tienen en la creación de patentes y con ello evaluar y proponer medidas más específicas y efectivas de estímulo a la innovación.

3.3. Preguntas de investigación

3.3.1. Pregunta general

¿Cuál es el grado de impacto derivado de los impulsores de la innovación: nivel tecnológico, conocimiento y aprendizaje y condiciones que la favorecen, sobre la innovación regional medida a través de la creación de patentes en las entidades federativas de México?

3.3.2. Preguntas específicas

¿Cuáles son las variables explicativas que inciden en la creación de patentes que pueden medir la innovación regional en México?

¿Cuál será el modelo econométrico que permite medir de forma pertinente el impacto de los impulsores de la innovación sobre la innovación regional?

¿Qué sugerencias para la formulación de políticas públicas, a partir del conocimiento de las variables que mayor impacto registran en la creación de patentes, pueden incentivar la innovación regional?

3.4. Objetivos de investigación

3.4.1. Objetivo general

Conocer y analizar el impacto en la creación de patentes en las entidades federativas de México derivado del nivel tecnológico, el conocimiento y aprendizaje y las condiciones que favorecen a la innovación.

3.4.2. Objetivos específicos

Identificar las variables explicativas que inciden en la creación de patentes que pueden medir la innovación regional en México.

Diseñar un modelo econométrico que permita medir de forma pertinente el impacto de los impulsores de la innovación sobre la innovación regional.

Proponer medidas de política pública, a partir del conocimiento de las variables que mayor impacto registran en la creación de patentes, que pueden incentivar la innovación regional.

3.5. Justificación

Como se ha mencionado, la situación económica de México enfrenta problemas de desigualdad, de pobreza y reducido crecimiento en las 32 entidades federativas del país. En este sentido, organismos internacionales señalan que en México existen dos líneas de política pública que se esfuerzan en su solución. Por una parte, un enfoque de competitividad a nivel sectorial (FAO, 2018) y otro de inversión social, a nivel regional, sobre

las áreas de menor crecimiento pero sin enfoques de competitividad (OECD, 2009). Sin embargo, los resultados no muestran mejoría.

A nivel mundial y nacional se reconoce que la relación entre innovación y crecimiento económico es un fenómeno que demanda un mayor estudio dado lo esencial para lograr el impulso hacia el desarrollo económico y social de las naciones (Cornell University-INSEAD-WIPO, 2016; OECD, 2009; Presidencia de la República, 2013; CONACYT, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016; UNESCO, 2015 y WEF, 2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010), más cuando se trata del estudio de la innovación a nivel regional campo en el que se generan las bases de la innovación.

Los indicadores que dan cuenta de los impulsores de la innovación reflejan uno a uno concentración en pocas entidades y carencias dramáticas en la gran mayoría de ellas. En consecuencia, es urgente el análisis de las causales de estos polarizados resultados, que no solo reflejan malos desempeños estatales, sino que son a la vez obstáculos para la creación, mantenimiento y crecimiento de las empresas en México, que se caracterizan por su baja aportación de valor agregado y su permanencia en ramas productivas tradicionales y de consumo masivo que les impiden ser competitivas en el mercado mundial y en ocasiones también en el mercado nacional.

Los resultados además presentan agrupaciones que no han sido atendidas desde el enfoque regional, si bien existen zonas en donde el avance económico y social se difunde entre las entidades, el norte y parte del centro del país, en otro extremo el sur presenta rezagos que impiden un crecimiento de mejor desempeño.

Es de resaltar que la construcción de políticas nacionales para la atención del tema se encuentra influenciada por los resultados que registran los rankings mundiales o nacionales, al ser la fuente de información más sistemática y oportuna. Sin embargo, la mayoría de estos rankings, al derivar de los que miden competitividad, asumen a la innovación como un elemento complementario y su medición se centra en pocos indicadores que aplicados al caso de las regiones de México no necesariamente permiten identificar las peculiaridades de cada entidad, ni obtener información confiable de los indicadores más representativos de los impulsores de la innovación.

Un problema adicional que se tomó en cuenta radica en que la innovación, siendo un fenómeno multifactorial, presenta dificultades para su medición existiendo enfoques variados para su realización. En esta investigación se aportan elementos que permiten

medir los efectos que tienen los factores aportados por la teoría del crecimiento endógeno sobre la innovación regional entendida como el comportamiento experimentado en las entidades federativas de México, fenómeno que cuenta con estudios recientes desde un enfoque de clúster sin abordar el problema integral de las entidades. La aplicación de esta propuesta se hace mediante una metodología cuantitativa, a fin de aportar una aproximación objetiva sobre el efecto diferenciado que tienen las variables seleccionadas sobre la innovación regional, para a partir de los resultados construir propuestas que permitan mejorarla.

3.6. Aporte de la investigación

Existe una marcada preocupación en México sobre el impulso a ciencia, tecnología e innovación, a fin de superar los niveles de atraso y desigualdad en sectores productivos, regiones y población. En este marco es que esta investigación, construida mediante el auxilio de un modelo de datos de panel, permite valorar los indicadores de los impulsores de la innovación a lo largo de un periodo de cinco años para las 32 entidades federativas de la república; con lo que se pretende identificar el nivel de impacto que cada uno de ellos presenta sobre la creación de innovación. A partir de estos resultados es posible proponer medidas de política pública que tengan un mejor y certero resultado sobre el comportamiento de la innovación en las regiones de México. Desde esta perspectiva, este estudio pretende contribuir a la reducción de la desigualdad en las entidades federativas del país.

3.7. Metodología

En esta investigación se emplea un enfoque cuantitativo, basado en el método de investigación econométrica que permite integrar las propuestas de la teoría económica y la medición empírica de fenómenos económicos, empleando como vínculo a la inferencia estadística como lo señala una de las definiciones de econometría “el análisis cuantitativo de fenómenos económicos reales, basados en el desarrollo simultáneo de la teoría y la observación, relacionados mediante métodos apropiados de inferencia” Samuelson, P. A.; Koopmans, T.C. y Stone, J.R.N. (citados por Gujarati & Porter, 2010). A través de este método se aporta la posibilidad de verificar empíricamente la medida del impacto de las variables regresoras que marca la teoría de la innovación desde las propuestas del crecimiento endógeno, lo que no sería posible desde otro enfoque.

Para llevar a cabo esta construcción se ha seguido el proceso de la metodología econométrica compuesta de las siguientes etapas (Gujarati & Porter, 2010):

1. Planteamiento de la teoría o de la hipótesis, en donde se incluye el planteamiento específico de un postulado de la teoría que permita medir una relación causal entre variables.
2. Especificación del modelo matemático de la teoría, mediante el cual se precisa una relación funcional entre las variables, donde se diferencian la variable dependiente/endógena/ o regresada y del otro lado las independientes/ exógenas/ o regresoras
3. Especificación del modelo econométrico o estadístico de la teoría, representado por un modelo matemático mediante una relación exacta o determinista, o bien una relación inexacta mediante la integración de un término de error o variable aleatoria.
4. Obtención de datos, provenientes de fuentes gubernamentales, organismos internacionales, organizaciones privadas o bien de particulares como el caso de los investigadores.
5. Estimación de los parámetros del modelo econométrico, con toda la información anterior, mediante una técnica estadística se calculan los parámetros de la función.
6. Pruebas de hipótesis, se refiere al establecimiento de criterios estadísticos denominados pruebas de hipótesis que comprueben que los resultados obtenidos para la función propuesta son pertinentes a la teoría.
7. Pronóstico o medición, si el modelo comprueba la hipótesis y se ajusta a la teoría su valor predictivo es positivo y será útil para predecir los valores de la variable dependiente con base en los valores registrados por la o las variables independientes o regresoras.
8. Utilización del modelo para fines de control o de políticas, una vez construido el modelo sirve ya sea para controlar posibles resultados considerados adversos o bien la construcción de políticas de impulso económico.

Entre los modelos econométricos existentes se encuentran en términos generales los modelos de regresión lineal con dos variables, constituidos por una variable independiente que se encuentra en función de una sola variable explicativa. Otro tipo de modelos son los de regresión múltiple.

La aplicación de un modelo de datos de panel representado por un conjunto de datos que integra una dimensión de tiempo y otra transversal de individuos que toma en cuenta estos indicadores, aporta información sobre el grado de efectividad que las explicativas tienen sobre la creación de conocimiento al superar los problemas que presentan las regresiones lineales simples que impiden el estudio de los efectos individuales y la superación de la inconsistencia y la posibilidad de insesgamiento de los estimadores (Labra & Torrecillas, 2014).

Esto es, se cuenta con observaciones repetidas a lo largo del tiempo de un grupo seleccionado de unidades individuales. El análisis de regresión que se obtiene describe el cambio de la media en los distintos subgrupos de la población especificada por los valores de los regresores, lo que permite estimar coeficientes de regresión múltiple que no sería posible con datos solo de corte transversal o solo de series temporales (Arellano, 1991).

El estudio de la innovación regional mediante un modelo de datos de panel es adecuado por el hecho de contar con un conjunto de datos que representan la evolución de una sección cruzada correspondiente en este caso a seis indicadores de la innovación a lo largo de una serie temporal de cinco años registrada en 32 unidades de análisis. A partir de esta base de datos longitudinal de sección cruzada es posible identificar el comportamiento de todas las entidades federativas en conjunto, estudiadas a lo largo del lapso comprendido del año 2010 al 2014

Entre las ventajas del uso de esta herramienta Gujarati y Porter (2010) toman en cuenta la presencia de heterogeneidad dada la existencia de variables específicas por sujeto; proporciona “una mayor cantidad de datos informativos, más variabilidad, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad y una mayor eficiencia” [Baltagi, 1998, citado por Gujarati & Porter,(2010)]; permitiendo estudiar comportamientos más complejos y la dinámica del cambio.

3.8. Hipótesis de investigación

En la investigación bibliográfica se identificó la propuesta de medición de la innovación a través de la función de producción de conocimiento medida como el número de patentes producidas. Con base en ella se identificaron tres impulsores de la innovación, es decir, i) mejoras en el nivel tecnológico, ii) conocimiento y aprendizaje y iii) condiciones que favorecen la innovación.

A partir de las consideraciones anteriores se construyó la siguiente hipótesis general:

La innovación regional, medida por el número de patentes registradas por habitantes de la entidad se encuentra positivamente influenciada por el desempeño de seis variables seleccionadas que representan tres características fundamentales de la innovación: mejoras en el nivel tecnológico, el conocimiento y aprendizaje y las condiciones que favorecen a la innovación.

3.9. Hipótesis de trabajo

H1. Los alumnos inscritos en el nivel de posgrado en las áreas de CyT en la región tienen una influencia positiva sobre la innovación regional.

H2. Los alumnos inscritos en el nivel de licenciatura y técnico superior en las áreas de CyT en la región tienen una influencia positiva sobre la innovación regional.

H3. Los investigadores pertenecientes al SNI localizados en la región tienen una influencia positiva sobre la innovación regional.

H4. El gasto privado estatal en I+D tienen una influencia positiva sobre la innovación regional.

H5. El gasto público estatal en I+D tienen una influencia positiva sobre la innovación regional.

H6. La creación de la Ley de Ciencia y Tecnología Estatal tiene una influencia positiva sobre la innovación regional.

3.10. Modelo teórico de la investigación

El modelo propuesto se estructura a partir de la definición de innovación regional representada por el número de patentes solicitadas a nivel estatal, siguiendo los componentes de la innovación expuestos en el capítulo 2, son los determinantes del crecimiento desde el marco teórico de la teoría endógena.

Las bases de la relación entre las variables seleccionadas y la innovación se encuentran en los estudios mencionados en capítulos anteriores, en específico se han tomado a Griliches, (1998) y Schmookler, (1962) en la definición de la variable dependiente. Con referencia al papel del avance tecnológico, se tomaron en cuenta los desarrollos de Schumpeter, (1943); Solow, (1957); Arrow, (1962); Romer (1990, 1994) y Howitt y Mayer-Foulkes, (2005) principalmente. En la creación de la innovación se tomó en cuenta la importancia del uso sistemático del conocimiento y la investigación como elementos endógenos bajo las aportaciones de Arrow, (1962); Nelson y Winter, (1982); Pavit,(1984);

Dosi, (1988); Romer, (1994), relativas al papel del conocimiento; se aprecian tanto el proveniente del desarrollo científico, como el aprendizaje obtenido a través de la experiencia o el contacto práctico con el avance tecnológico.

En tanto que el papel favorable de las instituciones deviene de Dosi, (1988); Porter, (2000); Stern, Porter y Furman, (2000); y Doloreux y Parto, (2004), con la percepción del papel del gobierno como garante de la protección del mercado, el estímulo a las interacciones que propician el aprendizaje y el intercambio de conocimientos y la existencia de políticas, grupos sociales y empresariales favorables a las mejoras de la competitividad e innovación.

3.11. Matriz de congruencia

Una vez establecido el marco teórico de la investigación, se presenta la propuesta de trabajo que se realizó mediante una matriz de congruencia que relaciona sus componentes principales (Ver la tabla. 2)

Tabla 2. Matriz de congruencia

Titulo	Planteamiento del problema	Pregunta de investigación	Hipótesis general	Objetivo general	Objetivos específicos	Soportes teórico-conceptuales	Metodología
Impacto de los impulsores de la innovación sobre la función de producción de conocimiento regional en México: un modelo de datos de panel	La falta de generación de conocimientos a nivel local en la actual economía del conocimiento impide el desarrollo armónico y constante de las entidades federativas de México	¿Cuál es el grado de impacto derivado de los impulsores de la innovación: nivel tecnológico, conocimiento y aprendizaje y condiciones que la favorecen, sobre la innovación regional medida a través de la creación de patentes en las entidades federativas de México?	Las mejoras en el nivel tecnológico, el conocimiento y aprendizaje y las condiciones que favorecen la innovación poseen una relación positiva y directa sobre la innovación regional existente en la república mexicana.	Conocer y analizar el impacto en la creación de patentes en las entidades federativas de México derivado de las mejoras en el nivel tecnológico, el conocimiento y aprendizaje y las condiciones que favorecen a la innovación.	<p>a) Identificar las variables explicativas que inciden en la creación de patentes que pueden medir la innovación regional en México.</p> <p>b) Diseñar un modelo econométrico que permita medir de forma pertinente el impacto de los impulsores de la innovación sobre la innovación regional.</p> <p>c) Proponer medidas de política pública, a partir del conocimiento de las variables que mayor impacto registran en la creación de patentes, que pueden incentivar la innovación regional.</p>	<p>Innovación</p> <p>Mejoras en el nivel tecnológico</p> <p>Conocimiento y aprendizaje</p> <p>Condiciones que favorecen la innovación</p>	<p>Econometría</p> <p>Modelo de datos de panel</p>

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4. ESTUDIO EMPÍRICO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Diseño de la investigación

El modelo propuesto se estructura a partir de la propuesta de la función de producción de conocimiento concebida por Griliches, la cual es posible aplicar a las condiciones existentes en las regiones de México, entendidas como las entidades federativas.

Las etapas mediante las que se construyó la propuesta implicaron la identificación de las 32 entidades, el análisis de la información estadística tanto por sus fuentes como por la identificación de su contenido pertinente a la propuesta teórica, la sistematización de la información a fin de ser procesada bajo el software Stata Ver.12 en un modelo econométrico de datos de panel, para finalmente realizar su análisis.

4.1.1. Variables y fuentes de información

Las variables seleccionadas, a partir del marco teórico del crecimiento endógeno con énfasis en el conocimiento, están conformadas por el número de las solicitudes de patentes (variable dependiente). El conocimiento y aprendizaje representados por el número de alumnos de la matrícula de posgrado de ciencia y tecnología, el número de alumnos de la matrícula de licenciatura de ciencia y tecnología y el número de los miembros del SNI; el gasto en CyT valorado en miles de pesos constantes realizado por las empresas radicadas en la entidad federativa y el gasto en CyT realizado por el gobierno de la entidad federativa valorado en miles de pesos constantes, como las mejoras en el nivel tecnológico y el número de años desde la creación de la Ley de Ciencia y Tecnología Estatal, que implican las condiciones que favorecen la innovación (variables independientes).

Se construyó una base de datos en la cual se incluyen las seis variables independientes y la variable dependiente. La presentación de la base sigue la estructura requerida para el tratamiento econométrico del modelo de datos de panel trabajado en el software Stata versión 12. Se incluyen para cada variable los datos del periodo 2010-2014 de las 32 entidades federativas (Ver anexo I)

En la conformación de la base de datos existía una ausencia de datos en el año 2010 referente al gasto en CyT del gobierno de la entidad y del año 2014 en el gasto en CyT de las empresas, por lo que se han estimado los datos como el promedio de participación del periodo, partiendo de la base de la información estatal generada tanto por el FCCyT como por las agendas estatales del CONACYT.

La definición de las variables, su descripción, así como las fuentes de donde se obtuvieron los datos se encuentran en la Tabla 3

Tabla 3. Definición de las variables que impactan la innovación

Variable	Descripción	Fuente
<i>Dependiente</i>		
Innovación	Número de patentes solicitadas por residentes en la entidad federativa	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), Informes anuales 2011, 2012, 2013, 2014, 2015
<i>Independientes</i>		
Variable	Descripción	Fuente
Matrícula de posgrado relacionada con el área de CyT	Número de alumnos inscritos en especialidad, maestría, doctorado en cada una de las 4 áreas clasificadas como afines a CyT: ingeniería y tecnología, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales y exactas por entidad federativa	ANUIES, Anuario Estadístico Población Escolar en la Educación Superior Posgrado ciclos escolares 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015
Matrícula de licenciaturas relacionadas con la ciencia y la tecnología	Número de alumnos inscritos en cada una de las licenciaturas universitaria o tecnológica y como técnico superior universitario en cada una de las 4 áreas clasificadas como afines a CyT: ingeniería y tecnología, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales y exactas por entidad federativa	ANUIES, Anuario Estadístico Población Escolar en la Educación Superior ciclos escolares 2010-2011, 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015
Investigadores pertenecientes al SNI	Miembros del SNI residentes en la entidad federativa.	App CTIndicadores, Síntesis estatal de CTI, consultado el 28 de agosto de 2017 Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación 2011, 2012, 2013 y 2014
Gasto estatal en CyT realizado por las empresas	Gasto en CyT realizado por las empresas en la entidad federativa en miles de pesos constantes	Gasto en CyT del sector privado INEGI-ESIDET Encuesta sobre investigación y desarrollo tecnológico 2010, 2011, 2012, 2013 y estimaciones propias.

Gasto estatal en CyT realizado por los gobiernos estatales	Gasto en CyT realizado por la autoridad estatal en miles de pesos constantes	Gasto en CyT de los gobiernos estatales CONACYT-FCCTAC, 2017 Cuenta Pública de Ciencia, Tecnología e Innovación. Propuesta programática de armonización contable para las entidades federativas. Agendas Estatales CONACYT, 2017 consultadas marzo 2018 y estimaciones propias.
Años de creación de la ley de CyT estatal,	Años desde que se emitió la Ley de C y T del estado hasta el año de estudio.	App CTIndicadores, Síntesis estatal de CTI, consultado el 28 de agosto de 2017

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la disponibilidad de información estadística para esta investigación, conviene mencionar las características que con respecto a la medición de la innovación a nivel estatal se presentan en México. La primera es la existencia de información estadística reducida, con fuentes y periodicidad diversas. Esto determina que el periodo de análisis cubra solo el lapso de 2010 a 2014.

Las fuentes de información consultadas fueron el IMPI para patentes en sus informes anuales. Fue posible obtener toda la información necesaria al existir una amplia base de datos a nivel estatal. El mismo caso presentó la disponibilidad de información referente a las matrículas de alumnos tanto de licenciatura como de posgrado, registradas tanto por la ANUIES como por la base de datos de la SEP en su INDISEP (Sistema de Indicadores Educativos).

En el caso de los investigadores miembros del SNI, CONACYT generó una App denominada CTIndicadores, en donde es posible obtener los datos de los investigadores por cada 10,000 habitantes en un lapso también amplio de más de 10 años y con cifras actualizadas a 2017. Lo más difícil de localizar fue el número de investigadores en términos absolutos del área de CyT presentados en los informes anuales de CONACYT, fue necesario obtener los informes impresos, debido a que en algunos años es inexistente el apartado de anexos disponible en la modalidad de acceso abierto.

El gasto realizado en I+D proveniente de las empresas localizadas en las entidades federativas presenta la siguiente limitante. La información confiable y explícita en cuanto a número de empresas y gasto realizado por ellas, solo se encuentra disponible en dos series de la Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) que es una

encuesta especial y, por lo tanto, no cuenta con una periodicidad definida y a la fecha en que se concluyó la tesis solo existía para el periodo 2010-2013, por lo que fue necesario realizar estimaciones para el año faltante. Hay que mencionar que en algunos informes, CONACYT proporciona información sobre este renglón. Sin embargo, se requieren ajustes por la diferencia en las metodologías de cálculo.

El gasto en I+D realizado por las entidades es la información que presenta más diferencias en su disponibilidad. Existen agendas de innovación estatales a nivel de agrupamientos regionales y por cada estado de la república elaborados por CONACYT del año 2017 con datos de diferentes periodos anteriores, que reflejan valores inferiores al 0.025 del PIB estatal. El Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCyT) realizó Diagnósticos Estatales de los años 2012 y 2014 cuyos datos más recientes son de 2012. En la página de CONACYT, existe información a nivel estatal sobre el gasto que el organismo realiza a nivel estatal, pero no cuenta con información sobre el gasto en I+D ya sea federal o estatal por entidad federativa.

El estudio de mayor amplitud y cercanía con datos sobre el gasto realizado a nivel estatal, se publicó a inicios de 2017 por el FCCyT denominado Cuenta Pública de Ciencia Tecnología e Innovación: Propuesta programática de armonización contable para las entidades federativas (2017). El estudio parte de la necesidad de atender la Ley de Disciplina Fiscal que compromete a las entidades de la república a la presentación homogénea de la información financiera referente a los recursos públicos que administran, bajo una estructura uniforme mediante la cual es posible identificar todo tipo de gasto y hacer comparaciones que en el pasado eran imposibles de realizar, dadas las diferentes formas de presentación que cada una tenía. Gracias a este esfuerzo fue posible identificar para esta investigación la información de las entidades, en términos generales, del esfuerzo local en apoyo a la innovación, aun cuando todavía sigue siendo una limitante la imposibilidad de lograr una identificación de todos los gastos que se efectúan a favor de la ciencia y la tecnología ni conocer las transferencias del gobierno federal para las entidades.

4.1.2. Población

México como república federal está compuesta por 32 entidades federativas. Estas entidades trabajan con base en un modelo republicano por lo que se consideran libres y soberanas y poseen un congreso y constitución propia. Dadas estas características, se tomaron en consideración para esta investigación la totalidad de ellas asumiéndolas como regiones de México (Ver anexo II).

4.1.3. Técnicas de análisis de resultados

En este trabajo fue considerado el uso de la econometría que permite la unión de tres aspectos: la estadística económica, la teoría económica y la aplicación de las matemáticas a la economía, siendo su objeto promover estudios que se dirijan a una unificación de la aproximación teórico-cuantitativa y empírico cuantitativa de los problemas económicos. (Greene, 1999).

Para la realización del análisis de datos se optó por el uso de datos de panel por la posibilidad que brinda de contar con valores de una o más variables de la misma unidad de corte transversal (en este caso de las regiones de México), estudiadas a lo largo del tiempo (en este caso un periodo de cinco años), lo que permite evaluar las pautas de comportamiento de las unidades en su conjunto en los distintos períodos (Pérez, 2011).

Baltagi (mencionado por Gujarati, 2010) señala entre las ventajas de estos modelos la presencia de heterogeneidad dada la existencia de variables específicas por sujeto; dada su transversalidad se obtiene una mayor cantidad de datos informativos, más variabilidad, menos colinealidad entre variables, más grados de libertad y una mayor eficiencia; permitiendo estudiar comportamientos más complejos.

En este tipo de aproximación econométrica se localizan varios tipos de modelos de datos de panel, los considerados más comunes son los denominados de efectos fijos y los denominados de efectos aleatorios, los de efectos fijos se deben usar cuando se considera que el efecto no observado no es aleatorio, y los de efectos aleatorios cuando el efecto observado se puede caracterizar como extraído al azar de una población dada, si el efecto no observado se distribuye independientemente de las variables x_i (Dougherty, 2016).

Existen también métodos que permiten ajustar estos modelos en vista de la posible existencia de perturbaciones que les afectan como es el caso de la heterocedasticidad y la autocorrelación, entre ellos se encuentra el de errores estándar corregidos para panel (PCSE, por sus siglas en inglés).

La existencia de perturbaciones como la heterocedasticidad que detecta la existencia de variabilidad en los errores estándar de cada unidad transversal o/y de autocorrelación que representa la existencia de violación a la independencia de los errores de diferentes unidades o dentro de cada unidad al estar correlacionados, impiden la obtención de estimadores lineales adecuados, por lo que es necesario corregirlos a fin de disponer de un modelo eficiente.

4.1.4. Planteamiento del modelo de panel de datos

El modelo general de datos de panel que se emplea en esta investigación es el conocido como de efectos fijos (FE, por sus siglas en inglés) que supone la existencia de heterogeneidad no observable entre cada una de las unidades de análisis, y que no cambian en el tiempo (se mantienen fijos). Esto es, un modelo de efectos fijos examina las diferencias grupales en las interceptaciones, asumiendo las mismas pendientes y la variación constante entre entidades o sujetos. Su representación matemática se presenta a continuación:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta X_{it} + u_{it}$$

Donde:

Y : es la variable dependiente, en este caso el número de patentes que cada año han sido solicitadas por residentes de la entidad.

i : es la unidad de estudio, en este caso cada entidad de la república, $i=1, \dots, 32$

t : es el periodo, en este caso el comprendido entre 2010 – 2014, $t=1, \dots, 5$

α_i : es un vector de interceptos, en este caso de los 32 parámetros

β : es un vector de K parámetros, en este caso corresponde a las 6 variables regresoras

X_{it} : es la i -ésima observación al momento t para las variables explicativas, en este caso cada observación en cada una de las 32 entidades federativas en cada uno de los cinco años para cada una de las seis variables regresoras.

u_{it} : es el término de error que representa los efectos no observables diferentes de las unidades de estudio, pero no el tiempo, así como el término de error puramente aleatorio.

Para el caso de analizar la relación existente entre los indicadores de innovación y el comportamiento de la competitividad regional, el modelo propuesto es el siguiente generalmente asociado al nombre de función de producción de conocimiento:

$$Paten_{it} = \alpha_0 + \beta_1 matrposgr_{it} + \beta_2 matriclic_{it} + \beta_3 gtocytppriv_{it} + \beta_4 gtocytpub_{it} + \beta_5 sisinvest_{it} + \beta_6 leyant_{it} + u_{it}$$

Donde:

paten: número de patentes solicitadas por los inventores residentes en la entidad federativa

matrposgr: número de alumnos inscritos en especialidad, maestría, doctorado en una de las cuatro áreas clasificadas como afines a CyT: ingeniería y tecnología, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales y exactas por entidad federativa

matriclic: número de alumnos inscritos en una licenciatura universitaria o tecnológica y como técnico superior universitario en una de las cuatro áreas clasificadas como afines a CyT ingeniería y tecnología, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales y exactas por entidad federativa

gtocytpriv: gasto en CyT realizado por las empresas localizadas en la entidad federativa

gtocytpub: gasto en CyT realizado por el gobierno de la entidad federativa

sisinvest: número de miembros del SNI residentes en la entidad

leyant: número de años desde que se emitió la Ley de CyT del estado hasta el año de estudio

u_{it}: es el término de error que representa los efectos no observables diferentes de las unidades de estudio, pero no el tiempo

4.2. Resultados

A continuación, se presentan los resultados que presenta la regresión lineal entre las patentes y los valores de cada una de las seis variables independientes en el período 2010-2014, a fin de identificar la existencia de relaciones lineales entre ellas que permitan comprobar la influencia de los indicadores correspondientes a la investigación y el desarrollo tecnológico, el conocimiento y el aprendizaje y el ambiente favorable sobre la generación de innovación.

De inicio, es posible identificar las características generales del caso obtenidas mediante el software STATA ver 12.0 que fue empleado en la elaboración del modelo de datos de panel.

Tabla 4. Definición del modelo de datos de panel

panel variable:	id (strongly balanced)
time variable:	periodo, 2010 to 2014
delta:	1 unit

Fuente: Elaboración propia usando Stata 12

Como se observa, en la tabla 4 se demuestra que es un panel de datos fuertemente balanceado, lo que significa que se cuenta con información para todos los años para cada una de las entidades federativas de la república

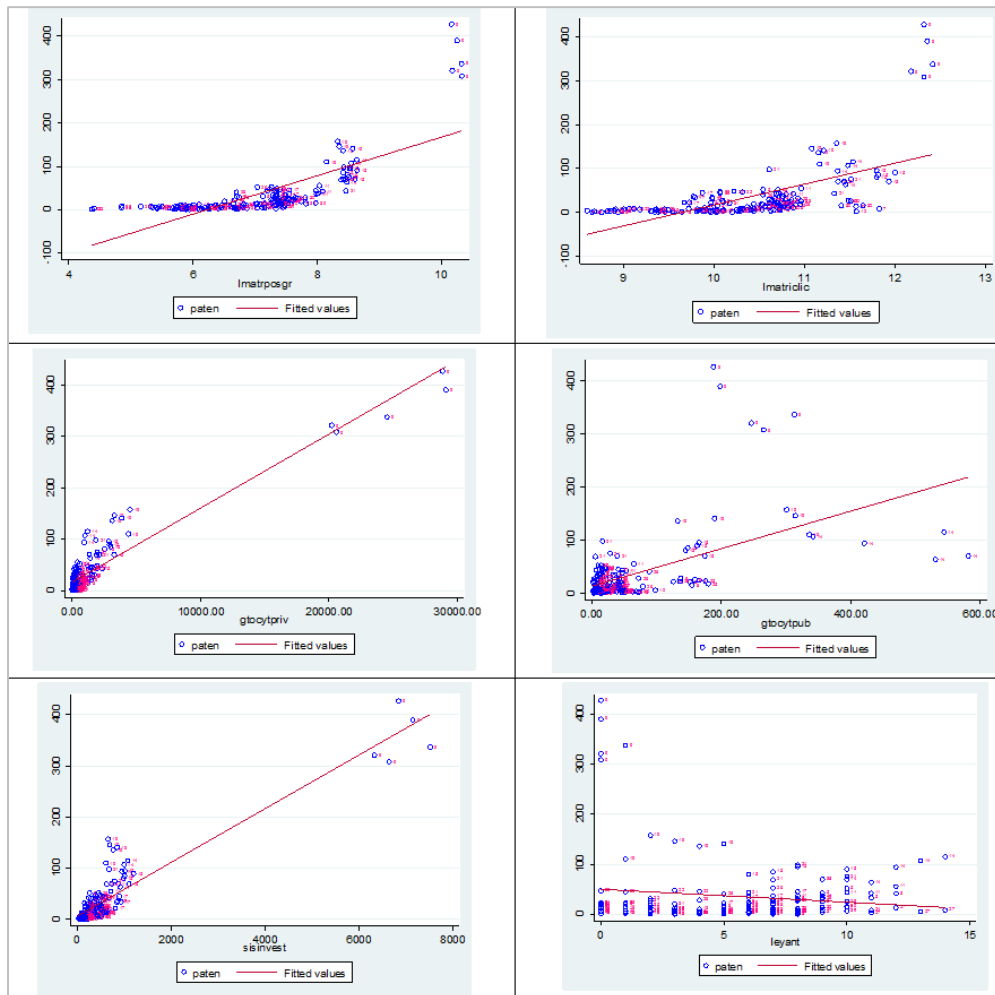


Figura 17. Representación gráfica de la relación de los impulsores de la innovación con respecto a la variable patentes

Fuente: Elaboración propia en el software STATA 12

En la propuesta del modelo de generación de conocimiento de Griliches, teóricamente se establece una relación directa y positiva entre la creación de patentes -como variable proxy de la innovación- y el capital humano y el avance tecnológico. En la figura 17 se pueden comprobar estas relaciones positivas de cinco variables propuestas para su medición: matrícula estatal de posgrado en el área de CyT, matrícula estatal de licenciatura en el área de CyT, gasto en CyT estatal privado, gasto en CyT estatal público e integrantes del SNI que residen en la entidad con mayor énfasis en los casos del gasto privado estatal en CyT y los investigadores miembros del SNI que radican en la entidad.

A fin de integrar el efecto relativo al ambiente favorable a la innovación, a este modelo se incorporó la variable años de emisión de la ley estatal de CyT. En este caso se presenta una relación negativa, atribuible al hecho que algunas entidades han dado inicio a su ley de CyT en años recientes. Se toma en cuenta que la relación de la variable con respecto a las patentes es reducida, en tanto que sí es importante su existencia en las entidades por el involucramiento que en ella tienen los actores relevantes del proceso de innovación, a saber: empresarios, académicos, gobiernos y grupos interesados, lo que favorece un entorno adecuado para la innovación.

4.2.1. Modelo de datos de panel, efectos fijos

Para este caso, al tratarse de las entidades federativas con muy diferentes niveles de desarrollo y con perfiles sociales y culturales diversos, es posible suponer la existencia de heterogeneidad no observable no derivada de las variables del modelo (Dougherty, 2016), entre cada una de las entidades federativas. En tanto que dadas las características de incertidumbre y lapsos amplios en la generación de la innovación, se supone que los efectos inobservables no cambian en el tiempo, lo que da la pauta para suponer que los efectos fijos será el modelo que mejor se adapte a este fenómeno.

Resalta el hecho que de las seis variables explicativas, cuatro presentan signo negativo lo que requiere de un análisis más profundo al implicar probablemente que el valor de las variables es pequeño para el impulso que requiere la innovación y que cuatro de ellas presentan significancia. Destacan tres por su mejor valoración, al menos dos de ellas la matrícula de licenciatura y el gasto público estatal en ciencia y tecnología presentan una significancia elevada, tomando en cuenta su *p value*. Con el fin de identificar si este modelo es el más adecuado para el análisis del problema de esta tesis, se define también el modelo de efectos aleatorios.

4.2.2. Modelo datos de panel, efectos aleatorios

En el caso del modelo de efectos aleatorios, (RE, efectos aleatorios por sus siglas en inglés) el supuesto es que los efectos individuales (de las entidades) no están correlacionados con las variables explicativas (Dougherty, 2016), no son constantes sino aleatorias, supuesto que se considera poco probable al considerar variables que presentan una influencia importante desde la perspectiva federal, aunada a la reducida capacidad financiera de la mayoría de las entidades federativas que reduce la capacidad de acciones aleatorias desde la propia entidad de la república.

El resultado de este modelo elimina los signos negativos de tres de las variables, permaneciendo solo el de la matrícula en ciencia y tecnología de licenciatura. Sin embargo, presenta no significancia en tres de las variables, de ellas mantiene una de efectos fijos y adiciona dos más, investigadores del SNI y gasto público estatal en ciencia y tecnología, en tanto que el efecto positivo de la ley de ciencia y tecnología estatal se ve severamente disminuido con respecto a su *p value* del modelo anterior.

4.2.3. Prueba de Hausman

Dados los resultados de los modelos de EF y EA es necesario hacer uso de la prueba de Hausman, que al comparar los regresores tanto los obtenidos por medio del estimador de efectos fijos como por el de efectos aleatorios, es posible identificar las diferencias entre ellos y evaluar si son o no significativas. La hipótesis nula comprueba la existencia de no correlación entre los errores y las variables explicativas (Montero, 2011).

Si la $\text{Prob}>\chi^2$ es mayor a 0.05 se rechaza H_0 , al no haber correlación entre los efectos individuales y las variables explicativas, lo que indica que el estimador aleatorio debe ser utilizado. En cambio, si $\text{Prob}>\chi^2$ es menor a 0.05, se opta por el estimador de efectos fijos.

Como puede observarse en la tabla 5 el resultado de la comparación resulta inferior a 0.05, por lo tanto, el modelo que mejor explica el modelo de esta función de producción de conocimiento es efectos fijos.

Tabla 5. Prueba de Hausman

```
. hausman fixed random
```

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fixed	(B) random		
lmatrposgr	-4.650883	10.71833	-15.36922	2.575222
lmatriclic	-9.633238	-1.349509	-8.283729	2.070242
gtocytppriv	.0106779	.0109005	-.0002226	.
gtocytpub	-.0628375	.0128437	-.0756812	.0116447
sisinvest	-.017285	.0062213	-.0235062	.008926
leyant	3.592225	.961312	2.630913	.5113162

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(6) = (b-B)' [(V_b-V_B)^(-1)] (b-B)
 = 368.55
 Prob>chi2 = 0.0000

Fuente: Elaboración propia usando Stata 12

Los estimadores del modelo pueden verse afectados por la ausencia de independencia entre sí de los errores.

El problema que genera esta perturbación implica que los errores de varias unidades están correlacionados o que los existentes dentro de cada unidad se han correlacionado en forma temporal, aún puede darse el caso de la existencia simultánea de los dos (Mahía, 2018).

Para identificar esta perturbación se presenta la prueba de Wooldridge, la hipótesis nula es que no existe autocorrelación, como se puede observar en este caso no existe autocorrelación. Ver tabla 6.

Tabla 6. Prueba de autocorrelación

```
Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first order autocorrelation
F( 1, 31) = 1.964
Prob > F = 0.1710
```

Fuente: Elaboración propia usando Stata 12

4.2.4. Determinación de existencia de heterocedasticidad

Si en las observaciones de los términos de error del modelo se encuentra que la varianza no es constante, se rompe uno de los supuestos básicos del modelo de regresión lineal, a esta perturbación se le denomina heterocedasticidad (Gujarati & Porter, 2010).

La heterocedasticidad se asocia a la capacidad de corrección que a lo largo del tiempo es posible que desarrollen las unidades de análisis, que ante aumentos en el ingreso se tomen decisiones independientes, así como la existencia de datos atípicos, o bien derivado de la omisión de variables importantes, lo que implica que las varianzas de las unidades con estos comportamientos sean variables y que, por lo tanto, las inferencias obtenidas sean erróneas (Gujarati & Porter, 2010).

Para valorar la existencia o no de heterocedasticidad se aplica en este caso la prueba modificada de Wald, que plantea como hipótesis nula la no existencia de heterocedasticidad. En este caso el modelo que se ha propuesto sí presenta heterocedasticidad (Ver tabla 7).

Tabla No. 7 Prueba modificada de heterocedasticidad de Wald

```
Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i

chi2 (32)    =    9096.55
Prob>chi2   =    0.0000
```

Fuente: Elaboración propia usando Stata 12

4.2.5. Corrección de heterocedasticidad

Para la corrección de la heterocedasticidad presentada por el modelo se aplicó el método de errores estándar corregidos para panel (Panel Corrected Standard Errors, PCSE), propuesto por Beck (2001) que presentan mayor precisión en la estimación de los errores estándar que los provenientes de la aplicación de mínimos cuadrados generalizados factibles.

En la tabla 8 se presenta el modelo corregido de efectos fijos que demuestra la inexistencia de heterocedasticidad y autocorrelación. Las modificaciones en los resultados arrojados por

este modelo frente a los obtenidos con el modelo de efectos fijos inicial presentan que solo dos variables presentan signos negativos, en contraste con las cuatro del primer modelo, en tanto que de las cuatro originalmente significativas quedan tres pero con mayor significancia.

4.3. Evaluación del modelo

El modelo de panel de datos propuesto tiene como sustento una base teórica definida por la teoría endógena del crecimiento y en particular por la propuesta de la función de producción de conocimiento, lo que permite interpretar los efectos económicos derivados de la innovación. Sin embargo, el modelo requiere de una validación estadística que permita verificar la fortaleza de sus estimadores y derive en una interpretación verosímil de los resultados. Es a partir de la integración de estas dos vertientes que se puede contar con un instrumento que arroje resultados pertinentes para la observación del comportamiento de la innovación en las 32 entidades federativas de México.

4.3.1. Análisis del significado económico

Se integra en el modelo la propuesta general de la teoría endógena del crecimiento que se sustenta en factores que en la teoría clásica se consideraban exógenos al modelo, entre otras razones por considerar que no siendo variables económicas no se derivan de la dinámica del mercado y su impulso proviene de elementos exógenos al modelo. El nivel tecnológico fue considerado exógeno al proponer que surge del avance científico y que por lo tanto no existen elementos económicos para su impulso. En el presente estudio se observa que para el caso de las 32 entidades federativas de México, tanto el gasto público estatal como el privado en ciencia y tecnología son dos de las variables más significativas del modelo, con una relación directa hacia la creación de patentes lo que comprueba su endogeneidad en el modelo de producción de conocimiento.

En el mismo sentido, el desarrollo tecnológico como creación del conocimiento humano forma parte fundamental de la teoría endógena representado por el capital humano de alta especialidad, en este caso la variable seleccionada matrícula de posgrado compuesta por estudiantes en las áreas de ciencia y tecnología referentes a ingeniería y tecnología, ciencias de la salud, ciencias agropecuarias, ciencias naturales y exactas por entidad federativa presenta una relación directa con la creación de patentes y alta significancia, por tanto un impacto importante en la producción de patentes de cada entidad, lo que es congruente con la propuesta de la teoría endógena, en la cual la presencia de capital humano con elevadas calificaciones y también alta especialización impulsa la innovación.

Sin embargo, no es posible comprobar que la matrícula de licenciatura en las áreas de ciencia y tecnología, para el caso de las entidades federativas de México, sea una variable que determina el impulso a la innovación medida como la creación de patentes. Derivado de la presencia de dos condiciones, la existencia de relación inversa entre esta variable y la creación de patentes identificada por el signo negativo del intercepto de la regresión y por carencia de significancia *del p value*.

En el caso de la introducción de las condiciones favorables del ambiente que favorecen a los actores que estimulan la innovación y de su importancia creciente, adquirida en los años recientes, la incorporación de la variable años de existencia de la Ley de Ciencia y Tecnología Estatal en el modelo no permite verificar el impulso a la innovación, por la falta de significación.

4.3.2. Análisis del significado estadístico

El modelo propuesto presenta en términos generales un buen ajuste que permite identificar elementos importantes para el conocimiento de los impulsores de la innovación en las regiones de México.

Se comprobó que el modelo corregido mediante el método PCSE no presenta heterocedasticidad ni autocorrelación, lo que permite asegurar que cumple con condiciones suficientes para proporcionar información confiable.

Cuenta con una buena bondad de ajuste expresada en la R^2 con valor de 94.9% en la estimación de la variable dependiente a partir de los estimadores seleccionados, lo que asegura un ajuste adecuado de la regresión muestral con los datos existentes.

Con la prueba de Hausman se identificó si los errores aleatorios se encontraban correlacionados con los regresores, la hipótesis nula es que no existe correlación. El resultado de la prueba fue de 0.0000 que al ser menor de 0.05 el modelo que ajusta de mejor forma es el de efectos fijos y por lo tanto fue empleado en el análisis.

Sin embargo, con el fin de asegurar la existencia de datos confiables se realizó inicialmente la determinación de la existencia de autocorrelación, lo que de existir rompería la independencia de los errores entre sí. Por lo que se efectuó la prueba de Wooldrige, la hipótesis nula es que no existe autocorrelación, el resultado fue de 0.1710, por lo que se rechaza concluyendo que el modelo no presenta autocorrelación.

Otro problema que se puede presentar es la existencia de heterocedasticidad lo que haría que la varianza de los errores de cada unidad (entidad) no fuera constante, con ello se violaría uno de los supuestos Gauss-Markov necesario para contar con un estimador lineal eficiente. Se comprobó la existencia de heterocedasticidad mediante la prueba modificada de heterocedasticidad de Wald al tener un valor de 0.0000 y una hipótesis nula que especifica la existencia de homocedasticidad.

4.3.3. Calidad del ajuste

El modelo se corrigió mediante la prueba de errores estándar corregidos para panel (PCSE por sus siglas en inglés) que presenta un mejor ajuste que el panel original de efectos fijos y del de efectos aleatorios, al construir un modelo homocedástico y sin problemas de autocorrelación.

Como puede observarse en la tabla 11, el modelo con el que se obtiene el mejor resultado es este último, en función a la presencia del mejor cociente de determinación lo que permite predecir de mejor forma la correlación existente entre la variable independiente patentes y las variables regresoras que conforman el modelo, matrícula de posgrado, matrícula de licenciatura ambas del área del ciencia y tecnología, el gasto público estatal en ciencia y tecnología, el gasto privado estatal en ciencia y tecnología, el número de miembros radicados en la entidad del SNI del área de ciencia y tecnología y los años de creación de la ley de ciencia y tecnología estatal.

Puede observarse también que las pruebas de hipótesis F y χ^2 en los modelos reflejan que las variables regresoras son adecuadas al modelo.

En el caso de la prueba t la significancia de los parámetros del modelo solo es válida para tres de ellas, que permiten al menos validar en forma aceptable el papel de la tecnología como impulsor de la innovación, solo parcialmente al conocimiento y al aprendizaje y no lo hace para el entorno favorable a la innovación.

Tabla 8. Estimaciones de datos de panel efectos fijos, efectos aleatorios y de errores estándar corregidos

Variable dependiente: patent	EF	EA	PCSE
<i>Imatposgr</i>	-4.6508	10.71833	14.57478
	0.248	0.000	0.000
<i>Imatriclic</i>	-9.6332	-1.349509	-3.325729
	0.017	0.691	0.061
<i>gtocytpriv</i>	0.0106	0.0109005	0.0131998
	0.000	0.000	0.000
<i>gtocytpub</i>	-0.0628	0.0128437	0.0915281
	0.0090	0.531	0.000
<i>sisinvest</i>	-0.0172	0.0062213	-0.0061415
	0.0960	0.0051401	0.420
<i>leyant</i>	3.5922	0.961312	0.0925653
	0.000	0.063	0.793
<i>constante</i>	148.3620	-49.9948	-52.98332
	0.0030	0.101	0.000
<i>R²</i>	0.5476	0.4164	0.9498
<i>Número de regiones</i>	32	32	32
<i>Número de observaciones</i>	160	160	160

Fuente: Elaboración propia empleando Stata 12

4.3.4. Análisis global del modelo

De lo anterior se puede concluir que, dados los resultados del modelo de la función de producción de conocimiento para las regiones de México, no es posible encontrar evidencia que lo valide en su totalidad.

De la hipótesis general planteada: La innovación regional medida por el número de patentes registradas por habitantes de la entidad se encuentra positivamente influenciada por el desempeño de seis variables seleccionadas que representan tres características fundamentales de la innovación: mejoras en el nivel tecnológico, el conocimiento y aprendizaje y las condiciones que favorecen a la innovación, existe evidencia en la primera

de las características, en la segunda solo en forma parcial y de la tercera no existe evidencia.

En el caso del conocimiento y el aprendizaje H1: Los alumnos inscritos en el nivel de posgrado en las áreas de CyT en la región tienen una influencia positiva sobre la innovación regional, arroja evidencia de significancia dado que $\beta_1 matrposgr$ $P > z = 0.0000$, entonces $p < 0.05$ es considerada significativa. Así como en términos teóricos al presentar una relación directa entre variables.

En tanto que H2: Los alumnos inscritos en el nivel de licenciatura y técnico superior en las áreas de CyT en la región tienen una influencia positiva sobre la innovación regional, no arroja evidencia de significancia dado que $\beta_2 matriclic_{it}$ $P > z = 0.0610$, luego $p > 0.05$ no es considerada significativa. En términos teóricos tampoco es posible validarla por presentar un signo negativo que establece una relación inversa entre variables.

En H3: Los investigadores pertenecientes al SNI localizados en la entidad tienen una influencia positiva sobre la innovación regional, no arroja evidencia de significancia dado que $\beta_5 sisinvest_{it}$ $P > z = 0.04200$, luego $p > 0.05$ no es considerada significativa. En términos teóricos tampoco es posible validarla por presentar un signo negativo que establece una relación inversa entre variables.

En el caso de mejoras en el nivel tecnológico los dos estimadores de las variables seleccionadas presentan resultados positivos. H4: El gasto privado estatal en I+D tienen una influencia positiva sobre la innovación regional arroja evidencia de significancia dado que $\beta_3 gtocytpriv_{it}$ $P > z = 0.0000$, entonces $p < 0.05$ es considerada significativa. Así como en términos teóricos al presentar una relación directa entre variables.

Asimismo, H5: El gasto público estatal en I+D tienen una influencia positiva sobre la innovación regional, arroja evidencia de significancia dado que $\beta_4 gtocytpub_{it}$ $P > z = 0.0000$, luego $p < 0.05$ es considerada significativa. Así como en términos teóricos al presentar una relación directa entre variables.

En el caso de la variable: condiciones que favorecen la innovación, H6: La creación de la Ley de Ciencia y Tecnología Estatal tiene una influencia positiva sobre la innovación regional, no arroja evidencia de significancia dado que $\beta_6 leyant_{it}$ $P > z = 0.7930$, entonces $p > 0.05$ no es considerada significativa. En términos teóricos tampoco es posible validarla por presentar un signo negativo que establece una relación inversa entre variables.

Por lo que es posible afirmar que existe evidencia en que la matrícula de posgrado en las áreas de CyT, el gasto público y el gasto privado estatales en CyT tienen un impacto positivo y significativo en la creación de patentes en las regiones de México.

Por el contrario, la matrícula de licenciatura en las áreas de CyT, los investigadores del SNI radicados en las regiones de México pertenecientes al área de CyT y el número de años en que han estado vigentes las Leyes de CyT estatales no es posible afirmar que existe evidencia de impacto en la generación de patentes.

El objetivo de esta investigación fue analizar el impacto en la creación de patentes en las entidades federativas de México derivado del nivel tecnológico, el conocimiento y aprendizaje y las condiciones que favorecen a la innovación. Para lo que se construyó un modelo econométrico de datos de panel integrado con información proveniente de fuentes oficiales.

Con base en los trabajos seminales de las teorías del desarrollo económico (Rostow citado por Ramirez, 2016 y Myrdal, 1959) que postulaban crecimientos diferenciados en las economías nacionales derivadas de sus propias condiciones internas, en donde se incluía a la innovación tecnológica como uno de los elementos diferenciadores; así como de su persistencia, que se asociaba con las condiciones iniciales de atraso o progreso que son a la vez causa y efecto. Los trabajos empíricos de Pérez Hernández, Lara Gómez, & Gómez Hernández, (2015); Valdez-Lafarga y León-Balderrama (2015); Rodríguez-Pose y Villareal Peralta, (2015); Sanchez Tovar, García Fernández, & Mendoza Flores, (2015) y Borrayo y Quintana (2018) comprueban que estos fenómenos persisten en las regiones de México con la existencia de desigualdades observadas en los fenómenos puramente económicos y los asociados a la innovación.

En este trabajo de acuerdo con los resultados obtenidos de aplicar al problema de la medición cuantitativa de la innovación, la función de producción de conocimiento desarrollada por Griliches (1998) y Schmookler (1962), es posible aportar al conocimiento del comportamiento de la innovación regional en México la medición del impacto que sobre la producción de patentes tienen algunos impulsores de la innovación.

Del modelo planteado es posible inferir que, para el caso de las regiones de México, los impulsores de innovación que tienen mayor relevancia son el gasto en ciencia y tecnología realizados por el gobierno estatal y en segundo lugar el gasto en ciencia y tecnología realizado por las empresas del sector privado localizadas en las entidades federativas,

dados los resultados de significancia en sus regresores. Esto es consistente con las propuestas teóricas que establecen en forma prioritaria al avance tecnológico como impulsor de la innovación (Schumpeter, 1943; Solow, 1957; Arrow, 1962; Freeman y Soete 1974; Dosi, 1988; Howitt y Mayer-Foulkes, 2005), que permiten afirmar lo establecido por la teoría del crecimiento endógeno en lo relativo a la existencia de variables como Las mencionadas que tienen un impacto en los procesos de crecimiento, debido a que su desarrollo se encuentra vinculado a las decisiones económicas del sector empresarial y el propósito de destinar recursos públicos para cumplir con los planes de crecimiento de las economías regionales.

Los valores de los estimadores en las regiones de México, arrojan un incremento en el gasto estatal público de \$91,500 pesos que permitirá la creación de una patente, en tanto el sector privado es más eficiente ya que obtiene el mismo resultado con un gasto de \$13,200 pesos. Estos resultado fortalecen las propuestas que hacen énfasis en el papel central de las empresas y empresarios innovadores (Schumpeter, 1943; Arrow, 1962 y Dosi;1988) y en el efecto que las diferencias en el monto de la inversión en I+D que realizan las naciones tiene en un mayor crecimiento (Howit & Mayer-Foulkes, 2005).

Del segundo grupo de impulsores de la innovación constituido por la disponibilidad de capital humano de alta especialización, los resultados se encuentran polarizados. La matrícula de posgrado presenta una elevada significación que permite inferir que es un elemento fundamental para el impulso de la innovación (Arrow, 1962; Pavitt, 1984; Freeman C., 1994; Romer, 1994 y Nelson & Winter, 1982). Por otro lado la matrícula de licenciatura y los investigadores miembros del SNI ambos de las áreas de ciencia y tecnología, no tienen significancia y presentan una relación inversa con la variable dependiente, patentes. En el caso de estos hallazgos son compatibles con lo señalado en los estudios empíricos de Buesa, Baumert, Heijs y Martínez (2002) en donde no se encuentra evidencia de impulso derivado de la calidad de los recursos humanos, en tanto en el estudio de Charlot, Crescenzi y Musolesi (2014) se hacen evidentes efectos adversos en las regiones atrasadas de las inversiones en capital humano si no se alcanza un 20% de la población con educación terciaria.

Derivado de lo anterior mientras un incremento de 14.57% en la matrícula de posgrado puede generar una patente, en las otras dos variables (licenciatura y SNI) el resultado no permite inferir efecto alguno ni teórico ni estadístico ya que presentan una relación con la variable independiente negativa y la inexistencia de significancia parece arrojar elementos

poco atractivos en su papel de impulsores de la innovación. Entre otros elementos adicionales, se puede reflexionar sobre el destino laboral de los estudiantes, la falta de vinculación entre los investigadores, que mayoritariamente laboran en las universidades y el sector productivo, así como sobre los productos generados con su actividad de investigación.

Al tratar de observar la importancia del entorno favorable sobre la innovación no fue posible identificarla a partir de la medición de los años de existencia de la Ley de Ciencia y Tecnología Estatal, lo que podría atribuirse a lo señalado por el FCCyT (2017) relativo al poco interés y en ocasiones ausencia de voluntad política de algunas entidades por el impulso a la ciencia la tecnología y la innovación, que se reflejaría en que no importa la existencia de la ley sino en otros elementos que pudieran favorecer un ambiente de apoyo a los procesos de innovación realizados por los participantes de los diversos sectores locales.

Es posible concluir que si bien el modelo en su totalidad no presenta evidencia empírica que permita la comprobación de las seis hipótesis de trabajo, sí presenta resultados importantes en cuanto a lograr la estimación del impacto positivo y directo sobre la innovación, estimada mediante la función de producción de conocimiento, que reportan H_1 , H_4 y H_5 que permiten su aceptación. No es posible comprobar y por tanto se rechazan H_2 , H_3 y H_6 al no presentar significancia ni relación directa y positiva con relación a patentes.

CONCLUSIONES

Un campo de interés creciente en el mundo es el estudio de la innovación y de los factores que en mayor medida determinan la creación de nuevos productos, nuevos procesos y nuevas formas de comercialización. Son las regiones las que proporcionan condiciones favorables para la concentración de actividades que alientan la innovación de las empresas, que al enlazarse en cadenas productivas locales permiten el intercambio del conocimiento y los avances tecnológicos y cuya cercanía facilita el desarrollo de colaboraciones y cooperaciones en materia de avance tecnológico. En el caso de las entidades federativas de México si bien las empresas son las generadoras de estas innovaciones se requiere de un entorno favorable para su desarrollo innovador sin el cual los esfuerzos individuales se diluyen.

En este contexto, la teoría del crecimiento endógeno proporciona intuitiva y formalmente elementos que permiten identificar los impulsores de la innovación y apreciar la importancia de esta en el crecimiento económico. Mediante las propuestas iniciales de Schumpeter (1943) y Solow (1957) que dan al progreso técnico un papel central en el crecimiento, se abre el camino para incorporar el conocimiento tácito y explícito en los modelos de crecimiento, en tanto que la era de la globalización crea el gran mercado mundial y a la vez impulsa la localización como fuente de creación de relaciones que favorecen la innovación, indispensable en la competencia mundial. Dentro de este marco se han considerado tres elementos importantes en la explicación de la construcción de la innovación, el avance tecnológico, el conocimiento y las condiciones que en algunos lugares propician la innovación. De ellos surge la propuesta de identificar como variables explicativas de la innovación al gasto público y privado en I+D, como variables que dan cuenta del avance tecnológico, los estudiantes de licenciatura y posgrado de las áreas de ciencia y tecnología y los investigadores que lo hacen en el tema de conocimiento y la creación de las leyes estatales de ciencia y tecnología como reflejo de un interés socialmente compartido a favor de la innovación.

Medir la innovación es un proceso complicado por ser un fenómeno multifactorial en su concepción y los muy variados enfoques disciplinarios que le han dado sustento. En esta investigación se adoptó la propuesta de función de producción del conocimiento desarrollada por Griliches y Schmookler quienes atribuyen a la creación de patentes el valor de una variable proxi que permite identificar el avance tecnológico y de conocimiento, incluyéndola como la variable dependiente que representa a la innovación.

En la literatura académica y empírica se reconoce la existencia de diferencias en los niveles de desempeño económico de países y regiones, atribuidos generalmente a la existencia de factores que promueven o impiden el avance homogéneo. Domina un método de análisis factorial que promueve la identificación de elementos que han resultado exitosos en los países que logran un estado avanzado de su economía basado en la innovación. Lo que proporciona un grupo de factores que habrían de impulsarse para alcanzar mejores condiciones de competitividad y crecimiento, tanto en las naciones como en las regiones. Si bien estos métodos pueden ayudar a diagnosticar las situaciones diversas de las regiones, no presentan capacidades para identificar las causas y los efectos que estos factores despliegan en su operación.

La presente investigación se propuso identificar el impacto que la aplicación de algunos de estos componentes tiene sobre la innovación, por lo que al pretender identificar un elemento causa-efecto el método necesariamente incluyó el uso de un modelo econométrico con la propiedad de conjuntar la teoría económica, la estadística de las variables seleccionadas y las matemáticas necesarias para su cálculo. En particular, el modelo de datos de panel presenta las condiciones adecuadas para lograr este fin, al permitir en un solo instrumento el análisis de series de tiempo con secciones transversales, lo que ha permitido identificar el comportamiento conjunto de las 32 entidades de las variables dependiente patentes y sus determinantes gasto público y privado en I+D, estudiantes de licenciatura y posgrado de las áreas de ciencia y tecnología, investigadores y las leyes estatales de ciencia y tecnología. Incluyendo la significancia que cada una de ellas tiene sobre la innovación.

Por el resultado obtenido se concluye que el modelo que mejor refleja el impacto de las variables explicativas seleccionadas sobre la innovación, medida como función de producción de conocimiento, es el modelo de datos de panel de efectos fijos, ajustado por el método de errores estándar corregidos para panel que permitió incluir heterogeneidad no observable (diferente de las variables incluidas) y que dadas las características de incertidumbre y lapsos amplios para lograr la generación de innovación, supone que esta heterogeneidad es posible que no cambie en el tiempo, en particular en la serie de cinco años. La corrección permitió la construcción de un modelo homocedástico sin autocorrelación que lo hace más robusto.

Las variables que registraron mayor significancia son en orden de importancia, el gasto privado en CyT, el gasto público estatal en CyT y la matrícula de posgrado del área de CyT, que dieron por resultado lograr valorar su impacto sobre la creación de patentes, en el caso

del gasto público estatal en ciencia y tecnología son necesarios \$91,500 pesos para crear una patente, mientras los empresarios gastan \$13,199 pesos para generar una patente en tanto se requiere un incremento de 14.57% en la matrícula de posgrado de las áreas de ciencia y tecnología para lograr una patente. Sin duda, lo anterior refuerza las acciones favorables al impulso del avance tecnológico como un pilar de la innovación.

La presencia de un signo negativo que implica una relación inversa resulta inconsistente con las propuestas teóricas y los estudios empíricos relativos a la matrícula de licenciatura (conocida a nivel mundial como de 3er nivel), y a la intervención de los miembros del SNI de las áreas de CyT. En este estudio es probablemente el elemento más desconcertante en cuanto al papel que parece jugar en el impulso de la innovación en el caso de México. A pesar de ello existen estudios empíricos que también encuentran sin significación estos componentes cuando se carece de una relación empresa-universidad que aporte resultados positivos para el desarrollo de las regiones.

Por otro lado es conveniente realizar un análisis detallado sobre la política de gasto educativo a nivel licenciatura, ya que siendo una de las prioridades nacionales es importante identificar su efecto no solo en avances de cobertura sino en la pertinencia con respecto a este tema que involucra innovación, crecimiento y competitividad. Tomando en cuenta que, si bien el modelo propuesto tiene limitantes asociadas a la falta de variables importantes y a la existencia de información que no presenta las mejores condiciones de confiabilidad y oportunidad, la presencia de relaciones inversas entre nivel de matrícula de licenciatura y patentes es preocupante.

De la misma forma, existe a nivel empírico evidencia sobre la incapacidad que las empresas con poca madurez tecnológica tienen para absorber los conocimientos que pueden otorgar las universidades, razón a la que es posible adjudicar la no relevancia de la matrícula de licenciatura de las áreas de ciencia y tecnología, por lo que es necesario impulsar acciones que permitan un mayor acercamiento de los centros de investigación y las universidades hacia los grupos de pequeñas y medianas empresas.

En el caso de los investigadores miembros del SNI del área de CyT, la obtención de un coeficiente negativo y poco significativo en relación con la generación de patentes requiere contar con información disponible en los medios de difusión con que cuenta CONACYT a nivel estatal a fin de identificar trayectorias y evaluar los impactos de pertinencia en función

de las vocaciones productivas estatales y de los requerimientos futuros que la sociedad del conocimiento demanda en estos niveles.

Por último, se aprecia que, la existencia de leyes que apoyan la intervención de los actores relevantes en el proceso de innovación regional es importante en el establecimiento inicial de condiciones regionales favorables, pero no son suficientes para, por sí solas, mantener un proceso real de conformación de una sociedad interesada en construir un ambiente de progreso innovador.

Con base en los resultados obtenidos en esta tesis se propone un estudio regional de la información existente del seguimiento de egresados de las licenciaturas del área de aquellas entidades federativas que cuentan con el menor desarrollo económico a fin de verificar la existencia de corrientes de migración hacia regiones con mejores posibilidades de desarrollo para los ingenieros, biotecnólogos, médicos, y otros que conforman este grupo del área de CyT, en particular hacia las entidades que son limítrofes, a fin de validar las ideas referentes a la teoría de la causación circular posiblemente aplicada a este resultado.

En cuanto a los investigadores miembros del SNI sería conveniente identificar sus líneas de investigación, existencia de vinculación con el sector privado y social, nivel con que cuentan en el SNI, a fin de tener una visión más clara del tipo de relación existente con respecto a los impulsores de la innovación. Descartando la idea que en la actualidad existe más producción de documentos académicos que de una real aportación al desarrollo científico y tecnológico de México.

Avanzar en los estudios de política de ciencia, tecnología e innovación a fin de clarificar el método que se ha utilizado para establecer las líneas de política que apoyan a este sector, frente a la existencia de información cuantitativa con retrasos de más de un quinquenio y en ocasiones con nula información sobre la actuación de actores importantes en el impulso de la innovación, como los gobiernos estatales, las cámaras industriales, las instituciones de educación superior, los centros de investigación así como la localización de asociaciones de investigadores del área de CyT.

Las limitaciones que presenta el estudio se encuentran relacionadas principalmente por las deficiencias existentes en la obtención de estadísticas periódicas de los temas de innovación, que requieren de una comprensión abierta y una voluntad política decidida, en los niveles en que el gasto público o privado se compromete con el combate a la

desigualdad y el logro de un crecimiento sostenido, cada vez más decididamente soportados por la innovación.

Finalmente, es importante mencionar que en el modelo de datos de panel existe la condición de lograr resultados adecuados a partir de contar con información robusta, y asegurando no omitir alguna variable importante, en ambas condiciones la situación actual en México no es la mejor dado que se carece de bases de datos robustas como las existentes en las regiones de Europa, para poder correr modelos más complejos.

REFERENCIAS

- ANUIES. (20 de agosto de 2017). *Anuarios Estadísticos de Educación Superior Ciclo escolar 2014-2015*. Obtenido de Información Estadística de Educación Superior: <http://www.anuies.mx>
- Archibugi, D., Cohendet, P., Kristensen, A., & Schaffer, K. (1994). *Evaluation of the Community Innovation Survey. Phase 1*. Aalborg: IKE Group.
- Arellano, M. (1991). *Introducción al análisis econométrico con datos de panel*. Madrid: Banco de España.
- Arrow, K. (1962). Economic Welfare and the Allocation of Resources for Innovation. En U.-N. B. Council, *The rate and direction of inventive activity: Economic and Social Factors* (págs. 609-626). Cambridge: National Bureau of Economic Research, Inc.
- Barro, R., & Sala-i-Martin, X. (2009). *Crecimiento Económico*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A.
- Beck, N. (2001). Time-Series-Cross-Section Data: What have we learned in the past few years? *Annual Review of Political Science*, 271-293.
- Borrayo, R., & Quintana, L. (2018). Creativity, Efficiency and Spatial Concentration in Mexico. *Problemas del Desarrollo*, (S.I). doi:<http://dx.doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2018.193.63181>.
- Buesa, M., Baumert, T., Heijs, J., & Martínez, M. (2002). Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico sobre regiones españolas. *Economía Industrial*, 67-84.
- CEPAL. (2010). Heterogeneidad estructural y brechas de productividad: de la fragmentación a la convergencia. En B. A. (coord.), *La hora de la igualdad. Brechas por cerrar, caminos por abrir* (págs. 91-130). Brasilia: ONU-CEPAL.
- CESOP. (2012). *Desarrollo regional y competitividad en México*. México: Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, Cámara de Diputados LXI Legislatura.
- Charlot, S., Crescenzi, R., & Musolesi, A. (2014). Econometric modelling of the regional knowledge production function in Europe. *Journal of Economic Geography*, 1-33.
- CONACYT. (2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016). *Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación*. México: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Conacyt.
- CONEVAL. (2013, 2016). *Medición de la pobreza en México y en las Entidades Federativas 2012, 2014*. México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- Cooke, P., Uranga M.G., & Etxebarria, G. (1998). Regional systems of innovation: an evolutionary perspective . *Environment and Planning A: Economy and Space*, 1563-1584.
- Coria, A. L., Pastor, I., & Torres, Z. (2013). Propuesta de metodología para elaborar una investigación científica en el área de Administración de Negocios. *Pensamiento & Gestión*, 2-24.
- Cornell University-INSEAD-WIPO. (2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012,2011, 2010). *The Global Innovation Index 2017, 2016, 2015, 2014*. Ithaca,

- Fontainebleau and Geneva: SC Johnson College of Business, Cornell University; INSEAD The Business School for the World; World Intellectual Property Organization.
- Coronado Guerrero, D., & Acosta Seró, M. (1999). Innovación tecnológica y desarrollo regional. *Revista de Economía*, 103-116.
- Didou Aupetit, S., & Gérard, E. (2011). El Sistema Nacional de Investigadores en 2009: ¿Un vector para la internacionalización de las élites científicas? *Perfiles educativos*, 29-47.
- Doloreux, D., & Parto, S. (2004). *Regional innovation systems: a critical synthesis*. Maastricht: United Nations University-Institute for New Technologies.
- Dosi, G. (1988). The nature of innovation process. En G. Dosi, C. Freeman, C. Nelson, G. Silverberg, & L. Soete, *Technical change and economic theory* (págs. 221-238). London: Printer Publishers.
- Dougherty, C. (2016). *Introduction to Econometrics*. Oxford: Oxford University Press.
- Dunning, J. (2006). Towards a new paradigm of development: implications for the determinants of international business. *Transnational Corporations*, 173-227.
- El Universal. (7 de agosto de 2018). *El Universal*. Obtenido de El Universal. Ciencia y Salud: <http://www.eluniversal.com.mx/ciencia-y-salud/conacyt-inaugura-el-primer-foro-nacional-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion>
- European Commission. (21 de octubre de 2016). *Eurostat Science, Technology and Innovation Methodology*. Obtenido de eurostat: Your key to European statistics: https://ec.europa.eu/commission/index_en
- Fagerberg, J. (2005). Innovation A guide to the Literature. En J. Fagerberg, D. Mowery, & R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 1-26). Gosport: Oxford University Press.
- Fagerberg, J., Fosaas, M., & Sapprasert, K. (2012). Innovation: Exploring the knowledge base. *Research Policy*, 1132-1153.
- FAO. (9 de julio de 2018). *FAO: Plataforma de Territorios Inteligentes*. Obtenido de Artículos: Opiniones Territoriales: <http://www.fao.org/home/es/>
- FCCT, A.C. (7 de agosto de 2018). *Foro Consultivo Científico y Tecnológico*. Obtenido de Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Boletines de Prensa: <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/boletines-de-prensa/alcanza-095-del-pib-gasto-nacional-en-cti-en-2018>
- FCCYT, A.C. (2017). *Cuenta Pública de Ciencia Tecnología e Innovación: Propuesta programática de armonización contable para las entidades federativas*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC.
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico. (2012). *Estadísticas de los sistemas estatales de innovación 2012 Vol 1 y 2*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico. (2009). *Estadísticas de los sistemas estatales de innovación Vol I y II*. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- Freeman, C., & Soete, L. (1997). *The economics of industrial innovation*. Oxford-New York: Routledge.
- Furman, J., Porter, M., & Stern, S. (2000). Understanding the drivers of national innovative capacity. *Academy of Management Proceedings*, A1-A6.

- García-Ochoa, M., Bajo, N., & Blazquez, M. (2012). La innovación tecnológica como variable determinante en la competitividad de los países. *Revista de Economía Mundial*, 137-166.
- Gault, F. (2010). *Innovation Strategies for a Global Economy Development, implementation, measurement and managment*. Ottawa, Canada: International Development Research Centre-Edward Elgar Publishing Limited.
- Gault, F. (2015). *Measuring innovation in all sectors of the economy*. Maastricht: United Nations University-Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology.
- Granstrand, O. (2005). Innovation and intellectual property rights. En J. Fagenberg, D. Mowery, & R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 266-290). New York: Oxford University Press.
- Greene, W. (1999). *Análisis Económico*. Madrid: Pearson Educación, S.A.
- Griliches, Z. (1998). Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey. En Z. Griliches, *R&D and Productivity: The Econometric Evidence* (págs. 287-343). Chicago: University of Chicago Press.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. México: McGrawHill.
- Guzmán Chávez, A., López-Herrera, F., & Venegas-Martinez, F. (2012). Un análisis de cointegración entre patentes y crecimiento económico en México, 1980-2008. *Investigación Económica*, 83-115.
- Huggins, R., Izushi, H., Prokop, D., & Thompson, P. (2014). *The Global Competitiveness of Regions*. New York: Routledge.
- IMCO. (2012). *Índice de Competitividad Estatal 2012, ¿Dónde quedó la bolita? Del federalismo de la recriminación al federalismo de la eficacia*. México: Instituto Mexicano para la Competitividad.
- IMCO. (2014). *Las Reformas y los Estados la responsabilidad de las entidades en el éxito de los cambios estructurales*. México: Instituto Mexicano para la Competitividad, AC.
- IMCO. (2016). *Índice de Competitividad Estatal 2016. Un puente entre dos Méxicos*. México: Instituto Mexicano para la Competitividad A.C.
- IMD. (2014, 2015, 2016, 2017). *IMD WORLD COMPETITIVENESS YEARBOOK 2014, 2015, 2016, 2017*. Lausanne: International Institute for Management Development World Competitiveness Center.
- INEE. (2010). *Panorama Educativo de México*. México: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- INEGI. (2014). *Censos Económicos 2014 Micro, pequeña, mediana y gran empresa*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (21 de 10 de 2016). *ESIDET-MBN 2012*. Obtenido de Encuestas en establecimientos: : <http://www.inegi.org.mx/>
- INEGI. (2016). *Índice Nacional de Competitividad. Metodología*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- INEGI. (16 de julio de 2018). *Censo Económicos 2014*. Obtenido de Censos Económicos 2014, Estatales por municipio. Características principales: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/ce/ce2014/doc/tabulados.html>

- INEGI. (12 de marzo de 2018). *Sistema de Cuentas Nacionales*. Obtenido de INEGI: www.inegi.org.mx
- Jaffe, A. (1989). Real Effects of Academic Research. *The American Economic Review*, 957-970.
- Kirner, E., Som, O., & Jäger, A. (2015). Innovation strategies and patterns of non-R&D-performing and non-R&D-intensive firms. En O. Som, & E. Kirner, *Low-tech Innovation Competitiveness of the German manufacturing sector* (págs. 79-90). New York: Springer.
- Kline, S., & Rosenberg, N. (1986). An overview of innovation. En R. Landau, & N. Rosenberg, *The Positive Sum Strategy: Harnessing Technology for Economic Growth* (págs. 275-306). Washington: National Academy of Sciences.
- Krugman, P., & Venables, A. (1995). Globalization and the Inequality of Nations. *The Quarterly Journal of Economics*, 857-880.
- Labra, R., & Torrecillas, C. (2014). *Guía CERO para datos de panel. Un enfoque práctico*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Ley que crea el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. (29 de diciembre de 1970). *Diario Oficial de la Federación, Tomo CCCIII No 47 Segunda Sección*, 40-42. México, D.F.
- Mahía, R. (15 de octubre de 2018). uam.es/económicas. Obtenido de económicas/ autocorrelación: <https://www.uam.es>
- Marshall, A. (1974). *Principios de Economía*. México: Aguilar.
- MERIT. (2017). *European Innovation Scoreboard, 2016*. Maastricht: European Commission-Maastricht University.
- Merritt, H. (2008). La innovación y su medición: El estado del arte. *Denarius*, 49-76.
- Montero, R. (2011). *Efectos fijos o aleatorios: test de especificación*. Granada: Universidad de Granada.
- Myrdal, G. (1959). *Teoría económica y regiones subdesarrolladas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Nae, G., & Sima, C. (2013). Economic Growth at Regional Level and Innovation: is there any link? *Annals of the University of Petrosani, Economics*, 149-156.
- Nelson, R. (1959). The simple economics of basic scientific research. *The Journal of Political Economy*, 297-306.
- Nelson, R., & Winter, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press.
- NISTP. (21 de 10 de 2016). *About NISTEP*. Obtenido de Japanese National Innovation Survey: <http://www.nistep.go.jp/en/>
- Nonaka, I. (2007). The knowledge-creating company. *Harvard Business Review*, 162-171.
- NSF. (21 de 10 de 2016). *National Center for Science and Engineer Statistics: Business R&D and Innovation Survey*. Obtenido de National Science Foundation: BRDIS: <https://www.nsf.gov/index.jsp>
- OECD. (1997). *Oslo Manual Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development-Eurostat, EU.
- OECD. (2005). *Oslo Manual Guidelines for collecting and interpreting innovation data*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.

- OECD. (2009). *Estudios de la OECD de Innovación Regional. 15 Estados Mexicanos*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2011). *Technology Intensity Definition*. Paris: OECD Directorate for Science, Technology and Industry.
- OECD. (16 de 01 de 2015). *The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being*. Paris, France: OECD Publishing.
- OECD. (2015). *The measurement of scientific, technological and innovation activities. Frascati Manual 2015*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development Publishing.
- OECD. (2017). *Economic Surveys: Mexico 2017*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Padilla-Pérez, R., Vang, J., & Chaminade, C. (2009). Regional Innovation Systems in Developing Countries. En B.-A. Lundvall, K. Joseph, C. Chaminade, & J. Vang, *Handbook of Innovation Systems and Developing Countries, Building Domestic Capabilities in a Global Setting* (págs. 217-290). Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited.
- Patel, P., & Pavitt, K. (1997). The technological competencies of the world's largest firms, complex and path-dependent, but not much variety. *Research policy*, 141-156.
- Pérez Hernández, C., Lara Gómez, G., & Gómez Hernández, D. (2017). Evolución de la capacidad tecnológica en México. Aplicación del análisis estadístico multivariante de cluster. *Contaduría y Administración*, 505-527.
- Porter, M. (2000). Location, competition and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic Development Quarterly*, 15-34.
- Porter, M. (2003). Cúmulos y competencia: nuevos objetivos para empresas, Estados e instituciones. En M. Porter, *Ser competitivo. Nuevas aportaciones y conclusiones* (págs. 203-288). Barcelona: Deusto.
- Porter, M. (2003). La ventaja competitiva de las naciones. En M. Porter, *Ser competitivo* (págs. 163-202). Barcelona: Deusto.
- Porter, M. E., Furman, J. L., & Stern, S. (2000). *The Drivers of National Innovative Capacity: Implications for Spain and Latin America*. Boston: Harvard Business School.
- President Barack Obama. (2009). *Educate to Innovate*. Washington, D.C.: The White House.
- Prim, A., Amal, M., & Carvalho, L. (2016). Regional cluster, innovation and export performance: An empirical study. *Brazilian Administration Review*, 1-26.
- RICYT-OEA-CYTED. (2001). *Manual de Bogotá Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*. Bogotá: Red iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología/ Organización de Estados Americanos/Programa CYTED.
- Rodríguez-Pose, A., & Villareal Peralta, E. (2015). Innovation and regional growth in Mexico: 2000-2010. *Growth and Change*, 172-195.
- Romer. (1994). The origins of endogenous growth. *Journal of Economic Perspectives*, 3-22.
- Romer, P. (1990). Endogenous Technological Change. *Journal of political Economy*, S71-S102.

- Samuelson, P., & Nordhaus, W. (2010). *ECONOMÍA*. México: MCGRAW-HILL.
- Sánchez Tovar, Y., García Fernández, F., & Mendoza Flores, J. (2015). La capacidad de innovación y su relación con el emprendimiento en las regiones de México. *Estudios Gerenciales*, 243-252.
- Schmookler, J. (1962). Changes in Industry and in the State of Knowledge as Determinants of Industrial Invention. En C.O. Universities-National Bureau Committee for Economic Research, *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors* (págs. 195-232). Princeton: Princeton University Press.
- Schumpeter, J. A. (1943). *Capitalism, Socialism and Democracy*. New York: Routledge.
- SEMARNAT. (2012). *Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y de desempeño ambiental. Edición 2012*. México: Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Smith, K. (1998). *Science, Technology and Innovation Indicators A guide por policy makers*. London: Indicators and Data for European Analysis.
- Smith, K. (2005). Measuring Innovation. En J. Fagengberg, D. Mowery, & R. Nelson, *The Oxford Handbook of Innovation* (págs. 148-177). New York: Oxford University Press.
- Solow, R. (1957). Technical Change and the Aggregate Production Function. *The Review of Economics and Statistics*, 312-320.
- Stern, S., Porter, M., & Furman, J. (2000). *The determinants of National Innovative Capacity*. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- The Brookings Institution. (2015). *Annual Report 2015*. Washigton, DC: The Brookings Institution.
- UNESCO. (2015). *Informe de la UNESCO sobre la ciencia*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural.
- United Nations/Department of Economic and social Affairs-UNCTAD-United Nations Regional Commissions. (2018). *World Economica Situation and Prospects*. New York: UN.
- Valdez Lafarga, C., & León Balderrama, J. (2015). Efficiency of Mexico´s regional innovation systems:an evaluation applying data envelopment analisis (DEA). *African Journal od Science, Technology, Innovation and Development*, 36-44.
- Valdez-Lafarga, C., & León-Balderrama, J. (2015). Hacia una taxonomía de los sistemas regionales de innovación en México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 517-553.
- WEF. (2017, 2016, 2015, 2014, 2013, 2012, 2011, 2010). *The Global Competitiveness Report 2015, 2016, 2017*. Geneva: World Economic Forum.

ANEXOS

ANEXO I. BASE DE DATOS DEL MODELO

id	entidad federativa	periodo	paten	matrposgr	matriclic	gtocytpriv	gtocytpub	sisinvest	leyant
1	Aguascalientes	2010	7	206	18380	110.40	25.81	83	3
2	Baja California	2010	19	1590	34150	453.77	43.65	506	0
3	Baja California Sur	2010	4	328	5446	206.00		185	5
4	Campeche	2010	5	211	11603	0.86	2.54	76	4
5	Coahuila de Zaragoza	2010	31	1242	43193	1682.75	15.90	216	8
6	Colima	2010	2	334	6781	58.24	3.22	130	3
7	Chiapas	2010	6	535	30555	27.28	46.66	177	6
8	Chihuahua	2010	15	1463	48452	1221.87	154.75	223	5
9	Ciudad de México	2010	321	26134	195185	20237.41	246.78	6331	0
10	Durango	2010	3	961	19404	24.07	68.72	73	4
11	Guanajuato	2010	36	2946	45447	509.85	41.79	513	8
12	Guerrero	2010	3	290	22028	2.81	3.77	46	1
13	Hidalgo	2010	12	446	31817	83.89	21.36	188	3
14	Jalisco	2010	70	4526	87051	1327.85	582.12	883	10
15	México	2010	80	4859	133512	2528.48	144.73	995	6
16	Michoacán de Ocampo	2010	6	837	42675	142.59	15.56	489	0
17	Morelos	2010	22	1418	16797	117.94	13.20	820	5
18	Nayarit	2010	1	304	11954	58.51	72.73	39	0
19	Nuevo León	2010	110	3460	71108	4374.01	335.87	617	1
20	Oaxaca	2010	7	516	29513	25.86	10.77	182	2
21	Puebla	2010	43	4725	83698	1981.20	6.65	596	6
22	Querétaro	2010	47	1386	23630	1222.90	16.59	386	0
23	Quintana Roo	2010	3	82	8003	4.34	22.94	75	4
24	San Luis Potosí	2010	6	1224	28546	414.72	4.23	343	7

25	Sinaloa	2010	14	1133	38725	102.69		218	0
26	Sonora	2010	12	918	40566	578.24	78.73	341	3
27	Tabasco	2010	7	739	37663	213.59	24.91	86	10
28	Tamaulipas	2010	11	1751	53145	341.38	8.13	154	6
29	Tlaxcala	2010	5	224	11614	73.81	11.46	89	0
	Veracruz de Ignacio de la								
30	Llave	2010	15	1857	90346	542.27	42.34	463	6
31	Yucatán	2010	15	1610	22890	139.90	4.47	377	0
32	Zacatecas	2010	2	512	18282	254.86	38.90	142	4
1	Aguascalientes	2011	4	310	19427	170.40	30.02	101	4
2	Baja California	2011	18	1746	37897	395.73	47.00	525	0
3	Baja California Sur	2011	2	371	5913	296.00		205	6
4	Campeche	2011	3	277	12187	0.80	2.56	89	5
5	Coahuila de Zaragoza	2011	42	1333	43777	2359.16	15.53	250	9
6	Colima	2011	4	417	7068	59.84	2.68	143	4
7	Chiapas	2011	2	839	34226	6.24	52.00	184	7
8	Chihuahua	2011	24	1573	51050	1200.93	165.41	241	6
9	Ciudad de México	2011	308	30461	224747	20588.77	265.48	6645	0
10	Durango	2011	3	801	20061	43.71	74.92	96	5
11	Guanajuato	2011	37	3010	47389	646.46	46.65	559	9
12	Guerrero	2011	4	325	24343	3.80	3.14	48	2
13	Hidalgo	2011	10	583	33665	186.48	23.47	199	4
14	Jalisco	2011	63	4776	94649	1411.69	531.26	919	11
15	México	2011	85	4523	135320	2996.71	148.34	1016	7
16	Michoacán de Ocampo	2011	5	1137	45883	135.96	19.70	517	0
17	Morelos	2011	34	1538	17933	153.73	11.00	853	6
18	Nayarit	2011	2	362	11119	31.81	63.24	50	1
19	Nuevo León	2011	157	4134	85801	4493.89	301.24	663	2
20	Oaxaca	2011	8	577	29797	60.85	10.93	198	3

21	Puebla	2011	69	4381	93585	1902.99	5.54	630	7
22	Querétaro	2011	44	1518	23652	1404.85	17.50	422	1
23	Quintana Roo	2011	1	79	7644	2.59	19.12	87	5
24	San Luis Potosí	2011	4	1280	29789	481.89	6.70	368	8
25	Sinaloa	2011	20	1464	47769	135.12	2.00	232	0
26	Sonora	2011	28	848	42071	835.12	72.41	386	4
27	Tabasco	2011	3	789	41643	230.57	25.54	90	11
28	Tamaulipas	2011	19	1846	57581	378.62	8.12	166	7
29	Tlaxcala	2011	7	174	11703	93.87	11.46	103	0
	Veracruz de Ignacio de la								
30	Llave	2011	26	2174	99917	468.12	42.00	503	7
31	Yucatán	2011	23	1864	24433	436.14	3.73	410	0
32	Zacatecas	2011	1	525	21289	304.32	46.84	150	5
1	Aguascalientes	2012	9	359	16695	152.05	41.90	106	5
2	Baja California	2012	22	2042	15914	308.39	35.80	566	0
3	Baja California Sur	2012	0	362	5772	16.93		217	7
4	Campeche	2012	3	368	11011	1.71	2.65	101	6
5	Coahuila de Zaragoza	2012	52	1426	38067	562.30	15.00	273	10
6	Colima	2012	7	374	7426	84.63	6.00	156	5
7	Chiapas	2012	10	942	35687	25.83	23.16	189	8
8	Chihuahua	2012	21	1609	46492	1471.64	151.29	278	7
9	Ciudad de México	2012	427	25815	224579	28875.83	188.10	6853	0
10	Durango	2012	6	801	20399	440.64	47.61	112	6
11	Guanajuato	2012	43	2898	45277	275.42	47.79	609	10
12	Guerrero	2012	0	359	22557	1.47	3.12	61	3
13	Hidalgo	2012	9	642	29522	273.86	27.69	222	5
14	Jalisco	2012	94	5075	86512	927.15	421.18	959	12
15	México	2012	95	5005	133469	2836.53	165.64	1012	8
16	Michoacán de Ocampo	2012	12	1188	44238	169.06	36.46	524	0

17	Morelos	2012	36	1889	17601	247.77	11.00	864	7
18	Nayarit	2012	1	343	11543	48.94	6.78	66	2
19	Nuevo León	2012	146	4241	65110	3276.38	314.10	699	3
20	Oaxaca	2012	2	609	28980	80.73	14.59	227	4
21	Puebla	2012	98	4585	40751	1833.20	16.46	683	8
22	Querétaro	2012	31	1532	21732	1529.82	18.88	453	2
23	Quintana Roo	2012	4	128	7331	25.69	20.67	94	6
24	San Luis Potosí	2012	9	1499	30428	270.18	7.34	419	9
25	Sinaloa	2012	21	1551	44734	394.88	126.38	249	0
26	Sonora	2012	40	810	38040	487.44	89.06	401	5
27	Tabasco	2012	13	769	38765	13.47	35.30	100	12
28	Tamaulipas	2012	11	1631	49944	128.59	8.12	171	8
29	Tlaxcala	2012	6	234	11548	102.26	11.46	109	1
	Veracruz de Ignacio de la								
30	Llave	2012	27	2459	97479	345.93	42.00	530	8
31	Yucatán	2012	23	1976	21345	33.63	3.92	427	1
32	Zacatecas	2012	5	488	18864	25.66	50.75	153	6
1	Aguascalientes	2013	10	333	19994	160.54	34.80	114	6
2	Baja California	2013	20	1826	40706	330.46	41.40	612	1
3	Baja California Sur	2013	0	378	6383	93.76		218	8
4	Campeche	2013	1	820	12926	1.75	2.69	101	7
5	Coahuila de Zaragoza	2013	33	1463	46809	454.99	35.90	283	11
6	Colima	2013	7	388	8159	87.32	7.32	152	6
7	Chiapas	2013	8	1352	137454	21.17	45.15	206	9
8	Chihuahua	2013	28	1595	52204	1597.80	137.37	308	8
9	Ciudad de México	2013	390	28288	233261	29132.13	198.16	7152	0
10	Durango	2013	2	806	22715	405.75	51.77	118	7
11	Guanajuato	2013	42	3241	53207	167.80	53.20	685	11
12	Guerrero	2013	1	301	26965	0.07	3.12	77	4

13	Hidalgo	2013	19	672	37342	580.90	27.14	239	6
14	Jalisco	2013	107	5165	97170	999.01	342.21	1001	13
15	México	2013	70	5490	152678	3253.71	174.41	1110	9
16	Michoacán de Ocampo	2013	14	1282	46095	97.19	11.07	574	1
17	Morelos	2013	45	1902	19434	210.23	41.10	901	8
18	Nayarit	2013	0	448	14173	49.67	16.47	88	3
19	Nuevo León	2013	136	4522	70089	3102.03	132.40	770	4
20	Oaxaca	2013	7	536	30105	121.17	4.60	236	5
21	Puebla	2013	70	4721	93116	2095.72	39.64	740	9
22	Querétaro	2013	48	1558	27543	1938.33	19.82	487	3
23	Quintana Roo	2013	8	128	9164	27.30	23.99	110	7
24	San Luis Potosí	2013	6	1718	33334	289.71	13.10	445	10
25	Sinaloa	2013	23	1692	49841	394.91	175.71	283	1
26	Sonora	2013	22	791	44385	298.77	136.28	421	6
27	Tabasco	2013	5	766	42619	12.35	24.20	112	13
28	Tamaulipas	2013	32	1528	56005	186.39	8.12	162	9
29	Tlaxcala	2013	7	304	12815	90.30	11.46	115	2
	Veracruz de Ignacio de la								
30	Llave	2013	14	2486	106294	502.48	23.99	586	9
31	Yucatán	2013	27	2083	24260	52.25	4.08	466	2
32	Zacatecas	2013	4	487	21231	5.13	48.62	168	7
1	Aguascalientes	2014	11	407	21161	147.96	39.30	133	7
2	Baja California	2014	18	2307	43402	377.77	41.40	658	2
3	Baja California Sur	2014	4	414	6814	159.10		230	9
4	Campeche	2014	2	1530	14006	1.26	2.63	111	8
5	Coahuila de Zaragoza	2014	41	1553	49080	1313.90	17.32	299	12
6	Colima	2014	9	329	8666	71.96	6.24	175	7
7	Chiapas	2014	14	1260	40980	20.23	47.97	240	10
8	Chihuahua	2014	25	1608	57817	1369.03	159.26	342	9

9	Ciudad de México	2014	337	30387	247715	24547.13	313.42	7525	1
10	Durango	2014	5	906	24568	217.02	98.33	140	8
11	Guanajuato	2014	55	3094	58063	412.49	64.89	719	12
12	Guerrero	2014	2	228	106730	2.12	3.15	91	5
13	Hidalgo	2014	30	819	40524	271.07	28.45	281	7
14	Jalisco	2014	115	5640	102494	1184.20	544.35	1084	14
15	México	2014	90	5646	163772	2902.90	162.80	1203	10
16	Michoacán de Ocampo	2014	13	1108	48030	137.40	19.85	624	2
17	Morelos	2014	34	1788	21685	180.10	32.54	941	9
18	Nayarit	2014	1	465	15473	47.58	16.47	107	4
19	Nuevo León	2014	141	5273	74364	3869.96	189.85	856	5
20	Oaxaca	2014	6	601	32242	70.16	12.98	241	6
21	Puebla	2014	75	4981	100472	1961.82	28.58	799	10
22	Querétaro	2014	46	1626	30307	1514.56	21.03	548	4
23	Quintana Roo	2014	7	244	9735	14.32	19.86	126	8
24	San Luis Potosí	2014	8	1770	34351	370.64	13.53	509	11
25	Sinaloa	2014	17	1609	54546	248.93	180.10	340	2
26	Sonora	2014	52	1139	44875	561.01	9.89	454	7
27	Tabasco	2014	8	894	45599	124.67	18.50	131	14
28	Tamaulipas	2014	25	1738	57958	265.98	8.12	177	10
29	Tlaxcala	2014	5	361	13371	89.95	11.46	128	3
	Veracruz de Ignacio de la								
30	Llave	2014	15	2908	114661	469.69	43.00	629	10
31	Yucatán	2014	20	2017	26221	171.35	4.24	511	3
32	Zacatecas	2014	4	634	22897	156.37	43.63	185	8

ANEXO II. ENTIDADES FEDERATIVAS DE MÉXICO

Entidad Federativa	Población	Superficie km ²
Distrito Federal	8 851 080	1 479
Nuevo León	4 654 458	64 924
Baja California Sur	637 026	73 475
Baja California	3 155 070	69 921
Sonora	2 662 480	182 052
Coahuila	2 748 391	149 982
Colima	650 555	5 471
Aguascalientes	1 184 996	182 052
Sinaloa	2 767 761	58 328
Quintana Roo	1 325 578	73 475
Tamaulipas	3 268 554	79 384
Querétaro	1 827 937	11 449
Morelos	1 777 227	4 950
México	15 175 862	21 355
Jalisco	7 350 682	80 386
Nayarit	1 084 979	25 267
Chihuahua	3 406 465	244 938
México	112 322 757	1 972 550
Campeche	822 441	50 812
Tabasco	2 238 603	25 267
Yucatán	1 955 577	38 402
Durango	1 632 934	123 181
Tlaxcala	1 169 936	4 016
San Luis Potosí	2 585 518	63 068
Hidalgo	2 665 018	20 813
Puebla	5 779 829	34 016
Guanajuato	5 486 372	30 491
Zacatecas	1 490 668	73 252

Entidad Federativa	Población	Superficie km ²
Veracruz	3 966 073	59 928
Michoacán	7 110 214	71 699
Guerrero	3 115 202	64 281
Oaxaca	3 506 821	93 952