



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Unidad Iztapalapa

Fecha : 15/07/2016

Página : 1/1

CONSTANCIA DE PRESENTACION DE EXAMEN DE GRADO

La Universidad Autónoma Metropolitana extiende la presente CONSTANCIA DE PRESENTACION DE EXAMEN DE GRADO de MAESTRA EN ESTUDIOS SOCIALES (ECONOMIA SOCIAL) de la alumna NALLELY MOLINA VELASCO, matrícula 2143802244, quien cumplió con los 156 créditos correspondientes a las unidades de enseñanza aprendizaje del plan de estudio. Con fecha diecinueve de julio del 2016 presentó la DEFENSA de su EXAMEN DE GRADO cuya denominación es:

PROPENSIÓN DE LOS INVESTIGADORES A INVENTAR EN PATENTES DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES. EL CASO DE MÉXICO, 1980-2013.

Cabe mencionar que la aprobación tiene un valor de 60 créditos y el programa consta de 216 créditos.

El jurado del examen ha tenido a bien otorgarle la calificación de:

APROBAR

JURADO

Presidenta

Secretaria

DRA. MARIA GUADALUPE CALDERON
MARTINEZ

DRA. GEORGINA ALENKA GUZMAN CHAVEZ

Vocal

DR. VICTOR GERARDO CARREON RODRIGUEZ

Coordinación de Sistemas Escolares

Av. San Rafael Atlixco 186. Col. Vicentina. México. D.F. C.P. 09340 Tels. 5804-4880 y 5804-4883 csera@xanum.uam.mx www.izt.uam.mx



Universidad Autónoma Metropolitana
Unidad Iztapalapa
División de Ciencias Sociales y Humanidades

**PROPENSIÓN DE LOS INVESTIGADORES A INVENTAR
EN PATENTES DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES.
EL CASO DE MÉXICO, 1980-2013**

Idónea Comunicación de Resultados

PRESENTA:

NALLELY MOLINA VELASCO

Para optar por el grado de Maestra en Estudios Sociales
Línea Economía Social

Directora: Dra. Alenka Guzmán Chávez
Co-Directora: Dra. Guadalupe Calderón Martínez

México, D. F. 19 de julio de 2016.

*Dedicado con todo el cariño a
mi madre, a Laura y a mis memukitos.
Gracias.*

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer el apoyo, cariño y paciencia de mi familia y amigos, quienes me dedicaron su tiempo, su trabajo, sus ánimos y sus comentarios para ayudarme a cumplir con este objetivo. A cada uno de ellos, quienes nunca dudaron de mí, mi eterno agradecimiento.

A mis compañeros del Programa quienes con sus comentarios, correcciones en el trabajo y conocimiento contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

Agradezco a mi directora y a mi co-directora. Como directora, a la Dra. Alenka Guzmán Chávez le agradezco por aceptarme bajo su tutela, por adentrarme al tema de la innovación con su experiencia y conocimiento, por proporcionarme el incentivo necesario para la materialización de esta investigación, por su extensa dedicación en el asesoramiento de mi investigación y por su valiosa dirección en esta Ídonea Comunicación de Resultados. A mi co-directora la Dra. Guadalupe Calderón Martínez, agradezco sus apreciables comentarios para el mejoramiento de mi ICR y sus investigaciones que me sirvieron como directrices.

Al Dr. Federico Stezano agradezco la lectura de mi trabajo, sus comentarios que contribuyeron a mejorar la investigación así como sus pertinentes recomendaciones.

Al Dr. Victor Carreón le agradezco el buen recibimiento de mi investigación así como proporcionarme los datos necesarios para la realización de este trabajo.

Finalmente, agradezco al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo financiero para mi formación como investigador al proporcionarme la beca con la que tuve la oportunidad de realizar los estudios de la Maestría.

PROPENSIÓN DE LOS INVESTIGADORES A INVENTAR EN PATENTES DE UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES. EL CASO DE MÉXICO, 1980-2013.

RESUMEN

El propósito de esta investigación es analizar los factores que explican la propensión de los investigadores a participar como inventores en novedades patentadas por sus instituciones, en el marco de la discusión teórica y empírica de la relevancia de las patentes académicas para el fomento de la innovación, los vínculos universidad-empresa y el desarrollo económico y social. Se formulan las siguientes interrogantes: ¿cuál es la probabilidad de que los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores participen en invenciones patentadas por sus instituciones? y, ¿cuáles son los factores que la explican? El modelo econométrico propuesto, basado en microdatos de patentes concedidas a universidades y a instituciones públicas de investigación mexicanas por la USPTO entre 1980 y 2013 e información de los investigadores del SNI de las áreas Físico matemáticas y ciencias de la tierra, Biología y química, Medicina y ciencias de la salud, Biotecnología y ciencias agropecuarias e Ingenierías nos permitió probar las hipótesis de investigación planteadas. Los principales hallazgos son: la propensión de que los investigadores del SNI participen en las invenciones patentadas por sus instituciones es pequeña, pero mayor cuando pertenecen a instituciones que protegen sus novedades tecnológicas mediante patentes. Asimismo, esta propensión se asocia a: la edad y al nivel dentro del SNI de los participantes, como factores personales; al tamaño de la institución y al número de programas de doctorado que tenga inscritos en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad, como factores institucionales y, finalmente, a la importancia de la invención (medida por el número de las citas recibidas a las patentes), al número de novedades generadas (medido por el número de reivindicaciones hechas en las patentes) y a la amplitud tecnológica (medida por el número de clases tecnológicas donde la patente es concedida), como factores de la naturaleza de la investigación.

ABSTRACT

On a theoretical and empirical discussion into the role of the academic patents in innovation encouragement, university-firms links and economic and social development framework, the purpose of this master investigation is to analyze the factors explaining the propensity of researchers to participate of the inventive activity patented by their institutions. We set out the following questions: Which is the probability of SNI researchers of being inventors of novelties patented by their institutions? And, Which are the factors explaining this propensity? The econometric model proposed, based on micro data of patents granted to Mexican universities and public research institutions by the USPTO between 1980 and 2013 and, also on the SNI researchers individual data from *Physico-mathematical and earth sciences, Biology and chemistry, Medicine and health sciences, Biotechnology and agricultural sciences and engineering* scientific areas, make us possible to test our research hypotheses. The main findings are: the SNI researchers propensity of being inventors of novelties patented by their institutions is marginal but it is higher when they belong to institutions that protect their technological discoveries and new developments through patents. Also, this propensity is associated with the researcher's age and its SNI level, as personal factors; the institution size and the number of PhD programs approved by Conacyt quality control, as institutional factors; finally, the importance of the invention (measured by the number of citations received by the patents), the number of novelty activity (measured by the number of claims made in the patents) and the technological amplitude (measured by the number of technological classes where the patent is granted), as factors of the research nature.

ÍNDICE

Introducción	9
Capítulo I. Los investigadores y la invención. Revisión de la literatura	
1.1 La invención, la investigación y la protección del esfuerzo innovador	16
1.2 Las patentes como indicador de la innovación	19
1.3 Los cambios en las universidades	21
1.3.1 Las patentes académicas	24
1.4 Los investigadores inventores en universidades e instituciones	27
1.5 Factores que influyen en la propensión a inventar de los investigadores	28
Capítulo II. Una revisión sucinta de la evidencia empírica	
2.1 Los países europeos	32
2.2 Estados Unidos	34
2.3 América Latina	38
2.4 México	40
Capítulo III. La ciencia y la tecnología en México: los investigadores inventores	
3.1 La ciencia y la tecnología en México	47
3.1.1 Breve síntesis del flujo de patentes	52
3.1.2 La legislación de ciencia y tecnología	55
3.2 Las patentes de universidades e instituciones mexicanas en la USPTO: 1980-2013	57
3.3 El Sistema Nacional de Investigadores	62
3.4 Los inventores como miembros del Sistema Nacional de Investigadores	69

Capítulo IV. Factores que determinan la propensión de los investigadores a inventar. Un modelo econométrico	
4.1 La propensión de los inventores miembros del Sistema Nacional de Investigadores y la propensión de sus instituciones a patentar	76
4.2 La base de datos	78
4.3 El modelo econométrico	80
4.4 Variables y especificación del modelo econométrico	81
4.5 Resultados del modelo de características personales e institucionales	85
4.6 Modelo adicional: Naturaleza de la investigación	88
Reflexiones finales del capítulo	92
Conclusión y recomendaciones de política pública	94
Referencias bibliográficas	100

ÍNDICE DE CUADROS, GRÁFICOS Y TABLAS

Cuadros

Cuadro 1. Factores determinantes de la propensión a patentar por unidad de análisis	25
Cuadro 2. Factores que influyen en la propensión a inventar	29
Cuadro 3. Factores personales, de carrera profesional y de carrera académica de los investigadores que influye en su decisión de patentar	30
Cuadro 4. Ranking de universidades europeas que solicitan más patentes en la EPO	34
Cuadro 5. Ranking de universidades estadounidenses que solicitan más patentes en la EPO	38
Cuadro 6. Estudios que muestran la evidencia empírica	45
Cuadro 7. Tasa de dependencia, tasa de autosuficiencia y coeficiente de invención	54
Cuadro 8. Porcentaje de patentes con participación de investigadores SNI de acuerdo al tamaño del equipo	68
Cuadro 9. Propensión de las universidades o instituto a patentar	75
Cuadro 10. Descripción de la variable dependiente	81
Cuadro 11. Descripción de las variables independientes: características personales	83
Cuadro 12. Descripción de las variables independientes: características institucionales	84
Cuadro 13. Estadística descriptiva de las variables personales e institucionales	85
Cuadro 14. Descripción de variables independientes: naturaleza de la investigación	90
Cuadro 15. Estadística descriptiva de las variables de la naturaleza de la investigación	90

Gráficos

Gráfica 1. Evolución del gasto en ACT y del gasto en I+D como porcentaje del PIB	48
Gráfica 2. Distribución del gasto total en ACT por sector de financiamiento	50
Gráfica 3. Distribución del gasto total en ACT por sector de ejecución	51
Gráfica 4. Solicitudes de patentes y patentes otorgadas a residentes y no residentes	53

Gráfica 5. Patentes concedidas por la USPTO a universidades e institutos mexicanos, 1980-2013	58
Gráfico 6. Distribución de patentes concedidas en la USPTO a universidades e institutos mexicanos de acuerdo al propietario, 1980-2013	59
Gráfica 7. Distribución de patentes concedidas en la USPTO a universidades e institutos mexicanos de acuerdo al tamaño del equipo, 1980-2013	60
Gráfica 8. Distribución de patentes concedidas en la USPTO a universidades e institutos mexicanos de acuerdo a la clase tecnológica, 1980-2013	61
Gráfica 9. Distribución por género de investigadores SNI, 1984-2013	64
Gráfica 10. Tasa de investigadores SNI por cada mil habitantes	65
Gráfica 11. Evolución de la edad promedio de los investigadores SNI, 1984-2010	66
Gráfica 12. Porcentaje de patentes con participación de investigadores SNI de acuerdo a institución de pertenencia de la patente	68
Gráfica 13. Porcentaje de patentes con participación de investigadores SNI de acuerdo a clase tecnológica de la patente	69
Gráfica 14. Antigüedad de los inventores investigadores SNI, 2013	71
Gráfica 15. Distribución de los inventores investigadores SNI por edad, 2013	72
Gráfica 16. Edad del inventor investigador SNI al momento de la solicitud de la patente	73
<i>Tablas</i>	
Tabla 1. Resultados del Modelo de características personales e institucionales	86
Tabla 2. Resultados del Modelo de características de la naturaleza de la investigación	91

INTRODUCCIÓN

Históricamente se ha reconocido a la universidad como una institución de enseñanza. En el curso de su evolución se le han agregado otras dos funciones: la generación de conocimiento y la investigación (Etzkowitz, 2003).

Las universidades cuentan con los recursos humanos y de acumulación de conocimiento para generar y desarrollar nuevo conocimiento científico y tecnológico. En particular, los nuevos conocimientos desarrollados en áreas como las ingenierías, ciencias biológicas y de la salud, ciencias exactas y agronomía pueden tener una gran trascendencia para impulsar la innovación.

La transición de la universidad ha llevado a que los docentes modifiquen su función inicial de transmisores hacia generadores del conocimiento. Así, algunos docentes se convierten en los principales actores que realizan investigación dentro de las universidades donde, en algunas instituciones, adoptan simultáneamente el papel de docente e investigador.

El investigador inicia con ideas que se desprenden de conocimiento ya adquirido, realiza una combinación de los enfoques que le ofrecen la investigación básica y la aplicada. La primera obtiene conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables y la segunda está dirigida hacia un objetivo práctico específico. El resultado de este proceso puede resultar en invenciones, las cuales pueden tener aplicación en el ámbito industrial y coadyuvar al progreso tecnológico. Usualmente, los investigadores prefieren la difusión de los hallazgos de la investigación mediante publicaciones científicas. Sin embargo, si los resultados de una investigación universitaria son publicados sin una protección, cualquier empresa podrá beneficiarse sin traer ningún retorno para la universidad. Por tanto, el interés de las instituciones por proteger nuevos hallazgos tecnológicos mediante las patentes va en crecimiento. Así, en algunas ocasiones las universidades pueden recuperar

la inversión realizada en Investigación y Desarrollo (I+D) y obtener las ganancias de la invención evitando el uso no autorizado.

Desde la década de los noventa, el estudio de los factores que influyen en la participación de los investigadores y de las universidades en la protección de sus invenciones mediante patentes ha generado interés para la comunidad científica.

Revisada la literatura, se encuentra que el tema se ha enfocado en estudiar a la universidad como institución y se ha desarrollado con mayor amplitud para países desarrollados. Para el caso de Estados Unidos, se han realizado estudios que expliquen los *spillovers* a través de patentes (Jaffe, 1989) y estudios que expliquen la importancia de las patentes universitarias (Henderson, Jaffe y Trajtenberg, 1998).

En Europa se han realizado estudios para conocer la tendencia de la actividad patentadora de algunos países (Urraca, 2005). Específicamente, para el caso español se han realizado estudios para determinar cuáles son los factores institucionales, humanos, financieros y comerciales que influyen en el desarrollo de patentes en las universidades (Rodeiro, Fernández, Rodríguez y Otero, 2012; Azagra, 2004). Asimismo, existen estudios que desean conocer los factores que explican la propensión a transferir tecnología de los docentes a la industria (Aceytuno y Sánchez-López, 2014).

Para las naciones en desarrollo los estudios se han realizado para países como Brasil (Maldonado, Guzmán y Peredo, 2015; Anastacio y Ayuso, 2012), Colombia (Schmal, López y Cabrales, 2006); Chile (Schmal, López y Cabrales, 2006) y para México. En los estudios para México, se han realizado estudios que proponen a la universidad como objeto de estudio (Calderón, 2014; Aboites y Díaz, 2013; Calderón y García-Quevedo, 2012; Nuñez y Pedroza, 2011). Los ejemplos de estudios que toman como unidad de análisis al investigador son

escasos y generalmente se realizan a través de encuestas directas a investigadores (Stezano y Millán, 2014; Calderón, 2013).

Resulta pertinente identificar y analizar cuáles son los factores que incentivan a los investigadores a participar de la actividad inventiva de sus universidades y sus instituciones, considerando la relevancia del potencial de los investigadores para desarrollar nuevas ideas científicas y tecnológicas que se traduzcan en innovación que contribuya a resolver los problemas tecnológicos con impactos favorables en el desempeño económico del país. En tal contexto, esta investigación tiene el propósito de analizar un fenómeno poco estudiado en el caso mexicano. En particular, se busca desarrollar una metodología adecuada, sustentada en los enfoques de la innovación mediante el uso de microdatos de patentes, información de las instituciones y de los investigadores que permita encontrar evidencia robusta o al menos permita abrir el debate metodológico en este tema. Asimismo, nos interesa poder hacer propuestas de política con base en los resultados obtenidos. Estas propuestas serán un valioso instrumento, en la medida en que se valore la trascendencia del potencial inventivo de los investigadores y su protección mediante patentes, para el desarrollo del sector productivo nacional.

El objetivo general de esta investigación es analizar los factores que influyen en los investigadores para participar de la actividad inventiva patentada de sus universidades y sus instituciones de adscripción. Se consideran a los investigadores vigentes en el Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en México y pertenecen a las áreas del conocimiento: Físico matemáticas y ciencias de la tierra, Biología y química, Medicina y ciencias de la salud, Biotecnología y ciencias agropecuarias e Ingenierías en el año 2013. Las patentes que se utilizan como fuente de información son las que fueron concedidas por la Oficina de Patentes y Marcas de Estados Unidos (United States

Patent and Trademark Office) a universidades e instituciones mexicanas durante el periodo de 1980-2013.

Particularmente, se plantean dos objetivos: a) calcular la probabilidad de la participación de los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores en invenciones patentadas por sus instituciones e b) identificar los factores que explican esta propensión.

Las preguntas centrales de esta investigación son: 1) ¿cuál es la probabilidad de que los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores participen en invenciones patentadas por sus instituciones? y 2) ¿cuáles son los factores que explican esta propensión?

A fin de responder esas interrogantes se plantean las siguientes hipótesis: 1) la probabilidad de que los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores participen en invenciones patentadas por sus instituciones es pequeña. Sin embargo, al calcular la probabilidad de patentar de sus universidades y sus instituciones de adscripción se espera que esta probabilidad de patentar sea mayor en las instituciones con trayectoria de patentamiento. 2) Se espera que la propensión de los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores a patentar se asocie a factores individuales como el nivel de SNI e institucionales como la propensión a patentar de la institución.

Para probar la primera hipótesis de la investigación, primeramente se calcula la propensión de los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores a participar en invenciones patentadas por sus universidades e instituciones de adscripción. En segundo lugar, de estas universidades e instituciones mexicanas, se calcula la probabilidad de participación del total de investigadores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores adscritos con relación a los que ya participaron en patentes propiedad de sus centros de adscripción. Así se conocerá la propensión de los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores a participar en las patentes de sus universidades y sus instituciones.

Para probar la segunda hipótesis, se estima un modelo econométrico que tenga como unidad de análisis al investigador. La variable dependiente es la probabilidad del investigador del Sistema Nacional de Investigadores a participar en patentes concedidas en la United States Patent and Trademark Office a sus universidades y sus instituciones de adscripción. Las variables independientes se agrupan por dos tipos de factores que pueden influir en tal propensión: personales e institucionales. Como variables independientes del primer factor se encuentran: el nivel del investigador en el Sistema Nacional de Investigadores; la edad del investigador y si realizan investigación con investigadores del sexo opuesto. Para las variables independientes del segundo factor se consideran: la propensión del total de investigadores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores a participar en patentes de las universidad y los institutos de adscripción; el tamaño de la institución medido por el número total de investigadores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores; si la universidad o instituto cuenta con una Oficina de Transferencia Tecnológica y el número de programas de doctorados inscritos en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Adicionalmente, y aprovechando la información que proporcionan las patentes, se estima un modelo que también tiene como variable dependiente la propensión del investigador del Sistema Nacional de Investigadores y relaciona la propensión con variables independientes relacionadas a la naturaleza de la investigación en la que participan. Se considera a la importancia de la invención (medida por las citas recibidas a las patentes), al número de novedades generadas (medido por las reivindicaciones hechas en las patentes), a la amplitud tecnológica (medida por el número de clases tecnológicas) y a la colaboración tecnológica (medida por la copropiedad de una patente o copatente).

Se utiliza el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios ya que, bajo los supuestos del modelo lineal, los estimadores que resultan de este método poseen las propiedades deseables. Además, este método ayuda a realizar una buena aproximación de la magnitud en que influyen, en esta nueva medición de la propensión, variables ya probadas por la literatura y nos permite probar variables de una forma en que no se han medido antes.

El análisis se realiza a través de la información proporcionada por el Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. También por la información que proporciona la página de Internet de la United States Patent and Trademark Office. El criterio para identificar las patentes fue considerar la nacionalidad mexicana del propietario de la patente (*primary assignee country*).

Esta investigación contiene cinco capítulos y se presentan de la siguiente manera. En el capítulo uno se muestra el marco teórico y conceptual de la investigación en el marco de la relevancia de las patentes académicas. Se muestran hallazgos teóricos y empíricos relevantes sobre los factores que explican la propensión a patentar de los investigadores y de las universidades.

El capítulo dos amplía la evidencia empírica sobre los factores que influyen en la propensión a patentar de los investigadores y las universidades mostrando rasgos generales de los países industrializados, de algunos países de América Latina y de México.

El capítulo tres contextualiza en el rubro de ciencia y tecnología a México, mostrando indicadores relativos al tema y haciendo un recuento de patentes del país. Explica brevemente la legislación mexicana en esta misma área y da cuenta de la importancia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y del Sistema Nacional de Investigadores. Asimismo se realiza el análisis estadístico de las patentes concedidas por la United States Patent and Trademark Office a las universidades e institutos mexicanos durante 1980-2013. El capítulo

termina con el análisis de los investigadores insertos en el Sistema Nacional de Investigadores que han participado en patentes concedidas en la United States Patent and Trademark Office a sus universidades y a sus instituciones.

El capítulo cuatro pone a prueba las hipótesis que se han suscrito en la investigación. Primeramente se calculan las probabilidades referidas en las hipótesis 1 y 2. Después se explican las fuentes de datos, la metodología, los modelos econométricos, las variables y se reportan los resultados de las estimaciones analizando los coeficientes.

Por último, en la conclusión se analizan los resultados de esta investigación y se realizan recomendaciones de política pública.

CAPÍTULO I

LOS INVESTIGADORES Y LA INVENCION. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

Con base en la revisión de la literatura especializada sobre la innovación y particularmente la literatura relativa a los inventores y las universidades que patentan, en este capítulo se expone el marco teórico y conceptual de la investigación. Primeramente, se explica la relación entre la invención, la investigación básica y la aplicada. Asimismo se detalla el valor de proteger el producto mediante las patentes. En el marco de la importancia de las patentes académicas, se detallan las funciones que desempeñan las universidades y los investigadores en el proceso de generación del conocimiento científico y tecnológico. Por último, se identifican los hallazgos teóricos y empíricos más relevantes de estudios previos relativos a los factores que explican la propensión a patentar de los investigadores y de las universidades.

1.1 La invención, la investigación básica y la investigación aplicada

En el proceso de innovación tecnológica existen tres momentos fundamentales: la invención, la innovación y la difusión (Camacho, 1998). De acuerdo con Lemelson (2003) la invención es la concepción y producción de la investigación, la experimentación y algo de actividad mental que no era conocido o no era existente.

La investigación puede ser básica o aplicada. De acuerdo al Manual de Frascati: “la investigación básica consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden, principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables. La investigación aplicada consiste también en trabajos

originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida hacia un objetivo práctico específico” (OCDE, 2002:30).

Tanto la investigación básica como la aplicada pueden enfocarse en obtener resultados para resolver problemas tecnológicos. Arrow (1962) señala que los costos marginales de reproducir la investigación básica son reducidos y sus beneficios no disminuyen al compartirlos. Sin embargo, surge el problema de cómo abordar estudios sobre la medición de la investigación básica y su contribución a la innovación.

En la búsqueda de una resolución al problema anterior, Schmookler (1962; 1966) probó que la mayor parte de la investigación básica trata de satisfacer nuevas demandas de mercados y con ello formuló el modelo *tirón del mercado*.

Dentro de las instituciones que generan el conocimiento, surge otro tipo de reto: encontrar el equilibrio entre la investigación básica y la investigación aplicada; así, la concepción que considera igualmente valioso generar conocimientos básicos como aplicados comienza a extenderse en las instituciones y en los académicos (De Gortari, 1999).

Al realizar investigación aplicada, se crean nuevos productos o se mejoran procesos, por lo cual la exclusión del uso por terceros es importante para maximizar los beneficios económicos. Las vías para apropiar los beneficios derivados del esfuerzo innovador son variadas. En términos generales, se protege mediante tres instrumentos: los derechos de autor, las nuevas tecnologías y la propiedad industrial.

Derechos de autor. Es el derecho que la ley le reconoce al autor de una obra científica, literaria o artística para participar en los beneficios económicos que produzca la publicación, ejecución o reproducción de la misma (Rocha, 2003).

Nuevas tecnologías. Fue establecido para garantizar la apropiación de conocimiento generado por la biotecnología. Una característica para poder acceder a un certificado de obtentor es que la variedad vegetal haya sido generada por métodos científicos y que cuente con novedad, distinguibilidad, homogeneidad o uniformidad y estabilidad (Arteaga, Nemogá y Reguero, 1997).

Propiedad industrial. La propiedad industrial es la facultad o derecho legítimo que tiene un inventor sobre su obra. Cobija a procesos o productos que sean novedosos y de utilidad a nivel comercial o industrial. Los siguientes son ejemplos que salvaguardan las creaciones en los sectores industriales (Rocha, 2003)¹:

La declaración de denominaciones de origen

El registro de marcas y símbolos

El registro de diseños industriales

Los secretos industriales

Las patentes

Beneito (2006) considera que los modelos de utilidad y las patentes son las aproximaciones de la innovación más importantes y elementales. Pese a la importancia de estos dos títulos de propiedad intelectual, la patente es la preferida por la exclusividad de licencia y los beneficios que genera.

Las patentes permiten cuantificar los resultados del proceso de invención e innovación tecnológica desarrollados por las investigaciones básicas y aplicadas.

¹ No existe un modelo único de gestión de la propiedad industrial. Los organismos e instituciones a nivel nacional e internacional aplican una diversidad de enfoques y métodos para la generación y explotación de la propiedad industrial y la transferencia de tecnología.

1.2 Las patentes como indicador de la innovación

Las patentes registran información sobre la actividad inventiva a lo largo del tiempo, proporcionando datos accesibles y estandarizados aplicables a la investigación (Trajtenberg, Henderson y Jaffe, 2002).

La patente puede entenderse como el documento que acredita el derecho de la propiedad industrial monopólico y concedido por el Estado al autor o titular de una invención relativa al campo tecnológico. Le permite al autor explotar la licencia y al mismo tiempo impide, por un determinado número de años, que un tercero pueda producir o comercializar el uso del nuevo producto o proceso sin autorización de quienes inventan y desarrollan la tecnología. Debe cumplir los requisitos de ser novedosa, implicar un avance sustancial y ser aplicable industrialmente (Zaldivar y O'connor, 2012; Briones, Buesa y Heijs, 2011; Aboites, 2006).

La novedad se refiere a que la innovación contenida no existió previamente. El nivel inventivo asegura que el objeto de la patente tiene actividad inventiva no evidente. La utilidad económica o industrial es la aplicación y repetición del invento de manera que el público pueda tener acceso a él (Rocha, 2003).

El monopolio temporal que da la patente es un estímulo que genera el Estado para que las empresas, universidades, instituciones e inventores individuales patentes sus invenciones ya que pueden recuperar parte de la inversión. Estos agentes conforman redes por donde fluye el conocimiento tecnológico (Aboites, Capdevielle y Soria, 2011).

El sistema de patentes tiene como propósito impulsar el proceso de invención-innovación tecnológica. En un sistema de patentes se registran tres flujos de patentes básicos: solicitudes de patentes de residentes (nacionales), de no residentes (extranjeros) y

externas (que los nacionales solicitan en el sistema de patentes de otro país). Las patentes tienen validez en el país o los países en donde la solicitud de protección haya sido otorgada. La patente tiene un ciclo de vida institucional: la concesión (áreas técnicas en las cuales se permite legalmente el patentamiento), la protección (duración legal del monopolio de la patente) y la explotación (producción, importación licencias, etcétera) (Aboites, 2006).

La información contenida en las patentes es utilizada para medir de forma aproximada las actividades tecnológicas. Los datos de las patentes destacan por su calidad, detalle, rigor, estructura, accesibilidad, costo y amplitud temporal, geográfica y tecnológica (Quintás, Caballero, Arévalo y Piñeiro, 2012). Numerosos estudios han contrastado la bondad de usar la patente como indicador de la innovación.

Griliches (1990) afirma que a pesar de todas las dificultades, las estadísticas de patentes siguen siendo una fuente única para analizar el proceso de cambio tecnológico. Ninguna otra medida se le aproxima en cuanto a la disponibilidad de datos, la accesibilidad y al potencial en detalle industrial, organizativo y tecnológico.

Trajtenberg (1990) asevera que las patentes representan la única manifestación observable de la capacidad inventiva que puede reclamar validez universal.

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (2004) divulga que en ausencia de un indicador perfecto del resultado/producto de la innovación, las patentes resultan el mejor indicador disponible.

Schmookler (1962; 1966) contribuyó metodológicamente al ser el pionero de la recopilación de estadísticas sobre patentes y el primer autor que trató de relacionarlas con variables de producción, tratándolas como un indicador de recursos.

Por otra parte, Jaffe (1989) centró su atención en detectar a través de las patentes, la presencia en Estados Unidos de *spillovers*. El modelo de Jaffe comprueba la influencia

positiva que ejerce, sobre el número de patentes, el esfuerzo innovador llevado a cabo por las universidades.

Sin embargo, el uso de patentes presenta limitaciones, ya que no todas las invenciones pueden patentarse y no todas las invenciones que pueden patentarse se patentan. Hay conocimientos que no son susceptibles de ser patentados ya que tienen por objetivo hacer una contribución a la ciencia y no por ello genera menos impacto (Calderón, 2013). En esos casos es conveniente utilizar los mecanismos de divulgación del ámbito científico.

Las universidades y los centros de investigación son los principales generadores del conocimiento (Casas, 2001). A través de los siglos, la universidad ha evolucionado hasta realizar actividades que contribuyen al desarrollo del conocimiento tecnológico.

1.3 Los cambios en las universidades

La historia de las universidades es en gran parte la historia del pensamiento humano (Borrero, 2006). Durante el siglo XII, surgió en Francia e Italia una institución educativa a la cual se le llamó universidad. La enseñanza fue considerado su principal objetivo.

Hacia el siglo XIV, el modelo se extendió por toda Europa al interesar a monarcas y nobles como institución para su formación. Sin embargo, la deficiencia para organizar a las universidades hizo que el modelo entrara en declive a partir del siglo XV y hasta el siglo XVIII. Es a inicios del siglo XIX cuando, en Alemania, Alexander von Humboldt, propuso un modelo de universidad que combinara la docencia con la investigación, así fundó la Universidad de Berlín (Azagra, 2004).

A fines del siglo XIX, ocurrió la primera revolución académica, agregando la investigación como una segunda función de la universidad. A partir de ese momento, la universidad ya no se considera sólo trasmisora del conocimiento sino que se convierte en generadora (Etzkowitz, 2003).

Durante el siglo XX acontece la segunda revolución académica y se otorgó a la universidad su tercera función: satisfacer la necesidad de generar la “universidad empresarial” (Etzkowitz, 2003). Las definiciones de universidad emprendedora hacen referencia a una institución en constante cambio que es capaz de anticiparse a las transformaciones del entorno (Fernández, Otero, Rodeiro y Rodríguez, 2012).

En la primera mitad del siglo XX, el modelo clásico alemán se extendió por Francia y el Reino Unido. En este siglo surgieron los primeros organismos de investigación, promovidos con el fin de apoyar la industria (Azagra, 2004). Formalmente, la sociedad le asignó a las universidades y centros de investigación la misión de producción del conocimiento y, como resultado, surgieron avances en las ciencias básicas (física, química, biología, matemática, entre otros).

Así, las misiones de la universidad se resumen en tres grandes direcciones: investigar para el impulso de la ciencia; formar para el desarrollo de la persona y servir a la transformación de la sociedad (Ramírez y Valderrama, 2010).

Desde la tercera revolución académica, las universidades se han involucrado en el proceso de innovación, transitando de la investigación básica a la investigación aplicada, incluso, adoptando los dos enfoques de forma simultánea. Las universidades desempeñan una función central en la difusión de tecnología y la resolución de problemas tecnológicos.

En su papel de difusoras del conocimiento, las universidades utilizan las publicaciones en libros, revistas científicas, informes y documentos, la presentación de

trabajos en congresos y las relaciones interpersonales. El desarrollo de las invenciones es el fruto del trabajo en grupo entre diversas instituciones. Las universidades, los centros de investigación y las empresas (de carácter público o privado) se han vinculado para promover el desarrollo de actividades conjuntas de investigación, desarrollo, asesoría o instrucción (Cabrero, Cárdenas, Arellano, y Ramírez, 2011).

Las vinculaciones se han institucionalizado y este proceso se refleja en publicaciones conjuntas entre empleados de universidades y empresas, patentes solicitadas por investigadores y centros de estudio, actividades cooperativas de I+D, licencias o ventas de propiedad intelectual, asistencia técnica, intercambios formales e informales de información y contratación de personal calificado (Stezano y Millán, 2014).

A partir de los noventa, ha aumentado el interés de la universidad por la concesión de exclusividad de transferencia de los derechos de propiedad intelectual (Urraca, 2005).

Las licencias de patente y la creación de *spin-offs* constituyen las principales vías de comercialización de la tecnología desarrollada en la universidad, aunque los motivos para relacionarse de este modo no siempre sean económicos y también responden a motivos personales. Conclusiones de algunos estudios prueban que la razón principal para la cooperación de los investigadores con el sector industrial se debe a que les brinda las posibilidades de responder a intereses académicos personales (Stezano y Millán, 2014; D'Este y Perkmann, 2011).

Las patentes representan un importante vínculo entre la investigación básica y la aplicación industrial. Esto las convierte en una vía de difusión para que los científicos orienten sus esfuerzos a las necesidades del mercado y no sólo al propio conocimiento (Kuckartz, 1999). Debido a su relevancia, las patentes universitarias han generado un

interés, tanto desde el punto de vista de la investigación académica como para la formulación de las políticas públicas (Calderón, 2013).

1.3.1 Las patentes académicas

Si los resultados de una investigación universitaria son publicados sin una protección, cualquier empresa podrá beneficiarse sin traer ningún retorno para la universidad. Si la universidad pierde la protección debido a una publicación, los resultados difícilmente podrían ser comercializables (Anastacio y Ayuso, 2012).

Un ejemplo de la importancia de las contribuciones universitarias y su protección es el caso de Gatorade. En 1965 el entrenador del equipo de fútbol americano de la Universidad de Florida (Florida Gators), le pregunto al investigador de la misma universidad, el Dr. Cade, por qué sus jugadores perdían peso durante los partidos y después apenas orinaban. El equipo de investigadores del Dr. Cade demostró que al sudar, los jugadores perdían electrolitos, sodio, cloruro y potasio. Entonces ideó una bebida que compensara ese desequilibrio químico del cuerpo. La controversia de Gatorade es ampliamente documentada ya que uno de los colaboradores del Dr. Cade, obtuvo un trabajo en la Universidad de Indiana y fue contactado por la “Indianapolis-based Stokely-Van Camp” para patentar y comercializar el producto. La empresa garantizó los derechos como inventores del equipo de investigadores. Sin embargo, la Universidad de Florida inició acciones judiciales para reclamar sus regalías ya que la investigación principal se realizó en sus instalaciones y por su profesorado. *The Gatorade Trust* fue el acuerdo en el que todas las partes reconocieron los derechos económicos de cada uno por los ingresos de

explotación de la patente de la bebida. La Universidad de Florida ha recibido más de 100 millones de dólares por los derechos de Gatorade (Vargas, 2010).

Las patentes académicas se definen como aquellas patentes propiedad o no de la universidad que son inventadas por al menos un investigador académico (Soria, 2014).

El estudio del patentamiento académico es un campo que comienza a explorarse a principios de los noventa a raíz de la tercera revolución académica. Varios estudios identifican los determinantes del desarrollo de patentes universitarias (véase cuadro 1).

Cuadro 1. Factores determinantes de la propensión a patentar por unidad de análisis

Recursos	Factores determinantes (relaciones)	Unidad de análisis	
		Universidad	Grupos de investigación
Institucionales	Tradición de vínculos con la industria (+)	Miyata (2000); Owen-Smith y Powell (2003)	
	Personal de investigación (+)	Coupé (2003); Fernández et al (2009)	
	Tamaño de los grupos de investigación (-)		Azagra (2001)
	Dedicación a tiempo completo (+)		Carayol (2004)
	Presupuesto transferido del gobierno a la universidad (+)	Baldini et al (2006)	
Humanos	Calidad de la Investigación (+)	Fernandez et al (2009); Miyata (2000)	Agrawal y Henderson (2002); Carayol (2004)
	Cuantía de la investigación (número de publicaciones) (+)	Owen-Smith y Powell (2003)	Acosta et al (2004)
Financieros	Financiación privada de la investigación (+)	Henderson et al (1998)	Acosta et al (2004); Carayol (2004)
	Financiación pública de la investigación (+)	Foltz et al (2000)	Azagra (2001)
Comerciales	Experiencia de la OTT (+)	Fernandez et al (2009)	
	Número de miembros de la OTT (+)	Foltz et al (2000)	
	Número de centros de transferencia (+)	Henderson et al (1998)	
	Resultados previos de los investigadores en desarrollo de patentes	Baldini et al (2006)	
Factores políticos	Gastos regionales en I+D (+)	Coupé (2003)	
	Entorno legal para investigación	Henderson et al (1998)	
	Localización geográfica de la universidad en una región caracterizada por un alto nivel de desarrollo industrial (+)	Baldini et al (2006)	

Notas:

(+/-) Relación positiva/negativa

Francia: Carayol (2004)

España: Acosta et al (2004); Azagra (2001); Fernandez et al (2009)

Italia: Baldini et al (2006)

El resto de trabajos analiza el caso de EEUU

Fuente: Rodeiro, Fernández, Rodríguez y Otero (2012).

Rodeiro, Fernández, Rodríguez y Otero (2012) realizan aproximaciones a través del modelo de regresión binomial negativo para determinar cuáles son los factores

institucionales, humanos, financieros y comerciales que influyen en el desarrollo de patentes universitarias. Con información de 47 universidades públicas españolas, los resultados de su investigación son:

- El número de patentes está relacionado positivamente con el porcentaje de tesis defendidas en las áreas científicas más orientadas al mercado
- El tamaño de la universidad ejerce una influencia positiva en su actividad patentadora. Tanto si se mide a través de las variables relativas a la financiación de la investigación como si se aproxima a través del personal docente e investigador doctor
- Ni la cantidad de investigación ni su calidad influyen significativamente en el desarrollo de patentes universitarias
- Los investigadores pueden mostrarse adversos a dedicar tiempo a patentar porque publicar resulta más relevante para su carrera académica
- Los recursos financieros destinados a investigación presentan una relación directa con el desarrollo de patentes que es estadísticamente significativa. Esta relación se mantiene con independencia de la naturaleza de los fondos (públicos o privados)
- Aunque se encuentra evidencia en otros estudios de una relación positiva de la propensión a patentar con la cantidad de recursos humanos en una Oficina de Transferencia Tecnológica (OTT), este estudio encuentra que no hay muestra de que la cantidad de recursos humanos de la OTT influya en el número de patentes creadas
- El porcentaje del PIB regional destinado a I+D tampoco resulta significativo
- Los recursos financieros son el factor que determina en mayor medida la capacidad de las universidades para desarrollar patentes.

Otros factores considerados en modelos econométricos son: el tamaño de la institución, medida por el stock de las patentes concedidas; la eficacia, medida por el número de patentes solicitadas y otorgadas a las instituciones universitarias (Calderón, 2014).

Sin embargo, de investigaciones como la de Balconi, Breschi y Lissoni (2004) se desprende la idea de llevar a cabo un análisis de patentes universitarias utilizando como unidad de estudio al inventor. Por lo tanto, se considera importante analizar el papel que juegan los investigadores en la producción del conocimiento tecnológico en sus universidades y sus instituciones.

De los investigadores se puede obtener información sobre sus motivaciones para proteger su invención, información acerca de los beneficios de patentar y de transferir sus conocimientos y los lineamientos que siguen para vincularse con la industria. También se pueden considerar indicadores como el perfil del investigador y la productividad individual (Huber, 2001).

1.4 Los investigadores inventores en universidades e instituciones

Debido a la capacidad de producción de conocimiento, la unidad de análisis de las patentes académicas es la universidad, al ser la organización con los recursos para realizar I+D tecnológico. Desde una perspectiva individual da origen al conocimiento, la unidad de análisis se determina como el inventor académico al ser el agente creador en el nivel individual.

Los científicos se enfrentan con “la elección de problemas”, al elegir los temas en los que guiarán su investigación. Esta elección depende de los incentivos como

recompensas materiales, prestigio social o satisfacción intelectual. Los científicos son capaces de contribuir a la resolución de problemas técnicos que emergen del proceso de innovación por su experiencia y familiaridad con el conocimiento.

El inventor con formación universitaria tiene la ventaja de conocer dónde encontrar la información que necesita para la creación de nuevos productos o procesos. Suele suponerse que los inventores académicos divulgarán los resultados de sus investigaciones, cediendo los derechos de propiedad intelectual de la invención a la universidad por considerarla como la organización empleadora. Los investigadores que producen conocimiento tecnológico se pueden clasificar de acuerdo a Gay, Lathan y Le Bas (2005) como inventores prolíficos siempre y cuando sean considerados agentes que inventan constantemente y tienen una alta participación en el proceso de creación de nuevas ideas.

A pesar de que la literatura sobre patentes académicas resalta la importancia del análisis de los aspectos institucionales y organizacionales que propician la generación de patentes, es importante conocer las motivaciones de los investigadores que participan de la actividad inventiva de las instituciones.

1.5 Factores que influyen en la propensión a inventar de los investigadores

Entre los factores que influyen en la propensión a inventar de los investigadores, se destacan: la educación, la especialización tecnológica, la inversión en I+D, la movilidad de los inventores, un sistema fuerte de patentes y el valor de la invención (ver Cuadro 2). No obstante, se ha prestado una menor atención a los factores individuales del investigador, como los atributos personales y las características de su carrera personal y académica.

Cuadro 2. Factores que influyen en la propensión a inventar

Autor	Factor	Característica
Mankiew et al. (1992); López (2008); Holis (2009)	Educación	Un mayor grado de educación y especialización proporciona una mejor formación del acervo de conocimientos y fortalecimiento de las capacidades de los inventores. Además, permite incrementar la productividad de los inventores y contribuye al crecimiento económico
Whittington y Smith-Doer (2008); Latham et al. (2012)	Especialización tecnológica	La especialización científica y tecnológica en los inventores favorece su productividad en la generación de patentes
Jaffe et al. (1993); Iturribarria (2007)	Derrama de conocimiento	La naturaleza colectiva del proceso de aprendizaje involucra una constante interacción entre los agentes, en la que se intercambian ideas y conocimiento y se fortalecen habilidades. Se reconocen como externalidades
Nomaler y Verspagen (2007)	Flujo de conocimiento de la ciencia a la tecnología	La innovación tecnológica depende del conocimiento creado por la investigación científica
Audretsch y Feldman (1996)	Características industriales y conglomeración	Mayor grado de actividades innovadoras en conglomerados industriales que concentran distintos atributos locales, tales como universidades y centros de investigación; elevada inversión en I+D; disponibilidad de mano de obra cualificada, entre otros.
Audrestch y Feldman (1996); López (2008); Membrives y Chacón (2010)	Inversiones en I+D	La inversión en I+D favorece la transferencia tecnológica, el aprendizaje tecnológico y el financiamiento de las actividades de innovación; invención, escalamiento a nivel industrial y difusión. La I+D es fundamental para el desarrollo de tecnologías nuevas
Schumpeter (1942), dosi (1988) y García y Romero (2010)	Empresas	Las empresas tienen un papel clave en la innovación. Éstas invierten en I+D con la finalidad de crear nuevos productos y procesos que contribuyen a incrementar la productividad, el crecimiento empresarial y la competitividad, con enormes beneficios derivados de la innovación
Cartens y Maskus (2005); Scherer (2005); Díaz (2005)	Sistema de patentes fuertes	El sistema de patentes fomenta las inversiones encaminadas a generar nuevas invenciones, el asegurar retornos de la inversión en I+D más los beneficios provenientes de la condición de monopolio de la explotación comercial de la invención. Los inventores tendrán ganancias como dueños de la patente o sólo como inventores
Koulopoulos (2009)	Reconocimiento individual	Las recompensas por nuevas ideas pueden ser monetarias (mejores salarios, becas, premios) pero también incluyen el prestigio entre la comunidad científica y tecnológica y el reconocimiento nacional o internacional por contribuciones al progreso tecnológico y de la humanidad
Holis (2009); Latham et al. (2010, 2012)	Movilidad de los inventores	La movilidad favorece la productividad de los inventores porque es un medio para la difusión y extensión del conocimiento
Gay, Latham y Le Bas (2008); Latham, Le Bas y Volodin (2011, 2012)	Valor de la invención	La productividad de los inventores tiende a ser mayor cuando sus invenciones gozan de mayor valor

Fuente: Maldonado, Guzmán y Peredo (2015).

Para el caso de México, Soria (2014), a través de entrevistas a investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana, encuentra que entre los motivos personales para que los académicos participen en el patentamiento está el reconocimiento de pertenecer (o no) al Sistema Nacional de Investigadores del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México. Los investigadores altamente productivos convierten la investigación en una motivación de vida.

Algunas de las características individuales de los inventores que se asocian con la propensión a patentar son la edad y la experiencia en patentar medida mediante el número de patentes acumuladas en años previos (Maldonado, Guzmán y Peredo, 2015).

Aceytuno y Sánchez-López (2014), a través de una encuesta y del sistema de información académica de la universidad de Huelva, identifican tres grupos de factores individuales que afectan a la propensión que tienen los académicos a la transferencia de tecnología: atributos personales, atributos de su carrera profesional y atributos de su carrera investigadora (ver Cuadro 3).

Cuadro 3. Factores personales, de carrera profesional y de carrera académica de los investigadores que influye en su decisión de patentar

Factores explicativos		
Factores individuales	Atributos personales	Edad
		Sexo
		Presencia de modelos empresariales en la familia
		Valoración de la profesión de empresario
	Carrera profesional (fuera de la universidad)	Experiencia profesional externa a la universidad
		Habilidades empresariales
	Carrera académica	Rama de la investigación
		Doctorado
		Antigüedad del doctorado
		Categoría profesional en la universidad
		Años de experiencia en la universidad
		Productividad de la investigación

Fuente: Aceytuno y Sánchez-López (2014)

El estudio de Aceituno y Sánchez-López se realiza mediante un modelo logit y muestra que existe una influencia determinante del sexo sobre la propensión a transferir tecnología. Se encuentra que los hombres son más propensos a transferir tecnología. La presencia de modelos empresariales en la familia y la valoración de la profesión de empresario parecen ejercer una influencia positiva sobre la propensión a patentar o crear empresas pero no son estadísticamente significativos.

Tampoco son significativas las variables sobre la experiencia profesional fuera de la universidad y la obtención de habilidades para la gestión de empresas. La rama de conocimiento de los investigadores se presenta como una variable determinante sobre la propensión a realizar actividades de transferencia tecnológica. La propensión es mayor en el caso de los no doctores y en los investigadores que ocupan puestos de menor estabilidad y retribución en la universidad. Los investigadores más productivos en artículos y libros son los que muestran una mayor disponibilidad hacia la transferencia de tecnología.

Para agrupar la información más relevante del capítulo, resumimos que los principales factores que influyen en la generación de patentes universitarias, considerando a las universidades como objeto de estudio, son: características institucionales de las universidades, los recursos dedicados a la I+D, los campos de especialización y la calidad de la investigación académica, la normativa en propiedad industrial entre la universidad y los investigadores, las estructuras de apoyo como las Oficinas de Transferencia de Tecnología y las características del entorno. Los factores más influyentes en la decisión de un investigador para involucrarse en las patentes de su institución son: la edad, la rama de la investigación, reconocimiento personal o los años de experiencia. Este fenómeno se ha estudiado con mayor amplitud para los países industrializados y en menor medida para los países en desarrollo. En el siguiente capítulo se presentan estudios relativos al tema.

CAPÍTULO II

UNA REVISIÓN SUCINTA DE LA EVIDENCIA EMPÍRICA

Con el fin de dar cuenta de la evidencia empírica sobre los factores que influyen en la propensión a patentar de los investigadores y de las universidades, este capítulo tiene como objetivo destacar rasgos generales de los países industrializados y de algunos países de América Latina. Se enfatizan los estudios relativos a México.

2.1 Los países europeos

Las similitudes históricas, culturales e institucionales entre las universidades de Estados Unidos y Europa tienden a disminuir sus diferencias en cuanto al nivel de patentamiento. Sin embargo, en algunos países europeos existieron prohibiciones legales y predisposición cultural en contra del patentamiento de las instituciones y los profesores (Quintás, Caballero, Arévalo y Piñeiro, 2012).

Durante finales del Siglo XIX, las universidades alemanas crecieron rápidamente desarrollando vínculos estrechos con las industrias químicas. El crecimiento es explicado por la creación de laboratorios públicos de investigación, institutos técnicos y apoyo a la investigación aplicada. Por ello, a principios del siglo XX, las universidades alemanas se convirtieron en líderes formando científicos provenientes de los Estados Unidos. El modelo alemán fue adoptado por las universidades públicas y privadas de los Estados Unidos, pero las universidades de Estados Unidos se mantuvieron débiles en la investigación hasta mediados del siglo XX.

En Alemania, la figura denominada “privilegio del profesor” (*Hochschullehrer-Privileg*) estuvo vigente hasta el año 2002. Esta figura de vinculación se centraba en concederle libertad al profesor a utilizar sus resultados científicos para la comercialización privada, incluso si la investigación se llevó a cabo en la universidad y fue financiada por fuentes públicas (Grimpe y Heide, 2009).

En Francia y Gran Bretaña, las universidades comenzaron a manifestar su actividad patentadora a inicios de los ochenta; en España e Italia, a finales de los ochenta; en Bélgica, Alemania, Finlandia y Holanda a mediados de los noventa y en Suiza e Irlanda a finales de los noventa. Las patentes universitarias depositadas en solitario registraron un fuerte crecimiento, de 20 patentes registradas entre 1978 y 1982 se registraron 1,175 entre 1998 y 2002. Para Bélgica, Suiza, Alemania, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Gran Bretaña, Grecia, Irlanda, Italia, Portugal y Holanda, la actividad patentadora representa el 49.6% del total de patentes depositadas en la Oficina Europea de Patentes (EPO) para el periodo 1978-2002 (Urraca, 2005).

El estudio de Quintás, Caballero, Arévalo y Piñeiro (2012) compara las universidades europeas con las japonesas y las estadounidenses. Concluye que las universidades europeas solicitan más patentes que las japonesas en la EPO pero distan bastante de las universidades estadounidenses. Este estudio establece un ranking en patentamiento en la EPO de las universidades europeas donde destacan las universidades ubicadas en Reino Unido, encabezando la lista la Universidad de Londres (ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Ranking de universidades europeas que solicitan más patentes en la EPO, 1878-2003

	País	Universidad	Número de patentes
1	Reino Unido	Universidad de Londres	277
2	Reino Unido	Universidad de Manchester	240
3	Reino Unido	Universidad de Cambridge	215
4	Reino Unido	Universidad de Southampton	177
5	Reino Unido	Universidad de Bristol	158
6	Holanda	Universidad de Delft	154
7	Reino Unido	Universidad de Sheffield	151
8	Reino Unido	Universidad de Stratchclyde	147
9	Reino Unido	Universidad de Glasgow	137
10	Reino Unido	Universidad de Nottingham	133

Fuente: Quintás, Caballero, Arévalo y Piñeiro, 2012

2.2 Estados Unidos

A principios del siglo XX, el financiamiento federal y estatal apoyó una amplia investigación agrícola y servicios de extensión, lo que provocó el aumento de la productividad de este sector en los Estados Unidos. Entre las primeras universidades de investigación están el Instituto Tecnológico de Massachussets, la Universidad de Stanford y la Carnegie Mellon University (Suzuki, Goto y Baba, 2008).

A partir de la integración masiva de académicos al esfuerzo de la Segunda Guerra Mundial y posteriormente de la Guerra Fría, se restó importancia a la interacción de las universidades con el sector no gubernamental y con el no militar. Disminuyeron los fondos gubernamentales para la investigación científica y los centros de estudio debieron preocuparse por obtener otras fuentes de financiamiento (Varela, 1999).

Durante la década de los setenta se promovieron leyes para incentivar la transferencia de tecnología desde las universidades a las empresas utilizando dos vías: 1) desarrollar

acciones para potenciar la interacción universidad-empresa, y 2) asumir la transferencia se podía incentivar mediante la protección de los resultados de la investigación académica a través de patentes en la universidad.

Al no existir mecanismos que agilizaran el proceso de transferencia de conocimiento que se generaban entre agentes, fue preciso legislar en la materia, sobre todo en el marco de la transferencia que se realiza de la universidad hacia la industria. Estados Unidos fue el primero al promulgar la Ley Bayh-Dole (Ley B-D) para tales efectos.

La Ley B-D permite a las universidades e instituciones ofrecer en exclusividad de licencia el uso de tecnologías desarrolladas con financiamiento del gobierno. A las universidades se les permite licenciar y retener el ingreso que resulte por la explotación de la investigación realizada (Varela, 1999). Esta ley también proporcionó el incentivo de invertir en el esfuerzo de las tecnologías comercializables para alentar un mayor patentamiento y licenciamiento en las universidades.

Posterior a la ley, dentro de las universidades se generalizó la creación de Oficinas de Transferencia Tecnológica, lo que ayudó a incrementar la cantidad de patentes concedidas y el volumen y valor de los contratos con las empresas.

El éxito en los Estados Unidos de la Ley B-D se contabiliza inmediatamente. El número de universidades que patentaron después de la implementación de la Ley B-D aumentó. En 1965 la cifra era de 30 universidades y en 1992 la cifra creció a 150 universidades (Azagra, 2004). Para ese mismo año, las universidades solicitaron 2,300 patentes de las cuales obtuvieron 1,758 (76.4%). Las ventas de invenciones patentadas por las universidades fueron de nueve mil millones de dólares, en tanto que los ingresos por concepto de licenciamiento fueron de aproximadamente doscientos millones de dólares (Cárdenas, 1999).

Aunque a partir de la Ley B-D se demostraba un crecimiento en la participación de las universidades en el patentamiento, no todos los resultados de los estudios concordaban con ello. Ejemplo es el estudio de Henderson, Jaffe y Trajtenberg (1998) quienes demostraron que las patentes universitarias son más importantes y más generales que la patente típica, pero que esa diferencia disminuye con el tiempo, de tal modo que a finales de la década de 1980, la diferencia dejó de ser significativa. Mowery y Ziedonis (2002) utilizando la misma muestra que Henderson, Jaffe y Trajtenberg, atribuyen la pérdida de importancia a que las universidades que comenzaron a patentar después de la Ley B-D lo hicieron en actividades de menor relevancia tecnológica.

Sin embargo, no se puede demeritar el cambio que significó la Ley B-D. Antes de la promulgación de la Ley B-D, la universidad compartía con el Estado los resultados de sus investigaciones a través de lo establecido por el Institutional Patent Agreement. Después de 1980 hubo una ruptura sin precedentes en ningún otro país porque la Ley B-D permitió por primera vez que las universidades pudieran apropiarse de los derechos de explotación de los resultados de sus investigaciones financiadas con fondos federales. Con ello, comenzó a tomar importancia el patentamiento de las investigaciones que se realizan dentro de las universidades.

Esta ley hizo que las universidades se esforzaran por comercializar sus derechos de propiedad intelectual. Así, en algunas universidades donde se desarrollaron importantes tecnologías, las actividades de transferencia de tecnología son ahora una fuente significativa de ingresos (Etzkowitz, 2003).

Algunas de las universidades donde existe una política explícita para el reparto de regalías a los inventores son (OMPI, 2000):

- La Universidad de California resta el costo de patentes y gastos administrativos y otorga el 50% de los primeros cien mil dólares
- La Universidad de Stanford descuenta un 15% y otorga la tercera parte del restante al inventor
- La Universidad de Columbia paga el 40% al inventor por los primeros cien mil y después el 20%
- La Universidad de Washington resta los gastos de patentes y un 15% de gastos administrativos, y los primeros diez mil son para el inventor, hasta cuarenta mil le corresponde el 40% y cuando se rebasa la cifra anterior, el porcentajes es del 30%

En el estudio de Quintás, Caballero, Arévalo y Piñeiro (2012) donde se compara a las universidades estadounidenses con las europeas y las japonesas, se concluye que las universidades estadounidenses son más activas en la solicitud de patentes en la EPO. El análisis por áreas tecnológicas revela que en las universidades de Estados Unidos la importancia relativa la tiene el área químico-farmacéutica.

Otra conclusión del estudio arriba referido es que, en general, las universidades estadounidenses solicitan la protección en un mayor número de países. El ranking presentado por Quintás, Caballero, Arévalo y Piñeiro refleja el mayor patentamiento de las universidades de Estados Unidos en la EPO, destacando la Universidad de California (ver Cuadro 5). Estos resultados parecen reflejar la mayor orientación comercial de las universidades estadounidenses.

Cuadro 5. Ranking de universidades estadounidenses que solicitan más patentes en la EPO, 1878-2003

	País	Universidad	Número de patentes
1	EUA	Universidad de California	3,720
2	EUA	Universidad de Texas	1,515
3	EUA	Universidad de Florida	921
4	EUA	Universidad de Hopkins	906
5	EUA	Universidad de Washington	838
6	EUA	Universidad de New York	893
7	EUA	Universidad de Stanford	867
8	EUA	Universidad de Michigan	864
9	EUA	Universidad de Columbia	672
10	EUA	Universidad de Pensilvania	566

Fuente: Quintás, Caballero, Arévalo y Piñeiro, 2012

2.3 América Latina

La gran diferencia de las capacidades de innovación entre países industrializados y países en desarrollo es que los primeros son productores netos de tecnología y los segundos son economías consumidoras netas de tecnología, ya que demandan y consumen más tecnología que la que producen.

Los países en desarrollo no tienen empresas que se caractericen por producir nuevas tecnologías lo que las convierte en importadores de tecnología. Estas economías se benefician de la imitación y de la difusión de las mejores prácticas y productos creados por los países industrializados que se encuentren en el mercado. La mayor parte de la investigación es realizada en centros universitarios y esto los convierte en una fuente doméstica de conocimientos casi única (Solleiro y López, 1994). En los centros universitarios, es común encontrar al investigador que prefiere dedicar su tiempo a la investigación básica y después publicar los resultados (Solleiro, Ritter dos Santos y Escalante, 2008).

En América Latina, la universidad es el principal empleador de investigadores y es el mayor receptor de subsidios públicos para la investigación (Calderón y García-Quevedo, 2012). En esta misma región, las universidades públicas son aquellas que poseen el mayor número de patentes otorgadas. Sin embargo, las universidades de América Latina no tienen una tradición de patentar. Una de las razones es que pocas universidades tienen grupos de investigación y programas consolidados y competentes que puedan hacer frente al reto de desarrollar tecnología para la industria.

En Brasil, las actividades de investigación están desarrolladas casi exclusivamente dentro de universidades y centros públicos de investigación, los cuales poseen una producción científica y tecnológica abundante que raramente llega al mercado. De acuerdo con el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INPI) en el periodo de 2000 a 2004, fueron depositadas 784 solicitudes de patentes universitarias, lo que representa un crecimiento de 130% en relación a la década de los noventa. En el mismo periodo, la Universidad de Campinas (UNICAMP) presentó 232 depósitos, equivalentes al 30% del total de la región sureste (Anastacio y Ayuso, 2012).

El estudio de Maldonado, Guzmán y Peredo (2015) analiza los factores que contribuyen a la propensión a innovar de las mujeres en Brasil a través de información proporcionada por la Oficina Estadounidense. Mediante un análisis econométrico binomial negativo encuentran que el factor con mayor impacto es el gasto en I+D, seguido por el tamaño de los equipos, y detrás están el vínculo con el ámbito académico y la presencia empresarial.

En Colombia, en un periodo de diez años (1994-2004), tres universidades concentran el 75% del total de patentes solicitadas en la Organización Mundial de la Propiedad

Intelectual. De esas tres, la Universidad Nacional de Colombia posee más de la mitad de las patentes, correspondiéndole 11 de las 20 solicitadas (Schmal, López y Cabrales, 2006).

Para el caso de Chile, en la actividad de patentamiento no existe un comportamiento regular ya que casi el 90% de las solicitudes en la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual son realizadas por 7 universidades. La Universidad de Concepción y la Universidad Técnica Federico Santa María solicitan regularmente patentes y entre ambas poseen más del 50% de las solicitudes universitarias. Sin embargo, menos del 5% fueron concedidas y ninguna está generando ingresos (Schmal, López y Cabrales, 2006).

2.4 México

Diversas instituciones de investigación mexicanas han obtenido éxito desarrollando tecnologías. Un caso es el proceso de nixtamalización del maíz para la producción de harina para tortillas, desarrollado por el Instituto Mexicano de Investigaciones Tecnológicas. Otro caso es el del proceso DEMEX para procesamiento de crudos pesados del Instituto Mexicano del Petróleo que obtuvo diversas patentes en México, Estados Unidos y Japón, generando regalías (OMPI, 2000).

Algunas invenciones desarrolladas en las universidades también han sido licenciadas a empresas y han tenido buen éxito en el mercado. Por ejemplo, en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se desarrolló la tecnología para tratamiento de aguas residuales que ha sido transferida a cinco empresas; también se desarrolló la aleación Zinalco que es usada en llaves para cerraduras, contactos eléctricos de baja fricción; y dispositivos de entrada o maquinarias (Gortari, 1999).

En cuanto a cifras referentes a la investigación básica y aplicada en México, por ejemplo, se tiene cuenta que, en 1974, la investigación realizada en la Facultad de Química de la UNAM privilegiaba la investigación básica al realizar 90% de investigación básica y 10% de investigación aplicada y no se tenía un registro de cuánta investigación contribuía al desarrollo tecnológico. Para 1986, la relación se había modificado correspondiendo el 41% a investigación básica, 41% a investigación aplicada y ya se separaba al desarrollo tecnológico (18%).

Para conocer los elementos que influyen en la producción de patentes en las universidades, instituciones de educación superior y centros públicos de investigación mexicanos se han elaborado diversos estudios cuantitativos y cualitativos.

Calderón (2014) realiza un estudio a las patentes pertenecientes a sesenta universidades e instituciones mexicanas utilizando la base de datos de la EPO en el periodo 2007-2010. Tomando como variable dependiente el número de patentes estima una regresión agrupada. Sus resultados para el conjunto de variables independientes son:

- 1) La oferta de estudios de doctorados en el Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología tiene un signo positivo y es significativa
- 2) Las variables que se desprenden del índice calculado por el Instituto para la Información Científica son significativas en el modelo y supone que con ello se refleja la calidad de la investigación en la producción de patentes
- 3) El tamaño de las universidades es un elemento explicativo
- 4) La característica de ser una universidad privada no influye en la obtención de patentes
- 5) El *stock* de las patentes otorgadas a la universidad es altamente significativo

Aboites y Díaz (2013) exploran las características principales de diferentes grupos de inventores académicos (generadores o productores de patentes) de la Universidad Autónoma Metropolitana para explicar los factores asociados al proceso de producción de conocimiento. El estudio lo realizan con información de las patentes reportadas en la Coordinación General de vinculación de la universidad entre 1984 y 2011. Como conclusiones obtienen que la producción de conocimiento codificado en patentes no es una actividad constante y permanente y que los grupos de inventores académicos que presentan mayor grado de propensión a la vinculación industrial tienen en común que sus líderes fueron formados en el sistema educativo estadounidense.

Calderón y García-Quevedo (2012) realizan un estudio para examinar los factores que influyen en la capacidad de las universidades públicas mexicanas para generar patentes. Toman datos de ochenta universidades y aplican un modelo econométrico binomial negativo. La variable dependiente son las patentes concedidas a la universidad por año en un periodo de 2006-2009. Calderón y García-Quevedo encuentran que las variables independientes significativas son: el número de programas de posgrado; la existencia de doctorado en la institución; el tamaño de las universidades; la existencia de una OTT. La variable que distingue si la universidad es federal o autónoma no es significativa.

Cabrero, Cárdenas, Arellano y Ramírez (2011) realizan un análisis de la Encuesta Nacional de Vinculación para conocer cómo han colaborado las universidades con las empresas. Una de las conclusiones a las que llega el estudio es que es necesario revisar la normatividad interna de las instituciones de educación superior para saber si son una barrera, ya que solo el 46% de las instituciones otorga una remuneración adicional por participar en proyectos de investigación en vinculación con la industria.

Nuñez y Pedroza (2011) realizan un estudio exploratorio de las capacidades de dieciocho centros públicos de investigación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología a través de datos proporcionados por el Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial y de la página Web del consejo. Como conclusión, infieren que las estrategias para proteger la inventiva por medio de patentes de cada centro de investigación son incipientes e inconsistentes. El 72% de las patentes otorgadas pertenecen únicamente a cuatro de los dieciocho centros.

Stezano y Millán (2014) realizan un estudio cualitativo a través de diecisiete entrevistas con el objetivo de conocer los principales incentivos que los académicos mexicanos consideran para adoptar relaciones de colaboración con el sector industrial. Como principales resultados, encuentran que los investigadores de las universidades se comprometen con la industria para profundizar su investigación y no para buscar comercializar sus ideas. Destacan los incentivos relacionados con aprendizaje y desafíos del conocimiento, especialmente con consideraciones vinculadas al incremento de capacidades para enfrentar problemas tecnológicos, a la comprensión del ámbito de aplicación del conocimiento científico y a la conformación de redes de conocimiento.

Calderón (2013) realiza un estudio cualitativo para el caso de la UNAM a través de diez entrevistas a los investigadores con un mayor número de patentes de acuerdo a los datos del Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas. Los temas de las entrevistas se estructuraron alrededor la trayectoria del investigador, datos sobre el grupo de investigación, relaciones previas con la industria, características institucionales, infraestructura, fuentes de financiamiento, entre otras.

El estudio encuentra que los investigadores consideran que no hay mecanismos y normativas institucionales de apoyo para patentar. Asimismo, los investigadores comentan

que no se puede distanciar la investigación básica de la investigación aplicada ya que la primera es punto de partida para realizar la segunda. Se detecta que los investigadores no perciben una contraposición entre la divulgación científica y la protección de la propiedad industrial ya que es posible hacer coincidir en tiempos la publicación de un artículo con el plazo que legalmente se observa para el registro de una patente.

Los países industrializados y los países en desarrollo mantienen sus diferencias en la producción de las patentes académicas. Los autores de los estudios para ambas regiones concuerdan en el uso de las variables explicativas del patentamiento académico al mostrar que el marco institucional, las características individuales de las universidades y el funcionamiento de las OTTs son elementos relevantes para la producción de patentes. El Cuadro 6 contiene una síntesis de los estudios presentados anteriormente

Cuadro 6 Estudios que muestran la evidencia empírica (inicia)

País	Autor	Objetivos	Metodología	Variables	Conclusiones
Europa y EUA	Quintás, Caballero, Arévalo, Piñeiro (2012)	Analizar la actitud hacia la solicitud de patentes a través de la vía europea de las universidades estadounidenses, europeas y japonesas	Análisis comparativo examinando diferentes variables para comparar a las universidades estadounidenses, europeas y japonesas utilizando la base de datos de la Oficina Europea de Patentes	Solicitud de patentes // Áreas tecnológicas // #de países en los que se solicita protección // universidades más activas // empresas que mas colaboran con universidades	El núm de solicitudes de patentes por universidades se ha incrementado // La tendencia creciente es relevante en el área químico-farmacéutica. Esto se muestra también en que las empresas que más colaboran con universidades pertenecen a estas áreas.
Brasil	Maldonado, Guzmán y Peredo (2015)	Analizar la evolución y naturaleza de la actividad inventiva de las mujeres en Brasil durante el periodo 1997-2013 e identificar los factores que influyen en la propensión de las mujeres a inventar	Análisis econométrico de tipo Poisson con datos de la United States Patent Trademark Office para medir la magnitud en que influyen las variables en la propensión a inventar de las mujeres brasileñas	Disponibilidad de investigadoras // Gasto en I+D y actividades científicas // Cooperación tecnológica // Movilidad de inventores // Vínculo entre los ámbitos tecnológico y académico // Presencia empresarial // Tamaño del equipo de investigación // Ley de innovación / Ley de incentivos fiscales // Programa La Mujer y la Ciencia	La propensión a inventar de las mujeres en Brasil se encuentra asociada al gasto en I+D, las patentes concedidas a firmas, un mayor tamaño de los equipos de inventores y el vínculo entre los ámbitos tecnológico y académico en las invenciones patentadas.
Chile	Schmal, López y Cabrales (2006)	Evaluar el desempeño de las universidades chilenas como productoras de conocimientos con valor comercial restringido a la propiedad intelectual con aplicaciones industriales	Análisis de las patentes chilenas a través de los datos recopilados por la Oficina de Información del Departamento de Propiedad Industrial del Ministerio de Economía	Patentes industriales // Modelos de utilidad // Diseños industriales.	Las universidades que han destinado recursos de infraestructura, de recursos humanos y presupuestos para la gestión de derechos de propiedad intelectual y para la transferencia tecnológica, han obtenido resultados que van desde el incremento en la presentación de solicitudes como en la obtención de patentes

Fuente: Elaboración propia con información de los autores citados

Cuadro 6 Estudios que muestran la evidencia empírica (termina)

País	Autor	Objetivos	Metodología	Variables	Conclusiones
México	Calderón (2014)	Analizar los elementos que en México influyen en la producción de patentes en las universidades e instituciones de educación superior (IES)	Se construye una base de datos para 60 universidades mexicanas recolectando información de la EPO y se estima un modelo tipo binomial negativo	# de patentes solicitadas // Orientación tecnológica // Entidad pública o privada // Programas de doctorado // Personal de tiempo completo // Personal en el SNI // Publicaciones indizadas en ISI // Citas recibidas en ISI // Publicaciones indizadas en Scopus Citas recibidas en Scopus // Años de fundación // # de patentes otorgadas // Promedio de patentes otorgadas previo a la estimación // Promedio de patentes otorgadas solicitadas	La estimación pone de manifiesto la influencia en la capacidad y calidad investigadora de las universidades en la obtención de patentes. Los principales factores explicativos de las patentes universitarias en México constituyen características determinadas de las universidades, como su tamaño y su calidad investigadora. La característica de ser una universidad privada no influye en la obtención de patentes. Las variables del índice ISI son altamente significativas
	Stezano y Millán (2014)	Revisar los procesos, los canales y los actores involucrados en la transferencia entre ciencia e industria	Análisis en base a revisión de 17 entrevistas realizadas a investigadores de tres CPI nacionales	Canales de vinculación (informales, formales, de ciencia abierta, de consultoría y de comercialización) // Motivaciones y obstáculos que favorecen o inhiben las relaciones de colaboración en transferencia de conocimientos	Los principales incentivos que motivan a los investigadores a la vinculación son principalmente intelectuales. Los investigadores destacan los beneficios ligados a la formación de capital humano, el desarrollo de investigación aplicada, la formación de masas críticas en las universidades y CPI, entre otras.
	Calderón (2013)	Identificar de qué manera las patentes de la UNAM pueden ser producto de una dinámica de vinculación institucional o de la iniciativa de los investigadores	Se realizaron 10 entrevistas en las instalaciones de los investigadores. Se buscó información en páginas web institucionales, de las dependencias de adscripción y sitios personales	Trayectoria y formación del inventor // Antecedentes y datos sobre el grupo de investigación // características institucionales, infraestructura, fuentes de financiamiento, normativa sobre PI, estímulos u obstáculos a la producción de patentes // Difusión científica de la investigación // Movilidad académica // TT // Características personales	Para los investigadores entrevistados, el registro de patentes es una actividad permanente y dinámica. Se percibe la necesidad de mejorar los alcances de las oficinas administrativas para agilizar la gestión de las patentes. Los investigadores opinan que para generar una patente siempre debe existir una base de investigación básica de calidad por lo que no puede darse una separación entre investigación básica e investigación aplicada.
	Aboites y Díaz (2013)	Explorar las características de los grupos académicos más productivos en la Universidad Autónoma Metropolitana campus Iztapalapa	Se recolecta evidencia empírica a través de 30 entrevistas abiertas semiestructuradas. Se complementa la información vía correo electrónico	Origen de la invención // Formación e historia académica del inventor // El proceso de creación de conocimiento codificado en patentes // Recursos requeridos para la actividad inventiva // Dificultades e incentivos para hacer una patente // Fortalezas y debilidades organizacionales e institucionales en el proceso de patentamiento	La actividad I+D que conduce al conocimiento codificado en patentes no es una actividad constante y permanente. Los grupos de inventores detectados son cohesivos y constantes. Se detectan tres modos operandi de los grupos de investigación: 1) inicia patentando en USPTO y luego llega al mercado nacional, 2) los que protegen a nivel nacional y luego llegan a la USPTO, 3) los que patentan solo nacionalmente. Los campos tecnológicos de las patentes no son de punta.
	Núñez y Pedroza (2011)	Realizar un estudio de las capacidades de los centros públicos de investigación del Conacyt para producir y proteger nuevo conocimiento	Se aplicó un tipo de investigación transaccional exploratoria de las patentes propiedad de los CPI a través del registro de patentes en el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual	Solicitudes de patentes // Patentes otorgadas // Inventores de las patentes	A los CPI se les han otorgado el 31% de las patentes solicitadas. El 72% de las solicitudes de patentes y de las patentes otorgadas pertenecen a 4 CPI (CIQA, CIATEZ, CIMAV, CIATEJ). Los CPI con mayor número de personal científico y tecnológico no necesariamente obtienen más patentes

Fuente: Elaboración propia con información de los autores citados

CAPÍTULO III

LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN MÉXICO: LOS INVESTIGADORES INVENTORES

Este capítulo tiene como objetivo mostrar el análisis estadístico de la investigación. El primer apartado muestra indicadores referentes a la ciencia y la tecnología y del flujo de patentes de México. La fuente para los indicadores es la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología — Iberoamericana e Interamericana— (Ricyt).

También se explica brevemente la legislación mexicana en el mismo rubro. Con ello, se da cuenta de la importancia del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y del Sistema Nacional de Investigadores como impulsores del progreso científico y tecnológico del país.

Asimismo, se muestra el análisis estadístico de las patentes concedidas por la United States Patent and Trademark Office (USPTO) a universidades y a instituciones mexicanas en el periodo de 1980-2013 y de los investigadores insertos en el Sistema Nacional de Investigadores que han participado en patentes concedidas por la USPTO a sus instituciones de adscripción.

3.1 La Ciencia y Tecnología en México

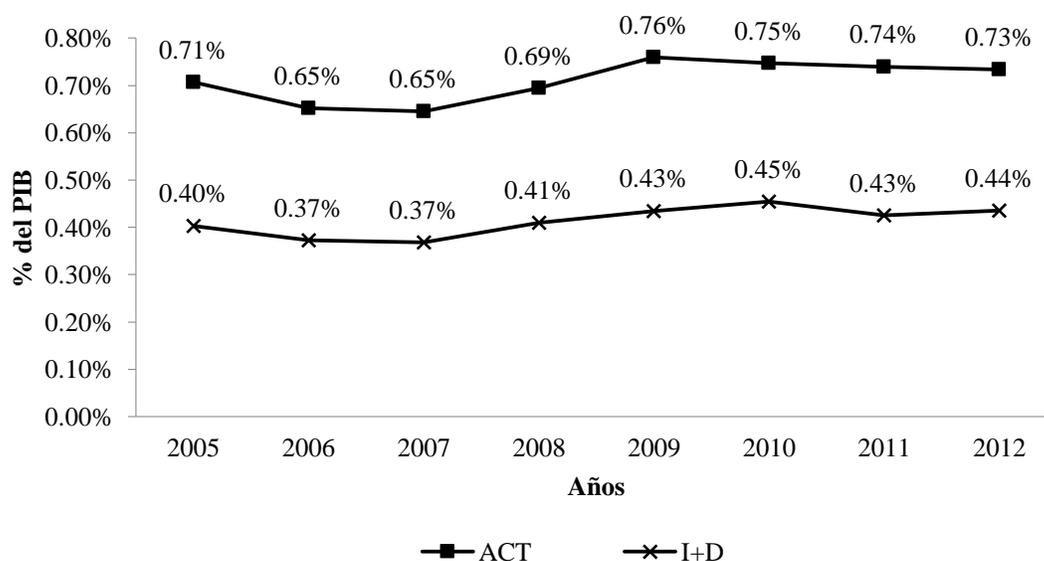
Uno de los rubros más importantes para el desarrollo de la ciencia y la tecnología es el gasto en actividades de ciencia y tecnología (ACT) que comprende todas las actividades referidas a I+D, a los servicios científicos y tecnológicos, las actividades de interface y a otras actividades complementarias o afines (ONE, 2009). El gasto en ACT en el 2012 fue de 0.73% del producto interno bruto (PIB). Este rubro ha tenido avances importantes durante las dos

últimas décadas, teniendo en cuenta que en 1993 el porcentaje de este rubro fue de 0.37% del PIB.

Otro de los aspectos importantes para el desarrollo de ciencia y tecnología es el gasto en I+D que “comprende los trabajos creativos que se emprenden de modo sistemático a fin de aumentar el volumen de conocimientos, incluyendo el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, así como la utilización de este volumen de conocimientos para concebir nuevas aplicaciones. El término de I+D engloba tres tipos de actividades: la investigación básica, la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico” (ONE, 2009:9). Este aspecto también ha tenido avances importantes en las últimas dos décadas, pues en 1993 fue de 0.22% del PIB y en 2012 fue de 0.44% del PIB.

En la Gráfica 1 se muestra la evolución del gasto en ACT y del gasto en I+D como porcentajes del PIB para el periodo del 2005 al 2012.

Gráfica 1. Evolución del gasto en ACT y del gasto en I+D como porcentaje del PIB



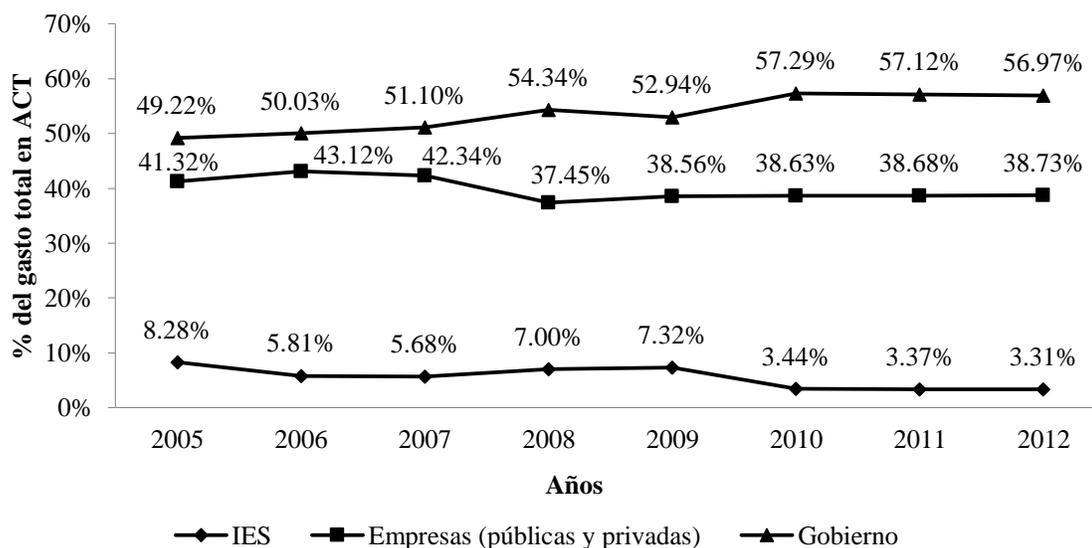
Fuente: Elaboración propia con datos de Ricyt

También existen avances en el gasto en ciencia y tecnología por habitante. En 1993 el gasto en ACT por habitante fue de USD 16.98 y en 2012 fue de USD 74.23. En los mismos periodos, el gasto en I+D por habitante fue de USD 10.23 y de USD 44.04 (1993 y 2012 respectivamente).

Si analizamos el gasto total en ACT por sector de financiamiento, encontramos que es el sector gobierno quien ha liderado este rubro seguido por las empresas (públicas o privadas). En 2003, el 55.43% del gasto en ACT fue financiado por el primero y el 35.26% fue financiado por las segundas. En tercer lugar se encuentran las Instituciones de Educación Superior (IES) con el 8.45% del gasto. Finalmente, las organizaciones privadas sin fines de lucro y el extranjero aportaron el 0.43% y 0.42% del gasto en ACT, respectivamente. Para el año 2012, la participación del gobierno y las empresas aumentó ligeramente, pues financiaron el 56.97% y el 38.73% del gasto en ACT. Por su parte, las instituciones de educación superior disminuyeron su participación relativa en el gasto en ACT, financiando el 3.31%.

En la Gráfica 2 se presenta la evolución 2005-2012 de la participación en el financiamiento del gasto total en ACT para el sector gobierno, las empresas (públicas y privadas) y las IES.

Gráfica 2 Distribución del gasto total en ACT por sector de financiamiento



Fuente: Elaboración propia con datos de Ricyt

Del mismo modo, para el caso del financiamiento a la I+D, el gobierno y las empresas son quienes encabezan la lista. En 1993, el 73.36% del gasto en I+D fue financiada por el gobierno, mientras que las empresas financiaron el 14.28%. Durante los siguientes años hubo un aumento muy importante en el financiamiento de I+D por parte de las empresas, pues en 2012 el porcentaje fue de 35.67% del gasto en I+D mientras que el gobierno financió el 60.81%. El financiamiento del gasto en I+D por parte de las IES disminuyó al pasar de 8.87% en 1993 a 1.89% durante 2012.

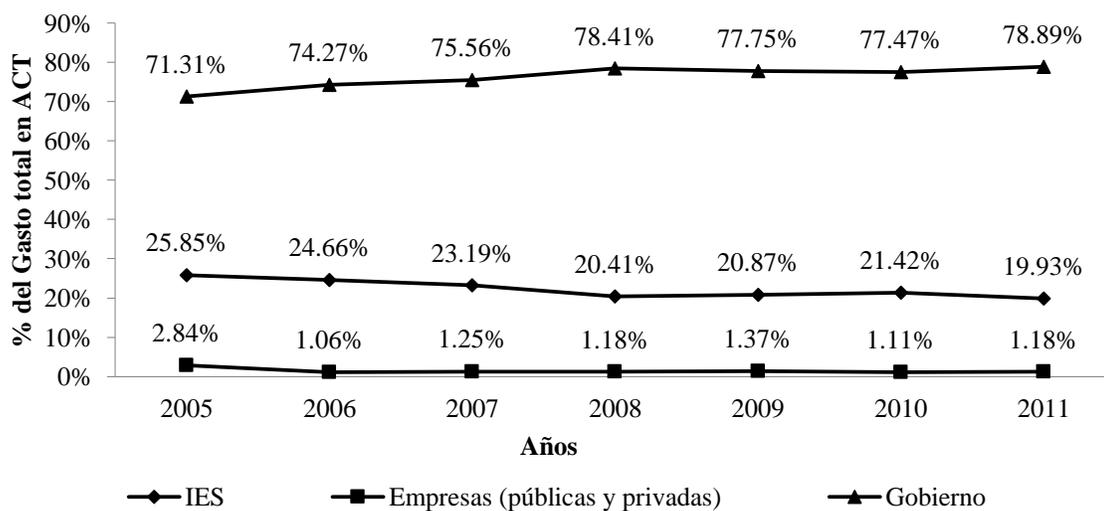
Analizando el gasto en ACT por sector de ejecución, el gobierno también lidera este sector. En 1990, el sector gobierno ejecutó el 70.39% del gasto en ACT, dos décadas después, el 78.89%. Después del gobierno, las IES siguieron en importancia en la ejecución del gasto en ACT. En 1990, ejecutaron 28.92% y en 2011 el 19.93%. Si bien las empresas financiaron un porcentaje considerable del gasto en ACT, éstas ejecutaron solo un porcentaje marginal.

En 1990 ejecutaron solamente el 0.69% mientras que, en 2011, ejecutaron solamente el 1.18%.

En la Gráfica 3 se muestra la evolución de la participación del gobierno, las empresas públicas y privadas y las IES en la ejecución del gasto total en ACT, para los años 2005-2011.

En relación al gasto en I+D por sector de ejecución, se constan cambios importantes en el patrón de ejecución a lo largo del tiempo. En 1993, las IES ejecutaron el 53.74% del gasto en I+D, el sector gobierno ejecutó el 35.47%, las Empresas (públicas y privadas) el 10.35%, y las organizaciones privadas sin fines de lucro el 0.44%. Sin embargo, en 2012 las empresas ejecutaron el 38.68%, el gobierno el 31.10%, las IES el 28.46%, y las organizaciones privadas sin fines de lucro el 1.76%.

Gráfica 3. Distribución del gasto total en ACT por sector de ejecución



Fuente: Elaboración propia con datos de Ricyt

Para medir el cambio tecnológico, las estadísticas de patentes tienen una considerable atención en la literatura especializada ya que por su abundancia, larga proyección temporal e incorporal, contienen una información complementaria sobre la actividad inventiva (Zaldivar y O'connor, 2012). En la siguiente sección se muestran indicadores que muestran el flujo de patentes en el país.

3.1.1 Breve síntesis del flujo de patentes

En esta sección se analiza el flujo de patentes del país en la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. La evolución de las solicitudes totales de patentes (de residentes y no residentes) se triplicó en el país en poco más de veinte años. En 1990 hubo 5 061 solicitudes y en 2012 la cifra ascendió a 15 314 solicitudes.²

Las solicitudes de patentes de los residentes fueron 661 en el año de 1990. Esta cifra aumentó ligeramente en 2008, ya que se registraron 685. Del 2008 al 2012 hubo un aumento importante, para llegar a 1 292 solicitudes en 2012.

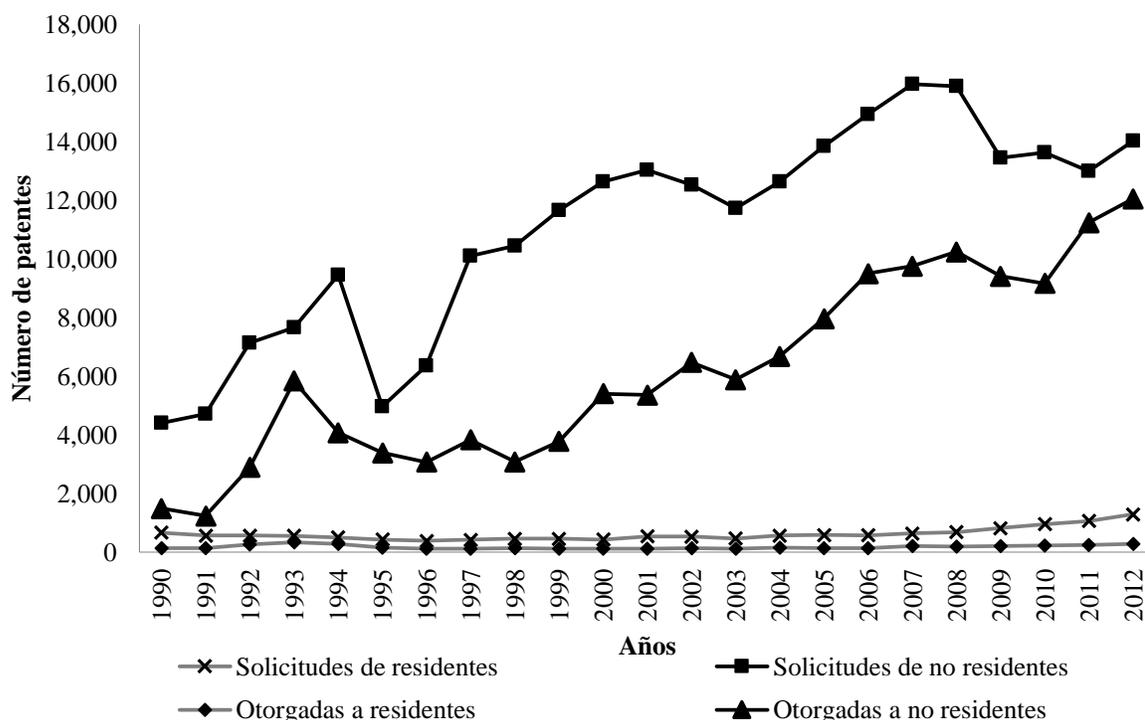
Por parte de las solicitudes de patentes de los no residentes hubo 4 400 solicitudes en 1990. Esta cifra aumentó considerablemente en 1994 al registrarse 9 446. Sin embargo, en 1995 esta cifra cayó a los niveles de inicios de la década y solamente hubo 4 961 solicitudes. A partir de entonces las solicitudes de patentes de no residentes fue aumentando y, en 2008, hubo 15 896 solicitudes. En 2009 esta cifra volvió a disminuir para ubicarse en 13 459 solicitudes. A partir de entonces, las solicitudes de patentes de no residentes se ha mantenido sin cambios importantes y en 2012 hubo 14 022 solicitudes.

² Para los residentes y no residentes de un país no necesariamente se toma en cuenta su nacionalidad. Puede tener residentes no mexicanos que derivados de trámites administrativos, tienen la residencia en el país.

Es importante recalcar que, del total de solicitudes de patentes, la mayoría son de no residentes del país. En promedio del periodo 1990-2012, las solicitudes de patentes de no residentes representan 94% del total.

En relación a las patentes otorgadas en el país, en 1990 hubo un total de 1 619 patentes. De este total, 132 fueron otorgadas a residentes y 1 487 fueron otorgadas a no residentes. Posteriormente, en 2012 hubo un total de 12 330 patentes otorgadas, de las cuales 281 fueron otorgadas a residentes del país y 12 049 patentes fueron otorgadas a no residentes del país. En la Gráfica 4 se muestran la evolución de las solicitudes de patentes y las patentes otorgadas tanto a residentes y no residentes para el periodo de 1990-2012.

Gráfica 4. Solicitudes de patentes y patentes otorgadas a residentes y no residentes



Fuente: Elaboración propia con datos de Ricyt

Del análisis de las cifras anteriores se detectan algunos patrones en relación a las patentes en México. Primero, mientras las solicitudes de los residentes del país se han poco menos que duplicado en veintidós años, las solicitudes de los no residentes se ha más que triplicado durante el mismo periodo. Segundo, debido a que la mayor parte de las solicitudes de patentes son de no residentes, la mayoría de patentes son otorgadas a no residentes. Los indicadores que miden algunas de las observaciones anteriores son la tasa de dependencia tecnológica, la tasa de autosuficiencia y el coeficiente de invención (ver Cuadro 7).

Cuadro 7. Tasa de dependencia, tasa de autosuficiencia y coeficiente de invención

Indicador	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Tasa de dependencia	6.66	8.35	12.62	13.85	18.97	11.48	16.49	24.07	23.05	25.62	29.30	
Tasa de autosuficiencia	0.13	0.11	0.07	0.07	0.05	0.08	0.06	0.04	0.04	0.04	0.03	
Coeficiente de invención	0.81	0.68	0.66	0.64	0.55	0.47	0.42	0.45	0.48	0.47	0.44	
Indicador	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Tasa de dependencia	24.40	23.83	25.08	22.35	23.72	26.00	24.90	23.21	16.37	14.33	12.20	10.85
Tasa de autosuficiencia	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.06	0.07	0.08	0.08
Coeficiente de invención	0.54	0.52	0.46	0.55	0.57	0.55	0.61	0.64	0.76	0.85	0.92	1.10

Fuente: Elaboración propia con datos de Ricyt

La tasa de dependencia tecnológica es la relación de la cantidad de solicitudes de patentes de no residentes entre la cantidad de solicitudes de patentes de residentes en un periodo de tiempo determinado, generalmente, un año. De una forma general, expresa la medida en que un país depende de las invenciones desarrolladas fuera de sus fronteras. En 1990 la tasa de dependencia fue de 6.66. A lo largo de la década de los noventa aumentó considerablemente para llegar a un máximo de 29.30; durante la primera década del siglo XXI disminuyó para ubicarse en un valor de 10.85 en el año 2012.

Otro concepto que deja entrever el patrón de las solicitudes de patentes es la tasa de autosuficiencia: es la relación entre la cantidad de solicitudes de patentes de residentes entre la cantidad total de solicitudes de patentes presentadas en el país en un periodo de tiempo determinado. De una forma general, expresa la medida en que un país depende de las invenciones desarrolladas en el propio país. En 1990, la tasa de autosuficiencia fue de 0.13, disminuyó durante la década y alcanzó un mínimo de 0.03 en el año 2000; se recuperó durante los siguientes diez años y se ubicó en 0.08 en el año 2012.

Una variable más de interés es el coeficiente de invención: es la cantidad de solicitudes nacionales de patentes por cada cien mil habitantes en un periodo de tiempo determinado. Expresa la proporción de la población que ha desarrollado invenciones y solicitado su registro en la oficina de patentes. En 1990 el coeficiente de invención fue de 0.81. Durante la década de los noventa este rubro disminuyó considerablemente, en 1996 alcanzó un mínimo de 0.42. Durante los siguientes años aumentó lentamente y en 2008 fue de 0.85, casi el mismo valor de 1990. Para 2012, este coeficiente fue de 1.10. Como podemos ver, poco se ha avanzado durante los últimos años para mejorar en este rubro.

Para regular las actividades en I+D y las ACT, el gobierno mexicano formula leyes y crea instituciones especializadas en financiar y ejecutar el gasto destinado a impulsar el desarrollo tecnológico del país.

3.1.2 La Legislación en ciencia y tecnología

El artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos describe el marco básico de la protección a la propiedad intelectual. Sin embargo, México ha buscado una política inclusiva de ciencia y tecnología y, para cumplir tal objetivo, se formula la Ley de

Ciencia y Tecnología (con última reforma en 2015), el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación y la Ley de Propiedad Industrial. Empero, estas leyes no contienen una regulación específica para las invenciones realizadas bajo el esquema laboral de las universidades con financiamiento público.

El artículo 51 de la Ley de Ciencia y Tecnología (Cámara de diputados, 2015) establece que lo relativo a los derechos de propiedad intelectual y los beneficios que correspondan a instituciones de educación, centros y entidades será determinado por sus órganos de gobierno.

Dentro de La Ley Federal del Trabajo, se determina el principio de la propiedad organizacional de la invención para el caso de las universidades públicas. El artículo 163 de la Ley Federal del Trabajo, declara que en el caso de las relaciones contractuales entre el inventor académico y las organizaciones de I+D, el inventor debe ceder los derechos a la organización y recibir un reconocimiento como tal, además de una compensación económica. Pero también da la posibilidad a que cada institución pueda otorgarle al inventor los derechos de la propiedad de invención (Soria, 2014).

En tal sentido, Calderón (2014), encuentra que es poco frecuente que las universidades cuenten con una normativa interna que regule la relación entre el investigador académico y la institución con respecto a productos de la propiedad intelectual (en materia en la cual las invenciones generen otros derechos además de los salariales).

Así, para apoyar las acciones en materia de ciencia y tecnología se creó el 29 de diciembre de 1970 el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). El Conacyt es un organismo público descentralizado de la administración pública federal. Tiene como principal función implementar políticas y programas para promover la investigación científica y el fortalecimiento académico. Su objetivo es consolidar un sistema de ciencia y

tecnología que responda a las demandas prioritarias del país, que dé solución a problemas y necesidades específicos y que contribuya a elevar el nivel de vida y el bienestar de la población.

Al conocer que en los países en desarrollo la infraestructura de investigación y desarrollo tecnológico se encuentran principalmente en las universidades y centros públicos de investigación, el Conacyt prioriza sus esfuerzos apoyando a estas instituciones y a los académicos adscritos a ellas (OMPI, 2000).

Específicamente para México, las actividades de investigación se centran en tres tipos de instituciones: universidades, IES y centros públicos de investigación (CPI). El análisis de este trabajo se centrará en universidades e IES. En estas últimas se englobarán IES, CPI, dependencias gubernamentales y otros institutos de investigación.

3.2 Las patentes de universidades e instituciones mexicanas en la USPTO, 1980-2013

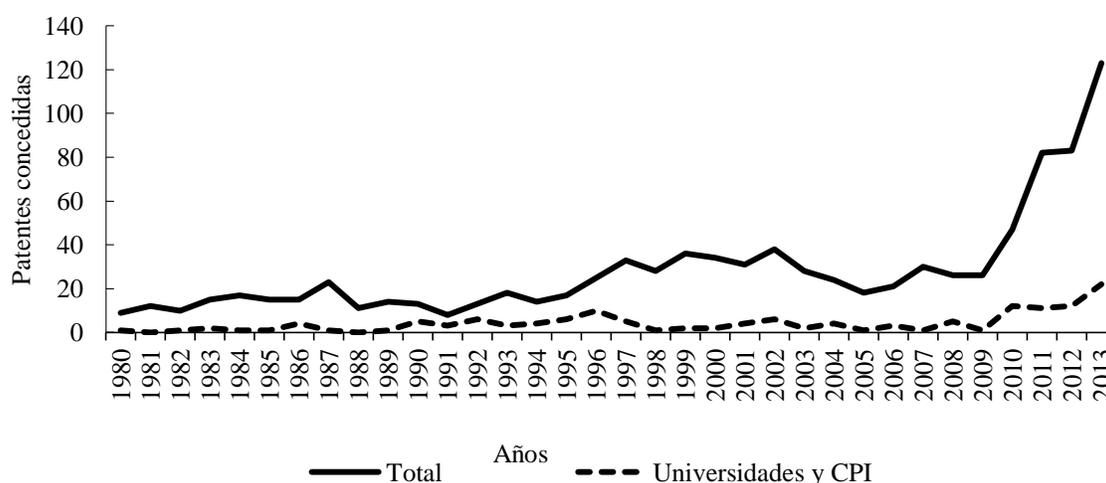
Díaz y Aboites (2012) presentan evidencia sobre el incremento del número de inventores mexicanos que aparecen en la USPTO. Por lo que es de relevancia analizar a los inventores mexicanos y las patentes donde participan.

De 1980 a 2013 se identifican 959 patentes donde los titulares son mexicanos. Se consideran las patentes donde los titulares son mexicanos porque las patentes de USPTO concedidas representan una muestra de la actividad inventiva que se desarrolla en el país y la información que contenida permite analizar las características de esta actividad. Del total de patentes, se clasifican a 143 patentes como otorgadas a universidades e institutos mexicanos (14.91% del total). La información a analizar proviene del documento de la patente que proporciona la página de Internet de la USPTO. Se utiliza el periodo de análisis

de 1980-2013. El criterio para identificar a las patentes fue considerar la nacionalidad del titular de la patente (*primary assignee country*).

En el periodo que comprende el estudio, la tendencia de crecimiento de las patentes otorgadas a universidades y a institutos mexicanos es muy similar a la del total de patentes (Gráfica 5). La tasa de crecimiento de las patentes otorgadas a titulares mexicanos en el periodo de 1980 a 2013 es de 8%. Para el mismo periodo, la tasa de crecimiento de las patentes concedidas a universidades e institutos mexicanos es de 9.52%

Gráfica 5. Patentes concedidas por la USPTO a universidades e institutos mexicanos, 1980-2013

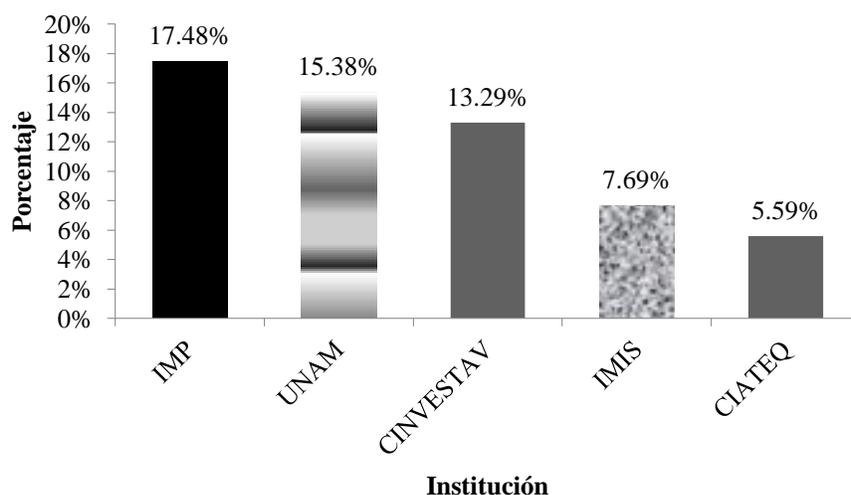


Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la USPTO

Las 143 patentes pertenecen en 25% a universidades y 75% a institutos. Destacan cinco universidades e institutos por tener el mayor número de patentes en la USPTO otorgadas. En primer lugar se encuentra el Instituto Mexicano del Petróleo con 25 patentes. En segundo lugar aparece la UNAM con 22 patentes. En tercer lugar tenemos al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)

con 19 patentes concedidas. En cuarto lugar aparece el Instituto Mexicano de Investigaciones Siderúrgicas (IMIS)³ con 11 patentes y finalmente tenemos al Centro de Investigación y Asistencia Técnica del Estado de Querétaro, A.C. (CIATEQ) con 8 patentes en la USPTO (ver Gráfico 6).

Gráfico 6. Distribución de patentes concedidas en la USPTO a universidades e institutos mexicanos de acuerdo al propietario, 1980-2013



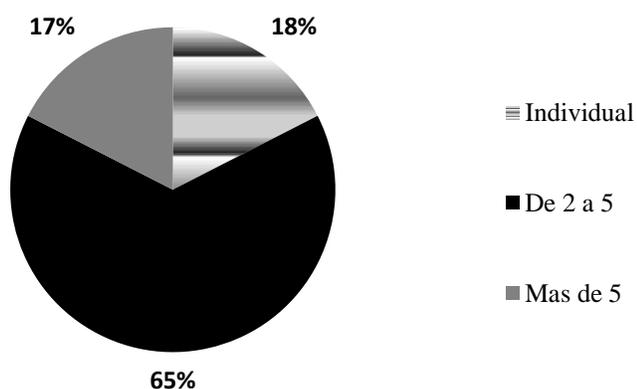
Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la USPTO

Una patente puede crearse individualmente, en la que un solo inventor crea la patente, o de manera grupal en la que dos o más inventores crean la patente. En la Gráfica 7 se muestra el número de patentes de acuerdo al número de inventores que participaron en la patente y las clasifica en tres grupos: patentes individuales, patentes en las que participaron de dos a cinco inventores, y patentes en las que participaron más de cinco inventores. Como muestra la gráfica hay veinticinco patentes que fueron creadas individualmente (18%). Por otro lado,

³ El IMIS cambió de nombre a Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V. (COMIMSA). Para fines del análisis, seguiremos usando su nombre anterior.

noventa y tres patentes fueron creadas por un grupo de dos a cinco inventores (65%). Finalmente, veinticinco patentes fueron creadas por un grupo de más de cinco inventores (17%).

Gráfica 7. Distribución de patentes concedidas en la USPTO a universidades e institutos mexicanos de acuerdo al tamaño del equipo, 1980-2013.

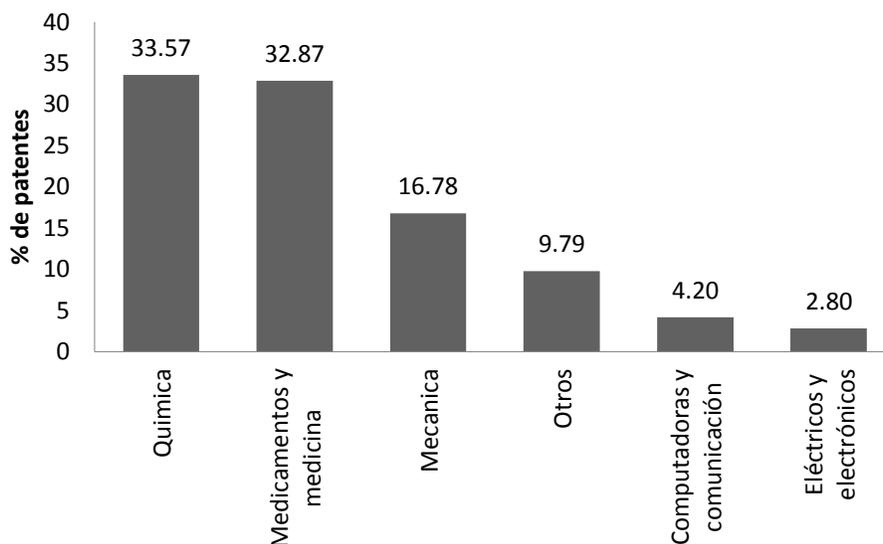


Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la USPTO

Las 143 patentes concedidas por la USPTO a universidades e instituciones mexicanas se catalogaron de acuerdo a la clasificación de patentes sugerida por Jaffe y Trajtenberg (2002). Así, podemos obtener el campo tecnológico al que pertenece cada patente. Al realizar la distribución de las 143 patentes, 48 corresponden a química, 47 a medicamentos y medicina, 24 a mecánica, 6 a computadoras y comunicación, 4 a eléctricos y electrónicos, y 14 pertenece a otros⁴ (ver Gráfica 8).

⁴ Esta categoría se refieren a una mezcla de ámbitos como la industria textil, los alimentos, equipos domésticos y otros (misceláneas).

Gráfica 8. Distribución de patentes concedidas en la USPTO a universidades e institutos mexicanos de acuerdo a la clase tecnológica, 1980-2013.



Fuente: Elaboración propia con base en los datos de la USPTO

Al realizar un análisis de otro tipo de información que proporcionan las patentes, tenemos que, en el periodo de 1980-2013, en promedio se concedieron 4 patentes al año. En el 2013 se concedió el máximo de patentes del periodo (22). De las 143 patentes, el promedio del tamaño del equipo es de 3 inventores. En promedio, las patentes pertenecen a 2 clases tecnológicas. En promedio se utilizan 8 patentes como fuentes de información.

El promedio de reivindicaciones de las patentes es de 12. Con respecto a las referencias bibliográficas, en promedio las patentes utilizan 8 documentos de investigación. Y el promedio del número de citas posteriores de las patentes es de 7.

Existen 19 patentes que son propiedad de dos instituciones (universidad-universidad, universidad-instituto, universidad-empresa, instituto-empresa, etcétera). En los grupos de investigación de las patentes estudiadas en el periodo referido participaron 14 extranjeros.

Para continuar con el análisis de patentes, se contextualizará el Sistema Nacional de Investigadores y con ello se dará paso al análisis de las patentes que cuentan con participación de los investigadores que pertenecen a este sistema del Conacyt.

3.3 El Sistema Nacional de Investigadores

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) surgió en 1984 como un esfuerzo del Conacyt para consolidar el capital humano en México. El SNI es un sistema que organiza a los investigadores que laboran en los sectores público y privado. El monto presupuestal destinado al SNI en el año 2013 fue de tres mil ciento cuarenta y ocho millones de pesos (Conacyt, 2014).

El SNI se encuentra dividido en tres categorías:

- I) Candidato a Investigador Nacional: estimula a los investigadores que recién se insertan en el sistema
- II) Investigador Nacional: se divide en tres niveles de acuerdo a su productividad (SNI I, SNI II y SNI III). Genera incentivos para desarrollar a los investigadores insertos en el sistema
- III) Investigador Nacional Emérito: reconoce la trayectoria de los investigadores que han trascendido significativamente en el progreso científico de México.

Para efectos del SNI, las disciplinas son agrupadas en siete importantes áreas del conocimiento:

- I) Ciencias físico-matemáticas y de la tierra
- II) Biología y química
- III) Medicina y ciencias de la salud

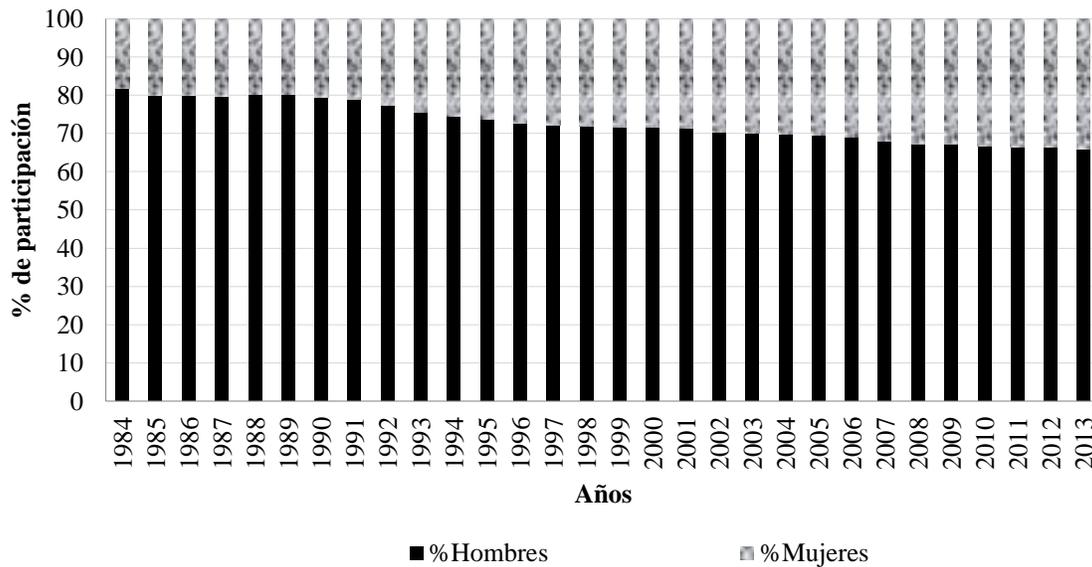
- IV) Humanidades y ciencias de la conducta
- V) Ciencias sociales
- VI) Biotecnología y ciencias agropecuarias
- VII) Ingeniería

Los investigadores se encuentran distribuidos en IES, CPI, dependencias gubernamentales y empresas. En 2014, el 71% estaba colocado en IES. Las universidades públicas cuentan con el mayor número de investigadores. Una de las razones que pueden explicar este fenómeno es que las universidades cuentan con la infraestructura y el equipo necesario para la investigación de alta calidad. El SNI también apoya a científicos de nacionalidad mexicana que tengan un contrato o convenio institucional vigente de tiempo completo para realizar actividades de investigación en IES o CPI fuera del país. En 2014 se reportó que 566 investigadores se encontraban fuera del territorio nacional.

Con respecto a la evolución del número de investigadores de 1984 a 2013, a principios del periodo había 1 396 investigadores de los cuales 1 141 eran hombres y 255 eran mujeres. El número de investigadores ha aumentado continuamente y casi treinta años después, en 2013, había 19 655 investigadores de los cuales 12 971 eran hombres y 6 684 eran mujeres (Conacyt, 2014).

La Gráfica 9 muestra la evolución de la distribución de género entre los investigadores. En 1984, 81.73% de los investigadores eran hombres y 18.27% eran mujeres. Este sesgo en el género fue disminuyendo con el tiempo y en 2013, ya solo 65.99% de los investigadores eran hombres y 34.01% eran mujeres.

Gráfica 9. Distribución por género de investigadores SNI, 1984-2013

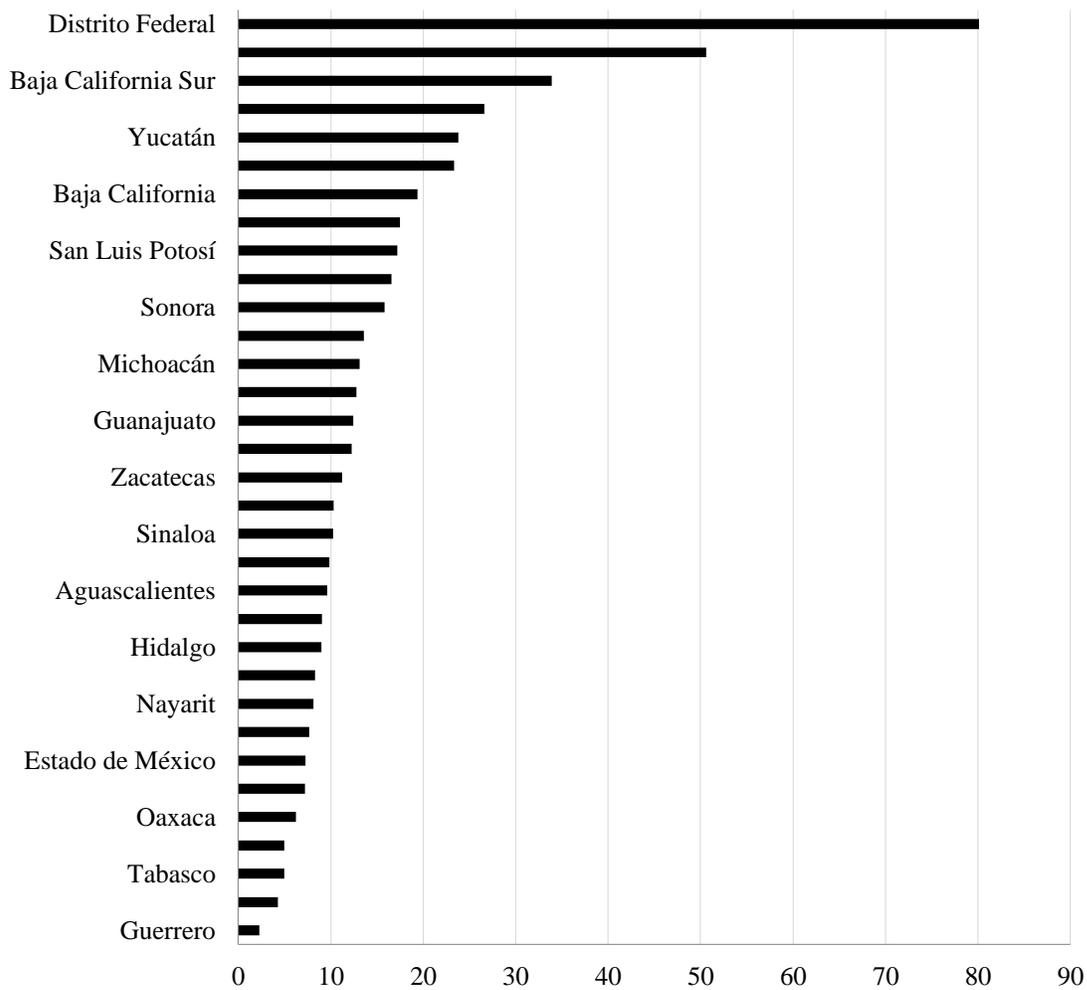


Fuente: Elaboración propia con datos de Conacyt (2014).

Al analizar la tasa de investigadores por cada cien mil habitantes del año 2013 para los diferentes estados del país, se obtiene que la media nacional es de 17 investigadores por cada cien mil habitantes. La entidad que predomina es el Distrito Federal⁵ con 80 investigadores por cada cien mil habitantes. Le siguen los estados de Morelos y Baja California Sur con 50 y 33 investigadores por cada cien mil habitantes, respectivamente. Los estados con el menor número de investigadores por cada cien mil habitantes son Tabasco, Chiapas y Guerrero con 4, 4, y 2, respectivamente (ver Gráfica 10).

⁵ A pesar que ya se le denomina Ciudad de México, para fines de esta investigación se seguirá usando el nombre de Distrito Federal.

Gráfica 10. Tasa de investigadores SNI por cada cien mil habitantes



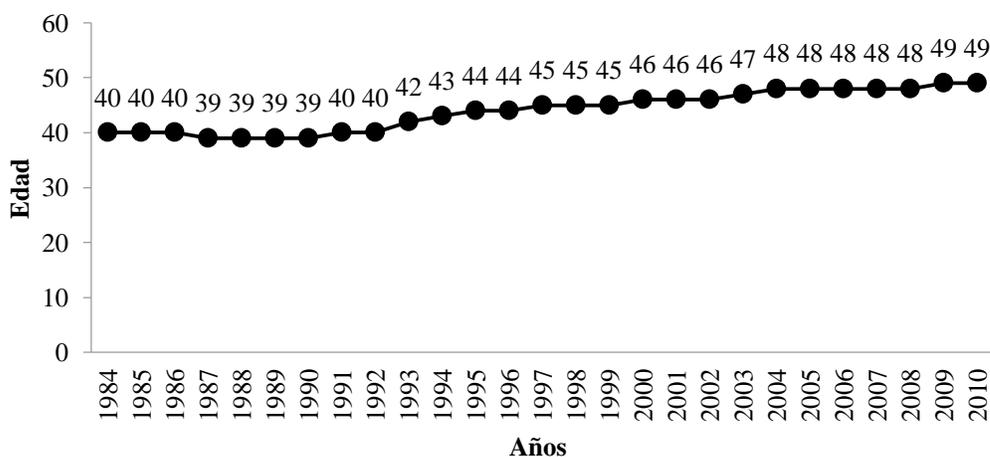
Fuente: Elaboración propia con datos del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2014).

Con respecto a la distribución de los investigadores SNI por área académica, en 2002 de los 7 982 investigadores SNI, el 20.1% pertenecía al área de Físico matemáticas, el 17.8% al área de Biología, el 17% a las Humanidades y el 12.4% a la Ingeniería. Las áreas con menor porcentaje de investigadores SNI fueron las Ciencias sociales, la Biotecnología, y la Medicina con 11.5%, 10.7%, y 10.5%, respectivamente. A pesar de que el número de investigadores creció de manera muy importante durante los siguientes años, los porcentajes

variaron ligeramente para algunas áreas y otras se mantuvieron sin cambios significativos. En 2013 había 19 655 investigadores SNI. El área de Físico Matemáticas y el área de Humanidades también disminuyeron en importancia al contar con el 14.7% de los investigadores SNI y el 16.2% de los investigadores respectivamente. Las áreas de Biología y Medicina se mantuvieron sin cambios importantes con 17% y 10.3%, respectivamente. Finalmente, las áreas de Ciencias Sociales, Biotecnología y la Ingeniería aumentaron su importancia con 15.2%, 11.8%, y 14.8%, respectivamente.

La Gráfica 11 muestra la evolución de la edad promedio de los investigadores SNI de 1984 a 2010. En 1984 la edad promedio de los investigadores SNI era de cuarenta años, se mantuvo relativamente constante hasta 1992. A partir de 1993, se observa un aumento lento pero sostenido de la edad promedio hasta 2004, donde nuevamente se mantiene relativamente constante. Para 2010, la edad promedio de los investigadores SNI fue de cuarenta y nueve años. Por lo tanto, durante casi veinticinco años, ha habido un aumento de casi una década en la edad promedio de los investigadores SNI.

Gráfica 11. Evolución de la edad promedio de los investigadores SNI, 1984-2010

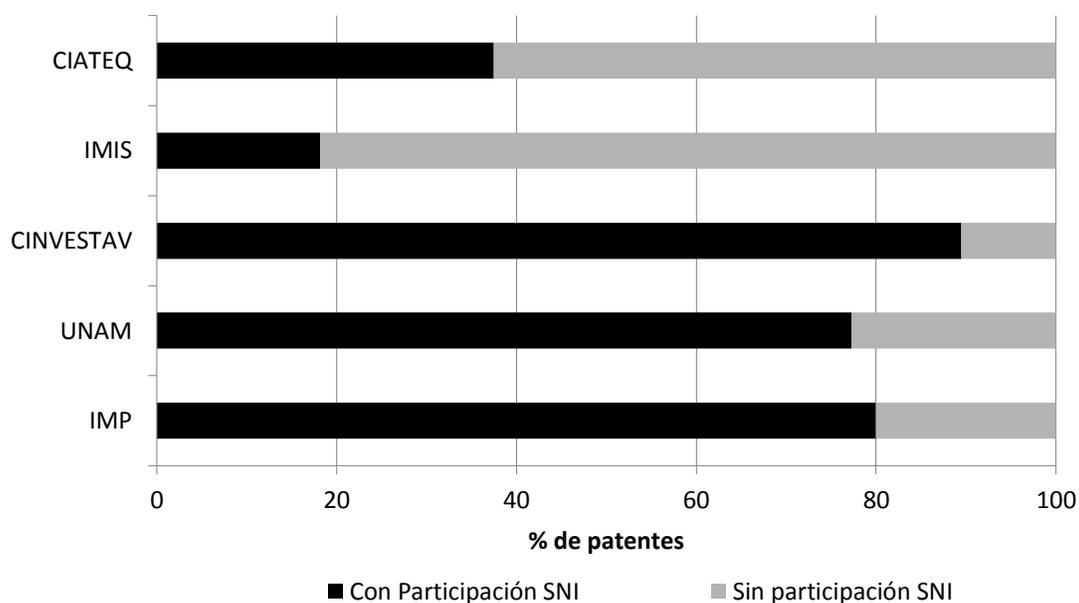


Fuente: Elaboración propia con datos de Conacyt (2014).

Dentro del SNI, la patente es considerada un producto académico valioso, por lo tanto, influye positivamente en la evaluación del investigador. De las 143 patentes en la USPTO otorgadas a universidades y a instituciones mexicanas, en 91 de ellas (63.64%) participó al menos un investigador SNI perteneciente a las áreas 1) Físico-matemáticas y ciencias de la tierra, 2) Biología y química, 3) Medicina y ciencias de la salud, 6) Biotecnología y ciencias agropecuarias e 7) Ingenierías. En 52 patentes (36.36%) no participó ningún investigador SNI de las mismas áreas. Al hacer la clasificación por universidad e instituto, encontramos que de las 25 patentes otorgadas al Instituto Mexicano del Petróleo, en 20 de ellas (80%) participó, al menos, un investigador SNI. En el caso de la UNAM, de las 22 patentes otorgadas, en 17 de ellas (77.27%) participó al menos un investigador SNI. En el caso del CINVESTAV, de las 19 patentes otorgadas, en 17 de ellas (89.47%) participó al menos un investigador SNI. Y 12 de los investigadores SNI patentaron en diferente universidad o instituto al que estuvieron adscritos en 2013 (ver gráfico 12).

De acuerdo a la clasificación por número de inventores, se encuentran 25 patentes que fueron creadas individualmente, sin embargo, solo 2 de ellas (8% del grupo) fueron creadas por un investigador SNI. Por otro lado, 93 patentes fueron creadas por un grupo de 2 a 5 inventores, de éstas, en 66 (70.97% del grupo) participó al menos un investigador SNI. Finalmente, 25 patentes fueron creadas por un equipo de más de 5 inventores, y de éstas en 23 (92% del grupo) participó al menos un investigador SNI. Que existan grupos de investigación de más de 5 inventores y que en ellas participen activamente los investigadores SNI realizando grupos amplios de investigación entre sí, puede explicarse porque las relaciones de confianza entre investigadores conducen a un mayor intercambio de conocimiento. En el Cuadro 8 se puede observar la distribución de las patentes con participación de investigadores SNI de acuerdo al tamaño del equipo de investigación.

Gráfica 12. Porcentaje de patentes con participación de investigadores SNI de acuerdo a institución de pertenencia de la patente



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO y Conacyt (2013).

Cuadro 8 Porcentaje de patentes con participación de investigadores SNI de acuerdo al tamaño del equipo

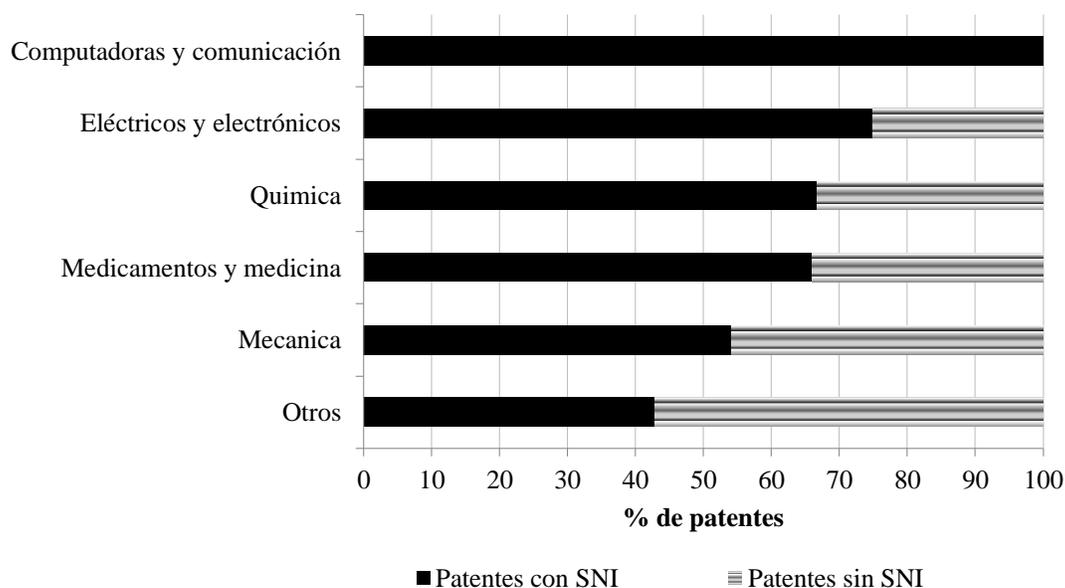
Tamaño del equipo	Patentes	Con participación SNI	%	Sin participación SNI	%
Individual	25	2	8.00	23	92.00
De 2 a 5	93	66	70.97	27	29.03
Mas de 5	25	23	92.00	2	8.00
Total	143	91	63.64	52	36.36

Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO y Conacyt (2013).

De las 48 patentes correspondientes a Química, en 32 patentes (66.67%) participó al menos un investigador SNI. También, de las 47 patentes correspondientes a Medicamentos y medicina, en 31 patentes (65.96%) participó al menos un investigador SNI. Finalmente, de

las 24 patentes correspondientes a Mecánica, en 13 patentes (54.17%) participó al menos un investigador SNI (ver Gráfica 13).

Gráfica 13. Porcentaje de patentes con participación de investigadores SNI de acuerdo a clase tecnológica de la patente



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO y Conacyt (2013).

En la siguiente sección se describe a los investigadores que pertenecen al SNI y que se encuentran registrados como inventores en alguna de las 143 patentes que la USPTO le concedió a las universidades y a los institutos mexicanos durante el periodo 1980-2013.

3.4 Los inventores como miembros del Sistema Nacional de Investigadores

De las 143 patentes, se tiene un registro de 332 inventores totales. El análisis de las características individuales de los inventores se ha complementado con la base de datos de

los investigadores vigentes en el SNI durante el año 2013. Se utilizó la información de los investigadores inscritos en las áreas que se consideran con alta probabilidad de patentar. Las áreas consideradas son: 1) Físico-matemáticas y ciencias de la tierra, 2) Biología y química, 3) Medicina y ciencias de la salud, 6) Biotecnología y ciencias agropecuarias e 7) Ingenierías. Al cruzar los nombres de los inventores de la USPTO con los investigadores del Conacyt, se encontró coincidencia en 113 casos. Estos investigadores forman la parte medular de nuestra investigación, pues son quienes tienen al menos una patente en la USPTO. A continuación revisamos algunas características relevantes de este conjunto de investigadores.

De los 113 inventores investigadores SNI, el 27% pertenece al nivel I (30 investigadores), 36% al nivel II (41 investigadores), 36% al nivel III (41 investigadores) y 1% es clasificado como candidato (1 investigador). El mayor porcentaje de los investigadores SNI registrados como inventores en la USPTO pertenecen a las categorías SNI II y SNI III. El 97% de los 113 investigadores cuentan con el grado de Doctor (110 investigadores) y solamente el 3% (3 investigadores) tienen el grado de Maestro.

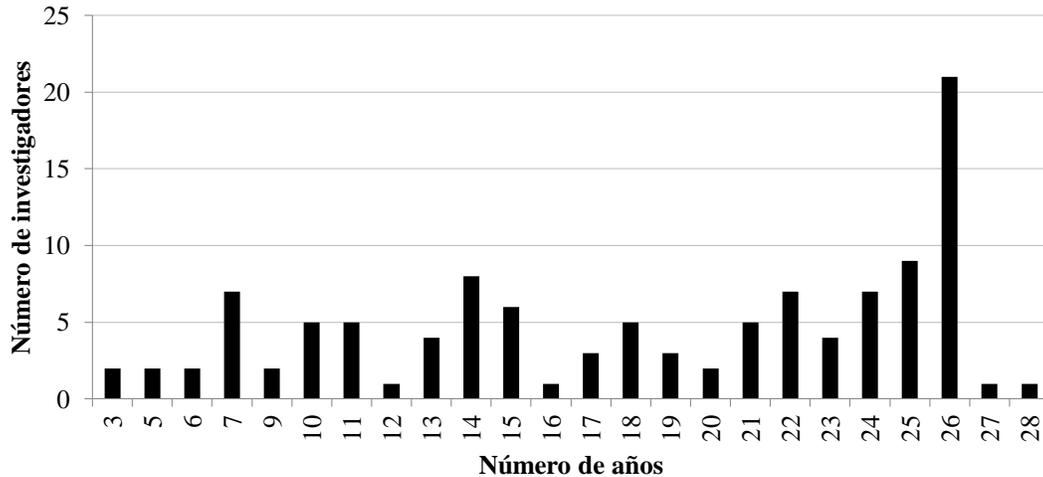
En cuanto al género, 80% son hombres (90 investigadores) y 20% son mujeres (23 investigadoras), lo que implica que la participación del género masculino en el patentamiento de investigaciones es mayor con respecto a la participación del género femenino y es un reflejo del sesgo de género que aún existe en la investigación.

Al respecto del estado de la república mexicana donde tienen su adscripción, el 50% de los investigadores se encuentran en alguna universidad o institución ubicada en el Distrito Federal (57 investigadores), 13% en Morelos (15 investigadores), 9% en Nuevo León (10 investigadores) y 28% en otros 10 estados de la República. En orden por el número de investigadores los estados son: San Luis Potosí (6), Baja California (4), Querétaro (5),

Guanajuato (4), Chihuahua (3), Coahuila (2), Estado de México (2), Sonora (2), Veracruz (2) y Yucatán (1).

Refiriendo a la antigüedad en el SNI destaca que 19% de los investigadores tiene 26 años de antigüedad en el sistema. La antigüedad del resto de los investigadores es muy diversa y no sigue un patrón claro. La Gráfica 14 muestra la antigüedad en el SNI de los 113 investigadores de la muestra. La antigüedad promedio de los investigadores es de 18 años

Gráfica 14. Antigüedad de los inventores investigadores SNI, 2013



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO y Conacyt (2013).

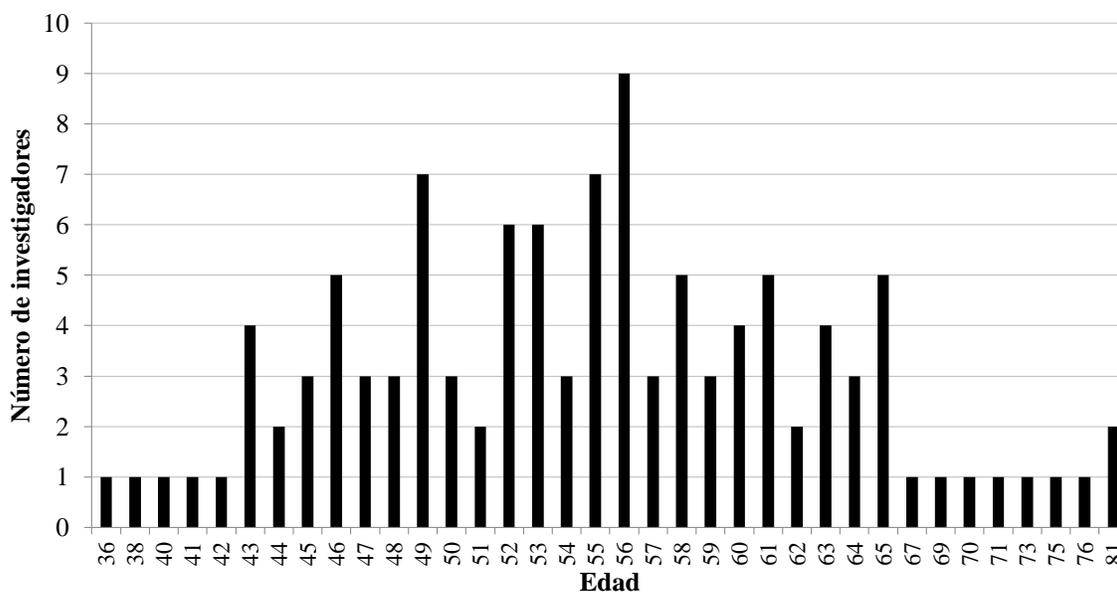
Conforme a la clasificación de los investigadores por el área de investigación, 45 investigadores pertenecen al área de Ingeniería (40%), 30 investigadores a Biología (27%), 16 investigadores a Biotecnología (14%), 13 investigadores a Físico Matemáticas (12%), y 9 investigadores al área de la Medicina y ciencias de la salud (8%).

Acorde al campo académico de estudio, el 40% (46 investigadores) pertenece al campo de las Ciencias de la tecnología, el 25% (28 investigadores) al campo de las Ciencias

de la vida, el 11% (13 investigadores) al campo de la Física, y el 10% (11 investigadores) al campo de la Química. El resto de investigadores pertenecen a los campos de la Medicina y patología humana (6%, 7 investigadores), las Ciencias agronómicas y veterinaria (5%, 6 investigadores), Ciencias de la salud (1%, 1 investigador), y las Ciencias de la tierra y del cosmos (1%, 1 investigador).

La edad promedio de los investigadores es de 56 años. La grafica 15 muestra la distribución de edad de 111 de los investigadores.⁶

Gráfica 15 Distribución de los inventores investigadores SNI por edad, 2013



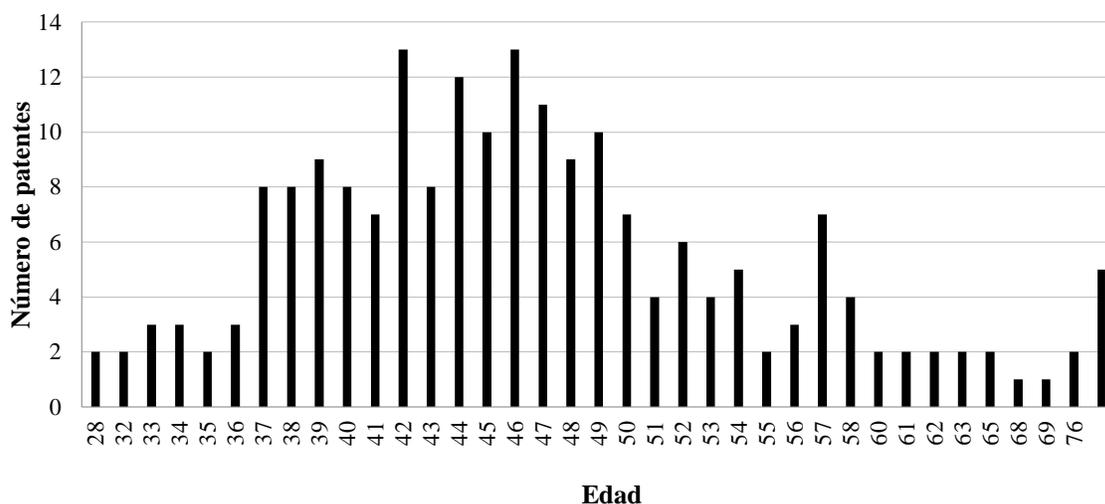
Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO y Conacyt (2013).

Acorde al tema de la edad, fue posible agregar la edad del investigador SNI a la(s) patente(s) en la(s) que participa como inventor. Sin embargo, para captar la información de

⁶ No se tiene información sobre la edad de 2 de los investigadores.

la edad en que son más propensos a inventar, se enriqueció el análisis al realizar la diferencia de la edad 2013 con respecto al año de solicitud de la patente. Con ello se obtuvo la edad inventiva del (los) investigador(es) SNI. En promedio registran sus invenciones a los 45 años. Los inventores que más patentes solicitan tienen entre 42 y 49 años (ver Gráfica 16).

Gráfica 16. Edad del inventor investigador SNI al momento de la solicitud de la patente



Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO y Conacyt (2013).

En cuanto a la distribución del número de patentes en la USPTO en la que aparece como inventor el investigador SNI, 74 de los 113 investigadores tiene una patente en la USPTO. Otro sector, 16 investigadores, tiene dos patentes y 9 investigadores tienen tres patentes. Destaca el hecho de que 2 investigadores tienen 7 patentes y 1 investigador tiene 8 patentes, que es el número máximo de patentes que un investigador de esta muestra tiene en la USPTO. El número promedio de patentes por investigador es de 2 patentes.

Con respecto a la institución de adscripción, tres instituciones concentran los mayores porcentajes de los investigadores. El 26% (29 investigadores) están adscritos al Instituto

Mexicano del Petróleo, el 24% (27 investigadores) a la UNAM y el 14% (16 investigadores) al CINVESTAV. El resto de los investigadores (36%) están adscritos en diversas instituciones que van desde el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A. C. hasta la Secretaría de Salud (ver Cuadro 9).

El Cuadro 9 muestra el número total de investigadores que pertenecen al SNI en cada una de las instituciones mostradas. Destaca la UNAM con 2 680 investigadores SNI, el CINVESTAV con 687 investigadores SNI y la Universidad Autónoma Metropolitana con 557 investigadores SNI.

La variable propensión a patentar por institución se define como el cociente entre el total de investigadores SNI que en 2013 estaban registrados como inventores en la USPTO dividido entre el total de investigadores SNI 2013 para cada institución.⁷ Esta es una de las variables más importantes en nuestra investigación, pues indica qué tan propensos son los investigadores SNI de cada institución a patentar en la USPTO.

Como también podemos observar en el Cuadro 9, destaca nuevamente el Instituto Mexicano del Petróleo con una propensión a patentar de 17%. También, destacan el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A. C. y el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey con una propensión a patentar de 7% y 5%, respectivamente. Cabe mencionar los casos de la UNAM y del CINVESTAV pues aunque ambas instituciones destacan en el número absoluto de sus investigadores SNI que en 2013 estaban registrados como inventores en la USPTO sus propensiones a patentar son relativamente bajas con valores de 1% y 2%, respectivamente.

⁷ Para las áreas 1, 2, 3, 4 y 7.

Cuadro 9. Propensión de las universidades o instituto a patentar

Universidad o Instituto	SNI que patentan (a)	%	Total de SNI en la Institución (b)	Propensión a patentar por institución (c)*
Instituto Mexicano del Petróleo	29	25	170	0.1706
Universidad Nacional Autónoma de México	27	24	2680	0.0101
Centro de Investigación y de estudios avanzados del IPN	16	14	687	0.0233
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	8	7	141	0.0567
Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica AC	5	4	68	0.0735
Universidad Autónoma Metropolitana	4	4	557	0.0072
Universidad de Guanajuato	4	4	244	0.0164
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada	3	3	167	0.0180
Centro de Investigación en Materiales Avanzados SC	3	3	68	0.0441
Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo AC	2	2	112	0.0179
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares	2	2	77	0.0260
Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía	2	2	89	0.0225
Universidad Autónoma de Nuevo León	2	2	445	0.0045
Instituto de Ecología AC	1	1	103	0.0097
Instituto Nacional de Psiquiatría	1	1	52	0.0192
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	1	1	315	0.0032
Universidad Autónoma de Yucatán	1	1	144	0.0069
Universidad Veracruzana	1	1	217	0.0046
Secretaría de Salud	1	1	94	0.0106

Nota: *a/b=c

Fuente: Elaboración propia con datos de la USPTO y Conacyt (2013).

Al presentar el panorama de las patentes concedidas a universidades y a instituciones en la USPTO así como de los inventores investigadores SNI que participan en esas patentes, se delimita un área dónde el gobierno tiene la oportunidad de crear incentivos para coadyuvar al progreso tecnológico.

CAPÍTULO IV

FACTORES QUE DETERMINAN LA PROPENSIÓN DE LOS INVESTIGADORES A INVENTAR. UN

MODELO ECONOMETRICO

El objetivo de este capítulo es comprobar las hipótesis formuladas en esta investigación: 1) la probabilidad de que los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores participen en invenciones patentadas por sus instituciones es pequeña. Sin embargo, al calcular la probabilidad de patentar de sus universidades y sus instituciones de adscripción se espera que esta probabilidad de patentar sea mayor en las instituciones con trayectoria de patentamiento. 2) Se espera que la propensión de los investigadores del Sistema Nacional de Investigadores a patentar se asocie a factores individuales como el nivel de SNI e institucionales como la propensión a patentar de la institución.

Adicionalmente, y aprovechando la información que dan las patentes, se expone un modelo econométrico con el cual se calcula la magnitud del influjo de la naturaleza de la investigación en la propensión de los investigadores SNI a inventar.

4.1 La propensión de los inventores miembros del Sistema Nacional de Investigadores y la propensión de sus instituciones

En los capítulos uno y dos se expusieron los factores que influyen en la propensión a patentar de los investigadores e instituciones. En el conjunto de los factores que enuncian los autores citados se encuentran la edad, la trayectoria del investigador, el género del investigador, sus habilidades empresariales, el nivel educativo, la calidad de la investigación, el número de publicaciones o la antigüedad en la institución de adscripción.

De los factores que influyen en las instituciones se han probado: el tamaño de la universidad, presupuesto otorgado a la institución, si cuentan con una OTT, la experiencia de la OTT y otras características del entorno.

La probabilidad de encontrar patentes concedidas a universidades o instituciones mexicanas se estima con base en las 959 patentes otorgadas a titulares mexicanos por la USPTO entre 1980 y 2013. Considerando que del total de patentes 143 fueron otorgadas a universidades o instituciones mexicanas, la probabilidad de encontrar este tipo de concesión es de 14.91%.

La primera hipótesis de la investigación enuncia que la probabilidad de que los investigadores SNI participen en invenciones patentadas por sus instituciones es pequeña. Sin embargo, al calcular la probabilidad de patentar de sus universidades y sus instituciones de adscripción se espera que esta probabilidad sea mayor en las universidades con trayectoria de patentamiento. Para probar esta hipótesis tenemos que utilizar la información del total de investigadores vigentes en el SNI en las áreas que se consideran proclives a patentar (área 1, 2, 3, 6, 7), que al filtrar la información de la base de datos da como suma 14 821 investigadores. Así, también tenemos que utilizar la información de los 332 inventores de las 143 patentes concedidas a universidades e instituciones mexicanas. Se identifica la participación como inventor de 113 investigadores que pertenecen al SNI. La probabilidad de encontrar un investigador SNI entre los inventores de una patente concedida por la USPTO a una universidad o instituto mexicano es de 0.76%.

Como indica la primera hipótesis, esta propensión a patentar es reducida. Sin embargo, al calcular la probabilidad de patentar de las universidades e institutos mexicanos con mayor trayectoria de patentamiento, es decir, que en el periodo comprendido de 1980-2013 tienen el mayor número de patentes concedidas, tenemos que la propensión a patentar

es mayor para estas instituciones. El Instituto Mexicano del Petróleo tiene una propensión de 17%; el CINEVESTAV de 2% y la UNAM de 1%.

4.2 La base de datos

Las oficinas de propiedad intelectual más importantes son la de Estados Unidos (USPTO), Japón (JPO) y Europa (EPO). De entre ellas, destaca la primera por el número de patentes solicitadas, patentes otorgadas y el valor de las tecnologías patentadas (Aboites, 2006). Las patentes presentadas en la USPTO tienen un carácter definitivo ya que, una vez presentadas para su evaluación, no pueden ser modificadas.

La USPTO ofrece una base de datos donde se detalla el documento de la patente de manera minuciosa, ofreciendo mayor información por documento que otra base de datos (Morales y Sifontes, 2011).

Se localizaron datos para el periodo 2009-2014 de patentes solicitadas por universidades e instituciones en el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI). El IMPI es la oficina local en México que brinda protección a la propiedad intelectual. La cifra de patentes solicitadas para el periodo de 5 años asciende a 2 836. Esta investigación utiliza la USPTO por las razones antes expuestas y también porque el acceso a la información detallada de las patentes solicitadas y concedidas por la IMPI es un proceso lento y de difícil acceso. Aunque se comprende que realizar el análisis de acuerdo a las patentes solicitadas u otorgadas por la oficina local podría dar mejores aproximaciones, ya que las solicitudes de

patentes por universidades e instituciones son mayores que las patentes concedidas por la USPTO a estas mismas instituciones.⁸

Una razón para investigar las patentes otorgadas es que éstas son conocimientos que producen beneficios de los cuales los inventores ya pueden apropiarse.

El documento de la patente de la USPTO provee información acerca de distintos elementos de la patente, para los datos referentes a la naturaleza de la investigación se consideraron los siguientes elementos:

- a) Número de la patente
- b) Fecha de solicitud de la patente
- c) Fecha de concesión de la patente
- d) Nombre y nacionalidad del (los) inventor(es)
- e) Nombre y nacionalidad del (los) dueño(s) de la patente
- f) Clases tecnológicas a las que pertenece la patente
- g) Referencias bibliográficas
- h) Citas de patentes (consultadas y posteriores)

Para comprobar la segunda hipótesis de la investigación que establece que se espera que la propensión a patentar de los investigadores SNI se asocie a factores individuales como el nivel de SNI e institucionales como la propensión a patentar de la institución, en la segunda sección se presenta el modelo econométrico que proporcionará respuesta a lo descrito.

⁸ Según el comunicado de prensa IMPI, 2014, 206.

4.3 El modelo econométrico

El modelo econométrico está basado en una relación funcional de la propensión a patentar del inventor investigador SNI de la forma:

$$pip = f(X_1, X_2, \varepsilon)$$

Donde pip es la propensión a patentar del inventor investigador SNI; X_1 es un vector de características personales del investigador SNI. El vector X_2 es un vector relacionado a las características institucionales donde tiene su adscripción el investigador SNI.

Por lo que se propone realizar un análisis econométrico tomando como unidad de análisis a los investigadores.

El modelo utilizará la información personal e institucional de los 113 inventores investigadores SNI ubicados como inventores en patentes concedidas por la USPTO a universidades e instituciones mexicanas en el periodo 1980-2013. El modelo econométrico se formula de la siguiente forma:

$$pip = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon$$

Donde pip es la propensión a patentar de los inventores investigadores SNI; β_0 es la constante; x_1 es el conjunto de factores personales de los investigadores y x_2 es el conjunto de factores institucionales. Finalmente, ε es el término de error.

El método planteado para realizar el modelo econométrico es el de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Es importante recalcar que el modelo propuesto realiza una aproximación de los factores que influyen en la propensión a patentar con un conjunto de variables ya probadas por otros autores y también con un nuevo conjunto de variables

independientes.⁹ Dado que MCO tiene la bondad de que, bajo los supuestos del modelo lineal, los estimadores que resultan de este método poseen las propiedades deseables, se considera que es el mejor método para el modelo de esta investigación. Las variables a utilizar se presentan en la siguiente sección.

4.4 Variables y especificación del modelo econométrico

La variable dependiente del modelo es la propensión de los investigadores a patentar. Para la formulación de esta variable se retoma la definición de probabilidad clásica: el número de resultados favorables a la presentación de un evento dividido entre el número total de resultados posibles. Así, la propensión de encontrar la participación de un investigador SNI en patentes concedidas a su universidad o institución es la probabilidad de encontrar a este investigador SNI como inventor en el universo de patentes concedidas por la USPTO a una universidad o instituto mexicano. Esta variable proxy es una propuesta que se no se ha encontrado en otros estudios y su descripción se presenta en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Descripción de la variable dependiente

Variable dependiente			
<i>Variable</i>	<i>Especificación</i>	<i>Escala/Rango</i>	<i>Fuente</i>
pip (A/B)	Variable numérica Número de patentes del investigador SNI (A)	0.0070 -- 0.0559	Cálculos propios con información de la USPTO y del Conacyt
	Total de patentes que pertenecen a universidades o CPI (B)		

Fuente: Elaboración propia

⁹ En los estudios revisados y de la forma en que se propone su medición.

Las variables independientes que se utilizan como proxy para medir los vectores de factores personales e institucionales son:

- Nivel de SNI: indica la productividad del investigador (Huber, 2001; Rodeiro, Fernández, Rodríguez y Otero, 2012; Aceytuno y Sánchez, 2014; Calderón, 2014)
- Edad y Edad2: indica el efecto de la edad en el nivel de productividad de los investigadores. La edad al cuadrado indica que en los investigadores más jóvenes la productividad es decreciente pero positiva y en los investigadores de mayor edad la productividad es decreciente pero negativa (Aceytuno y Sánchez, 2014)
- Equipo de investigación mixto: indica la influencia que ejerce la interacción de las capacidades entre los investigadores de diferentes géneros (Morales y Sifontes, 2011; Aceytuno y Sánchez, 2014)
- Propensión a patentar de la institución de adscripción: variable proxy que indica la capacidad de patentar que tiene la institución. Esta variable propuesta no se encontró en la literatura revisada.
- Tamaño de la institución: es un indicador de la capacidad y calidad de investigación que puede ser desarrollada por la universidad (Rodeiro, Fernández, Rodríguez y Otero, 2012; Calderón y García-Quevedo, 2012; Calderón, 2014).
- OTT: indica si la universidad cuenta con recursos para el proceso de transferencia de tecnología y desarrollo de patentes (Rodeiro, Fernández, Rodríguez y Otero, 2012).
- Doctorados en el PNPC: es considerada como uno de los productos de la investigación que puede ser llevada a cabo por las universidades (Calderón y García-Quevedo 2012; Calderón, 2014)

La especificación del modelo es:

$$pip = \beta_0 + \beta_1 sni_{2013} + \beta_2 edad + \beta_3 edad2 + \beta_4 equipo_mixto + \beta_5 prop_uni_cpi + \beta_6 ott + \beta_7 doctorados_pnpc + \beta_8 tam_inst + u$$

En el Cuadro 11 se describen las variables independientes que corresponden a las características personales a usar en el modelo econométrico donde u representa el término de error.

Cuadro 11 Descripción de las variables independientes: características personales

Características personales				
<i>Variable</i>	<i>Especificación</i>	<i>Escala/Rango</i>	<i>Hipótesis</i>	<i>Fuente</i>
sni_2013	Variable numérica Nivel de SNI del investigador en 2013	1= Candidato 2= SNI I 3= SNI II 4= SNI III	A mayor nivel de SNI, la PIP sea mayor	Conacyt
edad	Variable numérica Edad promedio del investigador al momento de realizar la solicitud de su(s) patente(s)*	28 -- 76	La edad influye positivamente en la PIP	Conacyt
edad2	Variable numérica El cuadrado de la edad del investigador	784 -- 5,776	La edad al cuadrado influye negativamente en la PIP	Conacyt
equipo_mixto	Variable dummy Indica si en el equipo de investigación hay hombres y mujeres	1=Hombres y mujeres 0=sólo hombres o sólo mujeres	Cuando un equipo es mixto mayor es la PIP	Conacyt

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la variable SNI, se toma una particularidad para efectos de este estudio. En el capítulo tres se ha explicado que el nivel de SNI depende de la productividad de los investigadores. Mientras más participación en artículos, conferencias, congresos, seminarios

y/o asesorías tiene un investigador, mayor será su nivel de SNI. En esta investigación queremos saber cómo influye el nivel de ese SNI en la participación de un investigador en las patentes de su universidad o institución, y ya que la patente tiene el mismo valor en la evaluación para un candidato que para un SNI III, la ponderación entre niveles de SNI será la misma. Además, en nuestra muestra, la distribución de los investigadores por nivel de SNI es relativamente similar ya que el 27% de los SNI son nivel 1, el 36% son nivel 2 y el 36% son nivel 3.

En el Cuadro 12 se describen las variables independientes que corresponden a las características institucionales a usar en el modelo econométrico.

Cuadro 12 Descripción de las variables independientes: características institucionales

Características institucionales				
<i>Variable</i>	<i>Especificación</i>	<i>Escala/Rango</i>	<i>Hipótesis</i>	<i>Fuente</i>
prop_uni_cpi	Variable numérica Mide la propensión a patentar de la universidad o institución*	0.0032 -- 0.1706	A mayor propensión de la institución, mayor es la PIP	Conacyt
ott	Variable dummy Indica si la universidad o institución* tiene Oficina de Transferencia Tecnológica**	1=tiene OTT 0=no tiene OTT	Si tiene OTT, la PIP será mayor	Conacyt
doctorados_pnpc	Variable numérica Suma el número de doctorados en las áreas Conacyt 1,2,3,4 y 7 que forman parte del PNPC de la universidad o institución*	0 -- 29	A mayor número de doctorados, mayor es la PIP	Conacyt
tam_inst	Variable numérica Número total de investigadores SNI que forman parte de la universidad o institución*	52 -- 2,680	Mientras más grande es la institución, la PIP es mayor	Conacyt

*De adscripción del investigador

**De acuerdo al Informe de la Ciencia y la Tecnología 2013

PNPC= Padrón Nacional de Posgrados de Calidad de Conacyt

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 13 presenta la media, la desviación estándar, el mínimo y el máximo de cada variable que se usará en los modelos econométricos.

Cuadro 13 Estadística descriptiva de las variables personales e institucionales

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
pip	0.01	0.01	0.01	0.06
sni_2013	3.08	0.81	1	4
edad	45.59	8.05	28	76
edad2	2,133.60	795.82	784	5,776
equipo_mixto	0.68	0.47	0	1
prop_uni_cpi	0.06	0.07	0.00	0.17
tam_inst	1,157.50	1,508.56	61	3,805
ott	0.58	0.50	0	1
doctorados_pnpc	12.15	11.62	0	29

Fuente: Elaboración propia

Una vez presentadas las variables, en la siguiente sección se muestran los resultados de nuestras estimaciones del modelo.

4.5 Resultados del modelo de características personales e institucionales

El paquete econométrico que se utilizó para el cálculo de los modelos es Stata en versión 13. Para prevenir el problema de heterocedasticidad, los errores estándar se han corregido utilizando el comando robust de Stata.

Tabla 1. Resultados del Modelo de características personales e institucionales

Variables explicativas	Coefficiente	Errores estándar robustos	t	Valor p
sni_2013	0.0036096 *	0.0012	3.13	0.002
edad	0.0015835 *	0.0006	2.83	0.006
edad2	-0.0000158 *	0.0000	-2.99	0.004
equipo_mixto	-0.0026617	0.0018	-1.49	0.14
prop_uni_cpi	0.0634094 *	0.0194	3.27	0.001
tam_inst	-0.0000015 **	0.0000	-1.73	0.086
ott	-0.0020475	0.0016	-1.25	0.213
doctorados_pnpc	0.0003983 *	0.0002	2.49	0.014
Constante	-0.041233 *	0.0164	-2.52	0.013

$R^2 = 0.2521$

F= 0.0138

N=111

*Significativa al 5%

**Significativa al 10%

Fuente: Estimación propia con Stata 13

Como puede observarse en la Tabla 1, las variables sni_2013, edad, edad al cuadrado, prop_uni_cpi, doctorados_pnpc y la constante son estadísticamente significativas al 95%; mientras que la variable tam_inst es estadísticamente significativa al 90%. Las variables equipo_mixto y ott no son estadísticamente significativas. Por su parte, la prueba F es estadísticamente significativa al 99%, por lo que las variables, de manera conjunta, son estadísticamente significativas. Obsérvese que el número de observaciones es de 111 debido a que no se dispone información sobre la edad de dos investigadores.

El coeficiente de la variable sni_2013 implica que un cambio de nivel en el SNI aumenta la propensión a patentar en 0.0036. Si tomamos en cuenta que si un investigador SNI tiene solamente una patente, su propensión a patentar es de 1/143 o 0.0069; entonces, un cambio de un nivel en el SNI aumenta su propensión a patentar en 0.0036. En términos

de patente significa que participó en media patente (0.0036/0.0069). Lo que concuerda con la revisión de la literatura, aumentó su productividad participando en patentes de su universidad o institución (Rodeiro, Fernández, Rodríguez y Otero, 2012; Calderón, 2014).

Como se esperaba, el coeficiente de la variable edad tiene signo positivo y el coeficiente de la variable edad al cuadrado tiene un signo negativo en la propensión a patentar alcanzando un máximo a la edad de 50.11 años.¹⁰ Esta es la edad promedio inventiva más productiva del investigador (Aceytuno y Sánchez, 2014).

La variable equipo_mixto no es estadísticamente significativa. Lo anterior podría deberse al hecho de que la participación de las mujeres es reducida (Morales y Sifontes, 2011). Se ha probado alternativamente la variable sexo en un modelo separado de equipo mixto ya que están altamente correlacionadas. La variable sexo resulta menos significativa que la variable equipo_mixto y le resta predicción al modelo.

El coeficiente de la variable prop_uni_cpi es de 0.063 lo que implica que un aumento de una centésima en la propensión de la universidad a patentar aumenta la propensión a patentar del investigador SNI en nueve centésimas de patente.¹¹ Esta variable da cuenta de la importancia de involucrar a la universidad o institución mexicana en el proceso de patentamiento ya que esto aumentaría la propensión del investigador de involucrarse en el proceso inventivo de su universidad o institución.

El coeficiente de la variable tam_inst implica que el mayor número de investigadores SNI en la universidad o institución influye positivamente en la propensión del investigador. Entonces, el tamaño de la institución resulta un factor explicativo. Al realizar la base de datos de esta investigación se detectaron grupos definidos de investigadores. Estos grupos están

¹⁰ (0.0015835/ (2*0.0000158))

¹¹ ((0.01*0.063)/0.0069).

conformados en su mayoría y hasta totalmente por investigadores SNI que trabajan en conjunto en más de una ocasión.

La variable ott no resultó significativa. Esto podría deberse a que la mayoría de las universidades e instituciones no tienen una OTT establecida. Como se ha expuesto en la revisión de la literatura, es de suma importancia un recurso que permita el proceso de transferencia tecnológica para motivar a los investigadores a participar en el patentamiento de la institución.

La variable doctorados_pnpc resulta positiva. Al aumentar un doctorado inscrito en el PNP, la propensión del investigador aumenta 0.00039. Aunque el efecto sea pequeño, es un buen indicador de la capacidad de la institución para llevar a cabo actividades de investigación.

Finalmente, la R2 del modelo es de 0.25. Las variables independientes explican en 25% a la variable dependiente.

4.6 Modelo adicional: Naturaleza de la investigación

Como se ha comentado anteriormente, se calcula un modelo adicional con la información acerca de la actividad inventiva de los investigadores SNI. En cuanto a la naturaleza de la actividad inventiva, se han realizado diversos estudios que toman en cuenta la información de la patente para conocer en cuánto influye esta información en el número de patentes generadas por las instituciones o por los investigadores.

En este estudio se consideran indicadores proxy relacionados a:

- La importancia de la invención: medida por las citas recibidas a las patentes (Nuñez y Pedroza, 2011; Morales y Sifontes, 2011; Guzmán, Acatitla y Maldonado, 2015)

- El número de novedades generadas: medido por las reivindicaciones en las patentes (Aboites, Capdevielle y Soria; 2011)
- La amplitud tecnológica: medida por el número de clases tecnológicas (Maldonado, Guzmán y Peredo, 2015)
- La colaboración tecnológica: medida por la copropiedad de una patente o copatente, es decir, que una patente sea propiedad de dos o más instituciones (Urraca, 2005; Guzmán, Acatitla y Vázquez, 2015).

Una vez descritas las principales características de la naturaleza de investigación que este trabajo considera que pueden influir en la propensión a patentar de los inventores investigadores SNI, se presenta el modelo de la forma:

$$pip = \beta_0 + \beta_3 x_3 + \varepsilon$$

Donde pip es la propensión de los inventores investigadores SNI a patentar; β_0 es la constante; x_3 es el conjunto de factores de la naturaleza de la investigación y ε es el término de error.

La especificación del segundo modelo es:

$$pip = \beta_0 + \beta_9 amp_{tec} + \beta_{10} copatente + \beta_{11} claims + \beta_{12} forw_{pat} + u$$

En el Cuadro 14 se describen las variables relacionadas a la naturaleza de la investigación donde u representa el término de error. En el Cuadro 15 se muestra la estadística descriptiva de las variables.

Cuadro 14. Descripción de variables independientes: naturaleza de la investigación

Naturaleza de la investigación				
<i>Variable</i>	<i>Especificación</i>	<i>Escala/Rango</i>	<i>Hipótesis</i>	<i>Fuente</i>
amp_tec	Variable numérica Suma de las clases tecnológicas de las patentes (sin repetir)*	01 -- 13	A mayor número de clases, la PIP aumente	USPTO
copatente	Variable dummy Indica si alguna de las patentes es propiedad de dos o más instituciones	1=copatente 0=sin copatente	Una copatente aumenta la PIP	USPTO
claims	Variable numérica Suma el número de claims de la(s) patente(s)*	2 -- 214	Un mayor número de claims, aumente la PIP	USPTO
forw_pat	Variable numérica Suma las citas hacia delante (sin repetir)*	0 -- 100	Cuanto mayor son las citas posteriores, mayor es la PIP	USPTO

*La patente o patentes donde el investigador aparece como inventor, independientemente del lugar que ocupe en la lista de inventores

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 15. Estadística descriptiva de las variables de la naturaleza de la investigación

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
amp_tec	3.17	2.44	1	13
copatente	0.12	0.32	0	1
claims	29.04	30.28	2	214
forw_pat	7.71	18.05	0	100

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 2 muestra los resultados de la versión del modelo que incluye solamente el vector X3 de características de la naturaleza de la investigación como variables explicativas. Para prevenir el problema de heterocedasticidad, los errores estándar se han corregido utilizando el comando robust de Stata.

Tabla 2. Resultados del modelo de características de la naturaleza de la investigación

Variables explicativas	Coefficiente	Errores estándar robustos	t	Valor p
amp_tec	0.001918*	0.00027	7.22000	0.00000
copatente	0.002289*	0.00104	2.20000	0.03000
claims	0.000112*	0.00002	6.21000	0.00000
forw_pat	0.000184*	0.00002	9.67000	0.00000
Constante	0.001501*	0.00039	3.87000	0.00000

$R^2 = 0.9275$

F= 0.0

N=113

*Significativa al 5%

Fuente: Estimación propia con Stata 13

Tal como se observa en la Tabla 2, todas las variables son estadísticamente significativas al 5%. Para interpretar los coeficientes debemos recordar que, si un investigador SNI tiene solamente una patente, su propensión a patentar es de 0.0069 (1/143). El coeficiente de la variable amp_tec significa que si la patente pertenece a una clase tecnológica adicional, entonces la propensión a patentar aumenta en 0.0019, o en casi un cuarto de patente (0.0019/0.0069).

El coeficiente de la variable copatente significa que si la patente pertenece a más de una institución entonces la propensión a patentar aumenta en 0.00229, o en un tercio de patente (0.00229/0.0069).

El coeficiente de la variable claims significa que una reivindicación adicional en la patente aumenta la propensión a patentar en 0.0001. Lo que motivará al investigador a participar en el patentamiento en una centésima parte de patente (0.0001/0.0069).

El coeficiente de la variable *forw_pat* significa que una cita hacia adelante adicional en la patente de un investigador aumenta su propensión a patentar en 0.0001 o en una centésima parte de patente (0.0001/0.0069).

Para esta versión del modelo el R2 es de 0.92, lo que sugiere que el modelo es capaz de explicar una parte considerable de la variación en la variable dependiente, reflejo de que todas las variables son estadísticamente significativas. Lo anterior no es de sorprender, ya que este conjunto de variables ha sido ampliamente analizado y verificado en la literatura.

Reflexiones finales del capítulo

Los principales hallazgos en esta investigación empírica son los siguientes. La probabilidad de encontrar un investigador SNI entre los inventores de una patente concedida por la USPTO a una universidad o a una institución mexicana es de 0.76%. Como indica la primera hipótesis, esta propensión a patentar es reducida. Sin embargo, al calcular la probabilidad de patentar de las universidades y las instituciones con mayor patentamiento en el periodo revisado, tenemos que la propensión a patentar es mayor para estas instituciones. El Instituto Mexicano del Petróleo tiene una propensión de 17%; el CINVESTAV de 2% y la UNAM de 1%.

La segunda hipótesis plantea que la propensión a patentar de los investigadores SNI se asocia a factores personales e institucionales. Esta hipótesis se cumple con factores personales relacionados al nivel de SNI en el 2013 y la edad inventiva del investigador. La hipótesis se cumple con los factores institucionales que miden la propensión de la universidad o institución a patentar, el tamaño de la institución y el número de doctorados en el PNPC.

Para los inventores investigadores SNI que constituyen la muestra, las variables equipo mixto y OTT no son estadísticamente significativas.

En el caso de las características de la naturaleza de la investigación, todas las variables propuestas en el modelo son estadísticamente significativas al 5%. Esta versión sugiere que el modelo es capaz de explicar una parte considerable de la variación en la variable dependiente, reflejo de que todas las variables son estadísticamente significativas.

CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA

Los objetivos de esta investigación pretendían estimar la propensión de los investigadores del SNI de universidades e instituciones de investigación pública a participar como inventores de novedades patentadas por sus instituciones, asimismo, identificar los factores de esta propensión. Conforme a ello se encontraron hallazgos que confirman las hipótesis planteadas.

Primero, se muestra que la propensión a que los investigadores del SNI participen en las invenciones patentadas por sus instituciones es marginal (0.76%), es mayor cuando pertenecen a instituciones que protegen sus novedades tecnológicas mediante patentes.

Segundo, se identifica que esta propensión se asocia a: la edad y al nivel de SNI de los investigadores, como factores personales; al tamaño de la institución y al número de programas de doctorado en el PNP, como factores institucionales y, finalmente, a la importancia de la invención (medida por el número de las citas recibidas a las patentes), al número de novedades generadas (medido por el número de reivindicaciones hechas en las patentes) y a la amplitud tecnológica (medida por el número de clases tecnológicas), como factores de la naturaleza de la investigación.

Con relación a los factores individuales de los investigadores que influyen en la propensión a participar de la actividad inventiva, sólo se incorporó la edad, el nivel de SNI y la colaboración con investigadores del sexo opuesto. Estas variables reflejan la trayectoria del investigador, el nivel educativo, la calidad de la investigación que realiza, antigüedad en como investigador y la colaboración entre investigadores. Aunque no se consideraron otras variables como las habilidades empresariales y el número de publicaciones.

Otros factores institucionales que podrían incidir en la propensión de los investigadores a participar en actividades inventivas patentadas por la institución, considerados en la literatura, tales como el presupuesto o financiamiento con que cuenta la institución, la fortaleza de los derechos de propiedad intelectual, el sistema de incentivos para fomentar la productividad de los investigadores, no fueron incorporados en nuestro modelo por falta de información homogénea que pudiera dar robustez al modelo estimado. Esto constituye un desafío para futuras investigaciones.

Finalmente, el acceso a información completa de la base de datos del Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (IMPI) podría ser de gran utilidad para ampliar el estudio y muy probablemente encontrar nuevas evidencias.

Hacemos un recuento de la investigación. De las 959 patentes concedidas a mexicanos entre 1980 y 2013 por USPTO, sólo 143 fueron concedidas a universidades e institutos mexicanos. De estas patentes se identifica la participación de 332 inventores, de los cuales 113 pertenecen al SNI en las áreas Físico-matemáticas y ciencias de la tierra, Biología y química, Medicina y ciencias de la salud, Biotecnología y ciencias agropecuarias e Ingenierías. Con base en esta información, se realizaron las estimaciones de la probabilidad de ser inventores en novedades patentadas por universidades e instituciones de investigación pública y los factores personales, institucionales y de la naturaleza de la investigación que influyen en la decisión de los investigadores a participar de la actividad inventiva patentada por sus instituciones.

El análisis de la base de datos de las 143 patentes concedidas por la USPTO a universidades e institutos mexicanos permite caracterizar de manera parcial la naturaleza de la actividad inventiva de estas instituciones mexicanas. No obstante, esta muestra nos permite analizar la actividad inventiva que se desarrolla en el país y sus características.

En relación a la dinámica de crecimiento de la actividad inventiva en universidades e instituciones de investigación públicas, el incremento promedio anual de las patentes concedidas es de 9.52%. Una cuarta parte de estas patentes pertenecen a universidades y tres cuartas partes a institutos. Destaca el Instituto Mexicano del Petróleo con 25 patentes; seguido de la UNAM con 22 patentes; en tercer lugar el CINVESTAV con 19 patentes concedidas; en cuarto lugar está el IMIS con 11 patentes y finalmente tenemos al CIATEQ con 8 patentes.

Con relación a la clasificación tecnológica, predominan las áreas de Química (47 patentes) y Medicamentos y Medicina (48 patentes). Aun cuando en el total de patentes otorgadas a México destaca la Mecánica, en el caso de instituciones se detectan pocas (6 patentes). Lo mismo ocurre con Computadoras y Comunicación (4) y Eléctricos y Electrónicos (4), y en la miscelánea de otras clases se registran 14 patentes. Estos datos contrastan con el nivel de patentamiento de universidades e institutos de los países industrializados y emergentes que participan activamente en la obtención de patentes en los nuevos paradigmas tecnológicos.

Al cruzar la base de datos de la USPTO con la de investigadores del SNI, se encuentra que 97% de los 113 investigadores cuentan con el grado de Doctor y sólo 3% con el grado de Maestro. Con respecto al género, 80% son hombres y 20% son mujeres. Asimismo, en 63.64% de las patentes participó al menos un investigador SNI y en 36.36% no participó ningún investigador SNI de las mismas áreas.

De las 25 patentes otorgadas al Instituto Mexicano del Petróleo, en 80% de ellas participó al menos un investigador SNI. De las 22 patentes otorgadas a la UNAM, en 77.27% participó al menos un investigador SNI. Concerniente a las 19 patentes otorgadas al CINVESTAV, en 89.47% participó al menos un investigador SNI.

De acuerdo a la clasificación por el tamaño de los equipos de inventores, de las 25 patentes creadas individualmente, solo 8% corresponden a algún investigador del SNI. De las 93 patentes que fueron creadas por equipos de investigación de 2 a 5 inventores, en 70.97% participó al menos un investigador SNI. Las 25 patentes restantes fueron creadas por equipos de más de 5 inventores, donde en su mayoría correspondían a investigadores del SNI (92%)

Respecto al nivel inventivo, señalamos que 74 de los 113 investigadores han participado como inventores en solo una patente concedida por USPTO; 16 investigadores lo han hecho en 2 patentes; 9 investigadores en 3 patentes. Entre los inventores prolíficos se identifican a 3 investigadores, 2 de estos que han participado en 7 patentes y 1 investigador en 8 patentes.

Estos investigadores-inventores tienen una edad promedio de 45 años. Aquellos que participan en mayor número de patentes tienen entre 42 y 49 años.

La mitad de los investigadores-inventores se encuentran adscritos al Instituto Mexicano del Petróleo y a la UNAM, con 26% y 24% respectivamente. En CINVESTAV se localizan 14%. El resto de los investigadores (36%) están adscritos a otras instituciones.

Estos análisis estadísticos ayudaron a comprobar la primera hipótesis: la probabilidad de encontrar un investigador SNI entre los inventores de una patente concedida por la USPTO a una universidad o instituto mexicano es de 0.76%. Como indica la primera hipótesis, esta propensión a patentar es marginal. Sin embargo, al calcular la probabilidad de patentar de las universidades e institutos mexicanos con mayor trayectoria de patentamiento, tenemos que la propensión a patentar es mayor para estas instituciones. El Instituto Mexicano del Petróleo tiene una propensión de 17%; el CINVESTAV de 2% y la UNAM de 1%.

Con el propósito de conocer la magnitud del efecto de los factores que influyen en la propensión de los investigadores del SNI a participar en novedades patentadas por sus instituciones, se estima la elasticidad que tiene la variable dependiente frente al cambio marginal de las variables independientes.

Así, un cambio de nivel en el SNI aumenta la participación del investigador SNI en media patente. Por ejemplo, si el candidato de la muestra sigue aumentando su nivel de SNI, por cada nivel que aumente, participará con la novedad que representa media patente más. La propensión a patentar alcanza un máximo a la edad de 50.11 años.

Un aumento de una centésima en la propensión de la universidad a patentar aumenta la propensión a patentar del investigador SNI en nueve centésimas de patente. El incremento de la participación de la universidad o institución en el patentamiento de sus invenciones hará que el investigador del SNI se motive a participar en la creación de más patentes en su universidad o instituto.

Si la patente en la que participó como inventor el investigador se otorga en una clase tecnológica adicional, entonces la propensión del investigador a desarrollar novedades patentadas por su institución aumenta en casi un cuarto de patente. La mayor colaboración entre instituciones aumentará el patentamiento en un tercio de patente por cada instituto más que colabore.

Tal como lo afirmamos al inicio de las conclusiones, las variables independientes individuales, institucionales y de naturaleza de la innovación que inciden positivamente en la propensión de los investigadores a desarrollar novedades patentadas por sus instituciones son: el nivel de SNI de los investigadores, la edad, el tamaño de la institución, la propensión de la universidad o instituto a patentar, el número de programas de doctorado en el PNPC, la

importancia de la invención y el número de novedades generadas. Los resultados estadísticamente significativos lo corroboran.

En cambio, otras variables que resultaron estadísticamente no significativas son: la variable de género, remplazada por la variable de equipos mixtos y la existencia de OTT en las universidades o institutos. En el primer caso, puede deberse al hecho de que la participación de las mujeres es muy reducida. En el segundo caso se observa la casi ausencia de OTT en las instituciones.

Considerando los resultados de este estudio para el caso de México, podemos realizar las siguientes recomendaciones de política:

- ✓ Fomentar entre los investigadores de las instituciones mexicanas el descubrimiento de novedades tecnológicas.
- ✓ Promover que el desarrollo de novedades tecnológicas sean protegidas mediante patentes concedidas a las universidades e institutos de investigación pública.
- ✓ Fortalecer el sistema de protección de la propiedad intelectual en las universidades e instituciones mexicanas para que éste influya en el incremento de mayor actividad inventiva de sus investigadores.
- ✓ Crear oficinas de transferencia tecnológica —OTT— para asegurar el patentamiento de las novedades desarrolladas por sus investigadores en las universidades. Asimismo, contar con los canales adecuados para comercializar o transferir la tecnología creada hacia el sector productivo.

Bajo estas recomendaciones se considera que los recursos generados por la innovación en las diversas universidades e institutos contribuirán a financiar nuevos proyectos de investigación y a favorecer los círculos virtuosos de transferencia de conocimiento tecnológico para el desarrollo económico y social del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aboites, J. (2006). “Innovación, propiedad intelectual y estrategias tecnológicas”. *Revista Mundo Siglo XXI*, número 5.

Aboites, J.; Capdevielle, M. y M. Soria. (2011). “Propiedad intelectual y política industrial” en *La UAM ante la sucesión presidencial: propuestas de política económica y social para el nuevo gobierno*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

Aboites, J. y C. Díaz. (2013). “Redes y trayectorias en la producción de conocimiento codificado en patentes: el caso de una universidad mexicana”, Portugal: Congreso Altec.

Aceytuno, M. y C. Sánchez-López. (2014). “Carrera académica y propensión a la transferencia de tecnología. El caso de la Universidad de Huelva”. *Revista Investigaciones Regionales*, número 28, pp. 79-100.

Anastacio, G. y M. Ayuso. (2012). “La propiedad intelectual en las universidades brasileñas: Universidad Federal de Goias y Universidad de Brasília”. *Revista Biblios*, número 47.

Arrow, K. (1962). “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Inventions” en R. Nelson (editor), *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. Princeton.

Arteaga, L.; Nemogá, G. y M. Reguero. (1997). “Los derechos de propiedad intelectual y los organismos vivos” en F. Chaparro et al. (editores), *Manual sobre la propiedad intelectual de productos derivados de la actividad académica en universidades y centros de investigación*. Colombia: Editorial Universidad Nacional de Colombia, pp. 91-111.

Azagra, J. (2004). *La contribución de las universidades a la innovación*. Tesis que se presenta para obtener el grado de Doctor en disciplina por la Universitat de Valencia, España.

Balconi, M.; Breschi, S. y F. Lissoni. (2004). “Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data”. *Research Policy*, número 33, pp. 124-145.

Beneito, P. (2006). “The innovative performance of in-house and contracted R&D in terms of patents and utility models”. *Research Policy*, número 35, pp. 502-517.

Borrero, S. (2006). *Conferencia VI. Educación y política. La educación en lo superior y para lo superior. El maestro*. Simposio permanente sobre la Universidad. Bogotá: ICFES / Pontificia Universidad Javeriana. Consultado en http://cmap.upb.edu.co/rid=1191528879500_844108000_1321/CONFERENCIA_6_-_Educacion_y_politica_-_Leer_Epilogo_-_Pag_47-55.pdf

Briones, J.; Buesa, M. y J. Heijs. (2011). “Los determinantes de la producción de patentes: una aproximación regional”. XIV Congreso latino-iberoamericano de gestión tecnológica. Perú: Congreso Altec.

Cabrero, E.; Cárdenas, S.; Arellano, D. y E. Ramírez. (2011). “La vinculación entre la universidad y la industria en México. Una revisión a los hallazgos de la Encuesta Nacional de Vinculación”. *Perfiles educativos*, volumen XXXIII, número especial.

Calderón, G. y J. García-Quevedo. (2012). “Transferencia de conocimiento y diagnóstico sobre determinantes en la producción de patentes en universidades públicas mexicanas”, XVII Congreso Internacional de Contaduría y Administración e Informática.

Calderón, G. (2013). *La gestión de las patentes universitarias. El caso de la UNAM*. México: DGEI-UNAM (Cuadernos de trabajo de la dirección general de evaluación institucional).

_____. (2014). “Patentes en Instituciones de Educación Superior en México”. *Revista de la Educación Superior*, volumen XLIII (2), número 170, pp. 37-56.

Camacho, J. (1998). “Incubadoras o Viveros de empresas de base tecnológica: la reciente experiencia europea como referencia para las actuales y futuras iniciativas latinoamericanas”. XII Congreso latinoamericano sobre espíritu empresarial, Costa Rica.

Cámara de Diputados. (2015). Ley de Ciencia y Tecnología. Consultado en http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242_081215.pdf.

Cárdenas R. (1999). *Invención, Innovación y Patentes*. México: Albedrío.

Casas, R. (2001). “Espacios emergentes de conocimiento a nivel regional: hacia una taxonomía” en Casas, R. (coordinador), *La formación de redes de conocimiento: una perspectiva regional desde México*. Barcelona: Anthropos, pp. 56-98.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (2013). Base de datos de investigadores vigentes en el Sistema Nacional de Investigadores 2013.

_____. (2014). Informe de la Ciencia y la Tecnología en México.

D’Este, P. y Perkmann, M. (2011). “Why do Academics Engage with Industry? The Entrepreneurial University and Individual Motivations”. *Journal of Technology Transfer*, volumen 36, número 3, pp. 316-339.

Díaz, C. y J. Aboites. (2012). “Knowledge Management Strategies. Public Research Centers: Between Legitimacy and Efficiency: Is there a place for autonomy?”. LAEMOS 4th Conference, Working paper.

Etzkowitz, H. (2003). “Research Groups As Quasi Firms: The Invention Of The Entrepreneurial University”. *Research Policy*, número 32, pp. 109-121.

Fernández, S.; Otero, L.; Rodeiro, D. y A. Rodríguez. (2012). “Las patentes universitarias: uno motor de emprendimiento”. Consultado el 23 de mayo del 2016: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Empresarial/emprendimiento.pdf>

Gay, C.; Lathan, W. y C. Le Bas. (2005). “Collective Knowledge, Prolific Inventors and the Value of Inventions: An empirical Study of French, Germany and British Owned US Patents, 1975-1998”. Delaware, Department of Economics, Working paper número 05-16.

Gortari, R de. (1999). “Los académicos: de la producción a la comercialización del conocimiento” en Casas y Luna (coordinadores), *Gobierno, Academia y Empresas en México. Hacia una nueva configuración de relaciones*. México: UNAM.

Griliches, Z. (1990). “Patent Statistics as Economic Indicators: A Survey”. *Journal of Economic Literature*, volumen 28, pp. 1661-1707.

Grimpe, Ch. y F. Heide. (2009). “Informal university technology transfer: a comparison between the United States and Germany”. Discussion Paper número 09-033.

Guzmán, A.; Acatitla, E. y K. Maldonado. (2015). “Naturaleza de la difusión del conocimiento tecnológico en el sector bio-farmacéutico de Brasil y México. Un análisis de cita de patentes”. Universidad autónoma Metropolitana Iztapalapa, Departamento de Economía (área de Teoría económica), Reporte de investigación número R1_12_15.

Guzmán, A.; Acatitla, E. y T. Vázquez. (2015). “Propensity toward industry-science links across Mexico’s technological sectors: An analysis of patents, 1980-2013”. *EconoQuantum*, volume 13, número 1, pp. 125-157.

Henderson, R; Jaffe, A. y M. Trajtenberg. (1998). “Universities as a Source of Commercial technology; a detailed analysis of university patenting 1965-1988”. *Review of Economics and Statistics*, número 80.

Huber, J. (2001). *Managing Innovation Mining for Nuggets*. Estados Unidos: Authors Choice Press.

Jaffe, A. (1989). “Real Effects of Academic Research”. *The American Economic Review*, volumen 79.

Jaffe, A., y M. Trajtenberg. (2002). *Patent, Citations, and Innovations*. Cambridge: The MIT Press.

Kuckartz, M. (1999). “Commercial Exploitation of Academic and Scientific Research Inventions-a new duty for patent information”. *World Patent Information*, número 21, pp 27-29.

Lemelson, J. (2003). *Historical perspectives on invention & creativity. Report of the Committee for Study of Invention*, sponsored by the Lemelson-MIT Program and the National Science Foundation.

Maldonado, K.; Guzmán, A. y F. Peredo. (2015). “La actividad inventiva de las mujeres en Brasil, 1997-2013”. *Economía: Teoría y Práctica*, nueva época, número especial, volumen 3.

Melina, F. y A. Dufek. (2013). “Diagnóstico del proceso de Transferencia de Tecnología de la Universidad del Litoral. Un aporte al diseño de estrategias”. Portugal: Congreso Altec.

Morales, R. y D. Sifontes. (2011). “La actividad Innovadora por género en América Latina: un estudio de patentes”. XIV Congreso Latino-Americano de Gestión Tecnológica, Perú: Altec.

Mowery, D. y A. Ziedonis. (2002). “Academic patent quality before and after the Bayh-Dole act in the United States”. *Research Policy*, número 31, pp. 399-418.

Núñez, A. y A. Pedroza. (2011). “Exploración de las capacidades de los centros públicos de investigación de México para producir y proteger nuevo conocimiento”. XV Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas, Veracruz.

Oficina Nacional de Estadísticas (ONE). (2009). *Ciencia y Tecnología en Cifras. Cuba 2009*.

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI). (2000). “¿Por qué proteger los resultados de las investigaciones?”. Taller Nacional de la OMPI sobre el sistema de propiedad industrial y la promoción de la innovación, Costa Rica.

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). (2002). *Manual de Frascati. Propuesta de normas técnicas para encuestas de investigación experimental*. España: Fundación Española para Ciencia y Tecnología (FECyT).

_____. (2004). *Compendium of Patent Statistics*. Paris.

Quintás, M.; Caballero, G.; Arévalo, R, y P. Piñeiro. (2012). “La protección de las invenciones mediante patentes en las universidades europeas, japonesas y estadounidenses”. *Cuadernos de gestión*, volumen 12, número 1.

Ramírez, M. y M. Valderrama. (2010). “La alianza Universidad-Empresa-Estado: una estrategia para promover innovación”. *Revista EAN*, número 68, pp. 112-133.

Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología —Iberoamericana e Interamericana— (Ricyt). (2016). *Indicadores de Ciencia y Tecnología para México*. Página de Internet: <http://www.ricyt.org/>

Rocha, P. (2003). “Derechos de propiedad intelectual, la manera de proteger invenciones”. *PALMAS*, volumen 24, número 1.

Rodeiro, D.; Fernández, S.; Rodríguez, A. y L. Otero. (2012). “La financiación de la investigación como motor del emprendimiento académico: análisis de las patentes universitarias”. *Revista de Educación*, número 357, pp. 203-229.

Schmookler, J. (1962): “Economic sources of inventive activity” en N. Rosenberg (editor), *The economics of technical change*. London: Penguin Books.

Schmookler, J. (1966): *Invention and economic growth*. Boston: Harvard University Press.

Schmal, S.; López, M. y F. Cabrales. (2006). “El camino hacia la patentación en las Universidades”. *Ingeniare*, volumen 14, número 3, pp. 172-186.

Solleiro, J. y R. López. (1994). *La experiencia reciente de vinculación universidad-empresa en México*. Plonski.

Solleiro J.; Ritter dos Santos, E. y F. Escalante. (2008). “En búsqueda de un sistema de prácticas para la vinculación exitosa de universidades y centros de I+D con el sector productivo”. Curso aspectos críticos en la transferencia de tecnología desde la perspectiva de las universidades. Red Cytel: Cambiotec.

Soria, M. (2014). “Incentivos al conocimiento tecnológico de patente en la Universidad Autónoma Metropolitana” en *Instituciones y desarrollo*. México: Universidad Autónoma Metropolitana Xochimilco.

Stezano, F. y A. Millán. (2014). “Incentivos que encuentran los académicos mexicanos para adoptar relaciones de transferencia de conocimientos y tecnología con el sector empresarial”. *Revista Sociológica*, número 83, pp. 47-85.

Suzuki, J., Goto, A. y Y. Baba. (2008). “Does University Reform Promote Innovation?: University-Industry Links in the Reform Era in Japan”. VI Globelics Conference, septiembre 22-24, ciudad de México.

Trajtenberg, M.; Henderson, R. y A. Jaffe. (2002). “University Versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Invention” en A. Jaffe, M. Trajtenberg, *Patents, citations, and innovations*. Cambridge: MIT Press, pp. 51-88.

Trajtenberg, M. (1990). *Patents as indicators of Innovation, Economic Analysis of Product Innovation*. Cambridge: MIT Press.

Urraca, A. (2005). “Patentes y Función Pública Universitaria en Europa: Mitos y Realidades”. *Revista Brasileira de Inovação*, volumen 4, número 2.

Varela, G. (1999). “Los patrones de vinculación universidad-empresa en Estados Unidos y Canadá y sus implicaciones para América Latina” en R. Casas y M. Luna (coord.), *Gobierno, academia y empresas en México: hacia una nueva configuración de relaciones*. México: Plaza y Valdés/UNAM-III.

Vargas, C. (2010). “La titularidad de las patentes universitarias. El caso Gatorade”. *Uciencia*, número 5.

Zaldivar A. y L. O'connor. (2012). “Universidad, patentes e innovación”. *Revista cubana de Ingeniería*, volumen III, número 1, pp. 37-44.