

ARTÍCULO

Patentes en Instituciones de Educación Superior en México*

Guadalupe Calderón-Martínez**

* Título original: Patent trends in universities and higher education institutions in Mexico.

** Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán.

Correo electrónico: mgcalderon@comunidad.unam.mx

Recibido el 21 de mayo del 2014; aprobado el 05 de junio del 2014

PALABRAS CLAVE

Instituciones de Educación Superior/Patentes/
Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas

Resumen

El objetivo de la presente investigación es analizar los elementos que en México influyen en la producción de patentes en las Universidades e Instituciones de Educación Superior (IES).

Las patentes académicas están recibiendo una atención creciente como vía de transferencia de conocimiento; a partir de la revisión de la literatura internacional sobre los principales factores que explican la producción de patentes, se ha construido una base de datos para 60 universidades mexicanas y se ha estimado un modelo tomando en cuenta las características institucionales de las universidades.

Estudios previamente realizados para Estados Unidos y algunos países europeos, muestran que el marco institucional y las particularidades propias de las universidades son elementos relevantes en la producción de patentes académicas. El análisis cuantitativo realizado en este artículo para un país latinoamericano permite ampliar el conocimiento relacionado a las licencias académicas, y podría tener implicaciones para el diseño de las políticas en ciencia y tecnología.

KEYWORDS

Higher Education Institutions/
Patents/Comparative Study of Mexican Universities

Abstract

The objective of this paper is to analyze the factors that influence the production of patents in Higher Education Institutions (HEIs) in Mexico. Academic patents are receiving special attention in knowledge transfer. From the review of the international literature on the main factors that explain patent production we built a database for 60 Mexican universities and have estimated a model taking the institutional characteristics.

Existing studies for the U.S. and some European countries show that the institutional framework and the individual characteristics of the universities are important elements in the production of academic patents. The quantitative analysis in this article for a Latin

American country can increase knowledge of academic patents and may have implications for the design of policies on science and technology.

Introducción

Es incuestionable el aporte de la ciencia académica por medio de la investigación, tanto científica como a través de resultados cercanos a la innovación industrial. El debate surge en otros aspectos: por un lado se afirma la oportunidad de una transferencia de los resultados de búsqueda hacia el sector productivo, mientras que por otra parte se sugiere que el fomento al espíritu empresarial en el ámbito universitario puede ir en detrimento del carácter de la investigación básica y su contribución científica (Jaffe y Lerner, 2007).

Entre las diversas maneras en las cuales se ha destacado la contribución de las universidades al desarrollo tecnológico y a la innovación, subresale su relación con el sector industrial; dicha transferencia tiene lugar a través de distintas vías, como los contratos conjuntos de investigación, la creación de *spin-offs* o el registro de patentes y su posterior traspaso.

Dentro de estos mecanismos, los derechos de propiedad industrial no se consideran únicamente un documento legal sino que, en algunos casos, están presentes en aspectos que van desde el intercambio de conocimientos hasta la obtención de fondos para la investigación, la protección y la transferencia de resultados. Por ello, las patentes universitarias han generado un interés, tanto desde el punto de vista de la investigación académica como del de las políticas diseñadas para incentivar el cambio (Baldini, 2006; Verspagen, 2006).

En este escenario, la transferencia de tecnología puede ser un factor útil, aunque no suficiente, para el desarrollo económico. En el caso de América Latina, las universidades se encuentran aún en una fase de apertura a la colaboración con el sector productivo. Si bien los trabajos en la literatura se refieren principalmente a la etapa de acercamiento entre el personal de la industria e investigadores, sus alcances se perciben en el enfoque actual de la política en ciencia y tecnología. El caso de México constituye una fuente útil de comparación, dado que, a partir de los patrones comunes, se pueden distinguir cambios en la producción y la transferencia de conocimiento en las universidades.

Tras esta introducción, el documento se organiza de la siguiente manera. En primer lugar, abordamos el desarrollo de la relación universidad-empresa, hasta llegar al momento actual en el que se hace énfasis en su integración como actor de los sistemas de innovación. En seguida, y en ese mismo sentido, analizamos elementos de la política en ciencia y tecnología, incluyendo aspectos normativos que se han dado en otros contextos del país, así como al interior de las instituciones de educación superior. Posteriormente, iniciamos el análisis del marco teórico mediante una revisión de la literatura internacional de estudios sobre patentes académicas, para concluir con la exposición del caso específico de México.

El cierre del artículo está dedicado a la metodología y la descripción de la base de datos, así como al análisis econométrico y la presentación de resultados y conclusiones.

Relación universidad-empresa

Es preciso reconocer que, por diversos motivos, la relevancia de este debate fue ganando protagonismo en las últimas décadas, en particular por la importancia económica y la estrategia creciente de las ramas productivas basadas en la ciencia (Vence, 2010). En este entorno, la Relación Universidad-Empresa (RUE) adquiere especial importancia, y el diseño de instrumentos orientados al fomento de esta relación se ha convertido en un elemento central dentro de las estrategias de desarrollo, mientras que el análisis de los factores implicados con el establecimiento de dichas relaciones es un campo de estudio creciente en el ámbito académico.

Aunque el movimiento actual a favor de la RUE tiene su origen en la dinámica productiva y científica de los países desarrollados, sus efectos han trascendido hacia otros ámbitos geográficos. No obstante la preocupación sobre este tipo de vínculos, la normativa se ha centrado más en el diseño de estrategias de fomento, que en el análisis de los factores y características que contribuyen en su consolidación. Ello ha derivado en la puesta en marcha de mecanismos que han tenido poco impacto en el desarrollo regional, debido a que no corresponden a las capacidades productivas y científicas del territorio.

Este trabajo se lleva a cabo en un momento que se caracteriza por el incremento en el número de solicitudes presentadas por residentes mexicanos respecto a las que han sido expuestas en México por entidades extranjeras, pasando en la última década aproximadamente del 4% al 7% del total de ellas (Instituto Mexicano de Propiedad Industrial [IMPI], 2011). Los datos disponibles permiten hacer una comparación que históricamente muestra

una proporción muy débil en las solicitudes de patentes hechas por los mexicanos (Beatty, 1996).

Esta clase de resultados en México y en otros países se vincula con varios factores: la baja capacidad de absorción por parte de la industria, las diferencias entre los resultados de la investigación y las necesidades del sector productivo, así como con la debilidad de los incentivos existentes para la protección de la propiedad intelectual. Otros obstáculos pueden relacionarse con la complejidad de los procesos en el escalamiento en lo que concierne a la investigación aplicada, a fallas en la administración del financiamiento público y a una visión a corto plazo que impide poner la debida atención en la importancia de la generación de tecnología propia o, en su caso, de crear las capacidades que resulten adecuadas para absorber, adaptar y mejorar la que es transferida desde el exterior.

Sin embargo, prevalece el debate respecto a que esta tendencia puede distanciar los objetivos de la investigación académica, así como los intereses a corto plazo de las empresas. Aparece –casi inevitablemente–, una distancia temática y metodológica, y esta brecha aumenta, por diversas razones, en las economías menos avanzadas. La primera surge a partir de la presión para seguir el progreso de la frontera científica marcado por países más desarrollados, a cuyos medios de divulgación se intenta acceder; como consecuencia de ello, los resultados de la investigación universitaria se apartan de una industria que, en términos generales, no puede beneficiarse de forma directa de ese tipo de progreso científico. Otra razón es que, desde el punto de vista del sector productivo, existe una escasa demanda hacia la investigación en ramas científicas más desarrolladas.

A todo lo anterior se suma la disponibilidad de fondos para financiar las actividades de investigación. En este sentido, si bien las limitaciones presupuestarias son señaladas como un elemento motivador para relacionarse con el sector productivo, no hay que pasar por alto que este vínculo se define en función de las fortalezas de la Universidad, mismas que están directamente relacionadas con sus capacidades científica y tecnológica.

El papel esencial de la investigación básica es indagar acerca de las relaciones causales y las explicaciones de los fenómenos o aspectos de la realidad; esta sistematización es el principio de la transmisión del conocimiento a través de la enseñanza. En contraparte, sobre todo en países en desarrollo, no es frecuente encontrar que las empresas estén en condiciones de dar valor a los resultados de la investigación que se ubica en la frontera del conocimiento, ya que sus necesidades suelen ser mucho más específicas y no requieren novedad científica (Vence, 2010). Otro factor que provoca una contradicción entre la lógica industrial y la universitaria, es lo relativo

a la publicación de los resultados. El ámbito académico motiva editar y difundir los hallazgos de la investigación, incluso en etapas tempranas del proceso, y ello se contrapone con las estrategias industriales de protección ante los posibles competidores, aspecto éste indispensable para la apropiación privada de los resultados de la investigación.

Por último, es de destacar la importancia de la regulación institucional en la actividad investigadora y en los vínculos inter-organizacionales.

Hasta hace relativamente poco tiempo, la atención de la sociedad y de la industria relacionadas con la investigación universitaria era insuficiente, pero la aceleración del cambio tecnológico y la creciente importancia de la investigación en el desarrollo industrial han dado como resultado un incremento en el interés por el establecimiento de los vínculos interinstitucionales.

Sin adentrarnos exhaustivamente en el tema, veremos la evolución del vínculo Universidad-empresa desde la óptica del progreso en la normativa en ciencia y tecnología, a partir del impulso a la protección de la propiedad industrial.

Protección y transferencia de los resultados de investigación financiada con fondos públicos

En 1980, año en que fue promulgada la Ley Bayh-Dole en Estados Unidos, el gasto federal en investigación académica en ese país alcanzaba la cifra de 8 mil millones de dólares. A pesar de esto, no existían mecanismos adecuados para agilizar la transferencia de los resultados de la investigación académica hacia el sector productivo. Varias de las universidades que realizaban labores de investigación participaban en una escala limitada en las actividades de transferencia de tecnología.

Aunque de algún modo se lograba éxito al llevar a cabo el proceso, también se debe mencionar la complejidad inherente a los académicos investigadores al enfrentarse con procedimientos administrativos confusos y que consumen gran cantidad de tiempo.

Al no encontrar por parte del gobierno federal una respuesta uniforme a esta problemática, cada agencia siguió sus propios procedimientos y estableció sus requisitos para la gestión de las invenciones patentadas, dando como resultado que el mismo gobierno gestionó la titularidad de una gran cantidad de patentes producto de la financiación pública de la investigación. En algunos casos dichas patentes se licenciaron, pero el propio marco legislativo entorpecía el ejercicio de los mecanismos de concesión

de licencias, de tal forma que las patentes se colocaron en el dominio público, desincentivando en cierta forma al sector industrial —al no percibir claramente la obtención de un beneficio económico— para asumir el riesgo implícito en el desarrollo de nuevos productos.

El cambio más notable que se deriva de esta ley es el derecho de las universidades para conservar la titularidad de las patentes, desde la perspectiva de que la innovación depende de una asociación entre gobierno, inventores, universidades e industria. El enfoque actualiza los mecanismos para el fomento de esa asociación, con el fin de distribuir los beneficios de la innovación científica de manera más amplia. La legislación concede a las entidades la facultad para otorgar licencias exclusivas y estipula que las universidades deben dar preferencia en su concesión a las pequeñas empresas, y en su caso, limitar los plazos de exclusividad de las mismas.

En el caso de México, como en el de otros países, son diversas las etapas en la búsqueda de una política inclusiva en materia de ciencia y tecnología. Este proceso en su fase actual se fundamenta en la Ley de Ciencia y Tecnología (LCYT) del 2002 (con reformas importantes en 2009 y 2011), así como en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012 y, más específicamente para nuestro ámbito de investigación, en la Ley de la Propiedad Industrial 1991 (con reformas sustanciales en 1994, producto de las negociaciones de la Ronda de Uruguay sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio, y en 2012 por la disposición del impulso a la transferencia tecnológica enmarcada dentro de la LCYT). Cabe mencionar, sin embargo, que desde el Artículo 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se describe el marco básico de protección a la propiedad intelectual.

Un aspecto que destaca en la literatura es la influencia en la producción de patentes, producto de la motivación por los beneficios económicos que pudiesen obtener los inventores académicos. Sin embargo, la LPI y su reglamento no contienen una clasificación de las invenciones realizadas bajo el esquema laboral de las universidades. El artículo 14 de dicha Ley se limita a señalar que las invenciones realizadas por personas sujetas a una relación de trabajo se someterán a lo dispuesto en la Ley Federal del Trabajo. En el caso de México, una invención generada con fondos públicos puede patentarse por la entidad que la desarrolló. La LCYT establece que los órganos de gobierno de centros públicos de investigación pueden determinar las reglas de operación de los mismos y decidir sobre la propiedad intelectual resultante.

También hemos encontrado que es poco frecuente que las universidades tengan una normativa interna que regule la relación entre el investigador

académico y la institución en materia de productos de la propiedad intelectual, en el sentido de que esas invenciones — cuando se patentan y posteriormente se licencian — generan otros derechos además de los salariales. En los ordenamientos de las universidades que con mayor frecuencia solicitan patentes se mencionan aspectos sobre la titularidad de éstas, pero respecto a la distribución de beneficios por su explotación, la LCYT habla de hasta un 70% en el otorgamiento de regalías para los inventores; sin embargo, en la mayoría de las entidades se gestiona caso por caso. En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) se manifiesta expresamente en el Estatuto del Personal Académico y la proporción de beneficios se apega a lo establecido en el Reglamento General de Ingresos Extraordinarios.

Elementos vinculados con la producción de patentes universitarias

Los análisis acerca de la generación de patentes se han incrementado teniendo como antecedente los estudios sobre universidades estadounidenses (Henderson, Jaffe y Trajtenberg, 1998; Mowery, Sampat y Ziedonis, 2002; Trajtenberg, Henderson y Jaffe, 2002; Mowery y Sampat, 2006; Azagra-Caro, Carayol y Llerena, 2006), poniendo de manifiesto algunos elementos que influyen en la transferencia de tecnología, como las características institucionales de las universidades, los recursos dedicados a la I+D, la normativa en materia de propiedad industrial entre universidad e investigadores, las estructuras de apoyo como las Oficinas de Transferencia Tecnológica (OTT) y las características del entorno. Aun cuando la evidencia es significativa, cabe precisar que no es un fenómeno homogéneo por países ni por sectores (Henderson, Jaffe y Trajtenberg, 1998; Geuna y Nesta, 2006; Zeebroeck, Van Pottelsberghe y Guellec, 2008).

Uno de los trabajos precursores fue el realizado por Henderson, Jaffe y Trajtenberg (1998), comparando las patentes universitarias con una muestra de otras industriales estadounidenses. Los autores señalan tres factores explicativos del desarrollo de las universitarias: el marco legal, consecuencia de las modificaciones legislativas que permitieron a las universidades presentar solicitudes de patente; el incremento de recursos privados para apoyar la investigación; y el crecimiento de los organismos intermedios de innovación.

Las normas universitarias sobre transferencia de tecnología pueden proporcionar a los académicos un fuerte incentivo para buscar aplicaciones industriales de sus resultados de investigación. Los documentos de

análisis sobre la Ley Bayh-Dole en Estados Unidos muestran que las universidades que asignan al personal una proporción alta de los ingresos por regalías, generan un mayor número de patentes e ingresos por licencias. Lach y Shankerman (2008) enfatizan que los acuerdos para la asignación de regalías varían sustancialmente y se relacionan con las características observadas en las universidades, como el tamaño de la planta académica, la calidad, la financiación de la investigación, el bagaje tecnológico del cuerpo investigador y las características de la OTT. Del mismo modo, ciertas características de las universidades tienen, en los análisis para países europeos (Baldini, 2006), una influencia significativa en la generación de patentes que pueden ser incluso más relevantes que las formas de regulación de la propiedad intelectual.

Coupé (2003) considera que los gastos en I+D son la variable independiente fundamental en la generación de patentes, incorporando otros indicadores al análisis como el carácter público o privado de la institución, los alumnos matriculados o el número de profesores (medidas de tamaño), y los ingresos recibidos por la institución. García-Quevedo (2010) reconoce además la necesidad de analizar si las fuentes de financiamiento de la I+D y una mayor orientación hacia la aplicación de los avances científicos en el ámbito productivo pueden influir en una mayor propensión a patentar.

Respecto al carácter público o privado de las universidades, otros estudios demuestran que las privadas pueden alcanzar un mejor desempeño en cuanto a publicaciones científicas y actividades de transferencia de tecnología (Adams y Griliches, 1998; Siegel, Waldman y Link, 2003; Lach y Shankerman, 2008); esto puede obedecer a que las OTT en este tipo de instituciones son más efectivas por su orientación comercial. Adicionalmente, en las universidades privadas, el porcentaje de participación de regalías para el académico investigador, por el licenciamiento de patentes, ha demostrado ser otro elemento propulsor de la formalización de la divulgación de los resultados de investigación (Lach y Shankerman, 2008).

García-Quevedo (2010) y Caldera y Debande (2010), en respectivos estudios efectuados con datos de universidades españolas, señalan, además de los incentivos económicos para patentar la importancia de las oficinas de transferencia en la gestión y la posterior licencia de patentes, que una barrera importante para la transferencia de resultados de investigación es la falta de enlace entre investigadores y mecanismos de transferencia tecnológica (Siegel, Waldman y Link, 2003; Siegel, Veuglers y Wright, 2007). A este respecto, las políticas universitarias pueden ayudar a solucionar este problema, y mecanismos como la correcta definición de los contratos de licenciamiento pueden incentivar a los académicos para divulgar sus inventos

y participar en el proceso de transferencia de tecnología (Jensen y Thursby, 2001). Los autores destacan, como otro elemento clave en la transferencia tecnológica, la capacidad investigadora de la Universidad, medida ésta por su volumen de publicaciones (Owen-Smith y Powell, 2003).

Patentes académicas en México

Actualmente, al igual que en otros países, la tendencia es al aumento y la diversificación de los mecanismos de transferencia por parte de las universidades. Uno de los mecanismos que actualmente empieza a cobrar mayor fuerza es la producción de patentes. Como cita Zuniga (2011), existe evidencia de que la transferencia ocurre a través de diversos canales, incluso por medios informales, publicaciones, conferencias y contactos personales, que en México son a menudo más valorados por las empresas y por los propios investigadores.

Si bien las patentes representan sólo una parte de los mecanismos de transferencia, el licenciamiento es un instrumento relevante para la innovación en contextos específicos, por ejemplo, en el área de las ciencias de la vida (Colyvas, 2002). En México, las capacidades tecnológicas y de investigación se concentran en unas cuantas universidades, actualmente, tres instituciones públicas de educación superior acumulan el mayor número de patentes concedidas. Sin embargo, cada vez con mayor frecuencia las entidades públicas y privadas buscan proteger formalmente sus resultados de investigación.

En este apartado se estudian los elementos que pueden estar vinculados a la producción de patentes en universidades mexicanas. Sin el afán de que los resultados sean representativos de todas las IES mexicanas, sí se ilustran los desafíos a los que se enfrentan las instituciones y las oportunidades que puede haber a partir de su observación.

Es importante tener en cuenta las limitaciones del uso de las patentes como indicador, ya que no todos los resultados de investigación son susceptibles de ser patentados, o cuando por estrategia se decide no patentar. Adicionalmente, hay casos en los que la investigación se desarrolla en una universidad, pero los derechos son solicitados por otras personas físicas o jurídicas, pudiendo ser los propios inventores académicos los titulares de las patentes. De esta idea se desprenden investigaciones que sugieren la importancia de llevar a cabo los análisis de patentes universitarias utilizando como unidad de estudio al inventor (Carayol, 2007; Balconi, Breschi y Lissoni, 2004; Breschi, Lissoni y Montobio, 2010).

El alcance de esta investigación nos conduce a tomar datos a nivel institucional; la interpretación de resultados se llevará a cabo realizando las anotaciones correspondientes. Para el siguiente análisis se han elegido 60 instituciones representativas de la población objeto de estudio, es decir, las Universidades e Instituciones de Educación Superior (IES) mexicanas que, de acuerdo con los criterios establecidos en el Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas (ECUM), agrupan el mayor nivel de participación en los rubros del estudio (Lloyd, 2011).

Metodología

Para esta investigación se realizó un trabajo no experimental de alcance explicativo, utilizando métodos cuantitativos de análisis con el propósito de llegar a inferir el comportamiento de algunos factores que se relacionan con el desempeño de las universidades mexicanas en la producción de patentes. Para facilitar la presentación de la hipótesis, a continuación se explica el comportamiento esperado de cada una de las variables que componen el modelo.

México tiene una amplia diversidad de Instituciones de Educación Superior (IES) en cuanto a cometido y estructura de financiamiento. El sistema está conformado por instituciones públicas (estatales o federales) y privadas que poseen distintos perfiles y misiones: universidades, universidades tecnológicas, universidades politécnicas, institutos tecnológicos, instituciones de investigación y posgrado, escuelas normales y otras (SEP, IESALC y UNESCO, 2003). Si bien las universidades tradicionales podrían tener mayor dificultad para satisfacer las demandas del mercado laboral local, en la práctica constituyen los pilares de la investigación y de los conocimientos especializados, y participan activamente con los gobiernos estatales e instituciones públicas. En contraste, la orientación tecnológica ha estado vinculada, desde su origen, al desarrollo de sectores prioritarios de la economía. Entre la definición de sus objetivos encontramos una estrecha relación con los requerimientos del sector productivo, por lo que se esperaría que la variable orientación tecnológica de los estudios (TECNO) tuviera un efecto positivo en la producción de patentes.

Otra distinción clave es el carácter público o privado de las entidades; en el caso de México, el 95% de patentes concedidas a universidades pertenece a entidades públicas, sin embargo a este respecto la literatura internacional muestra que las privadas pueden alcanzar un mejor desempeño en cuanto a las actividades de transferencia de tecnología por su orientación

comercial. Considerando la participación de las universidades privadas en la producción de patentes académicas, se espera que la variable *R_LEGAL* sea poco significativa en este modelo.

Por otro lado, la oferta de programas de doctorado se puede considerar uno de los productos de la investigación que llevan cabo las universidades (ANUIES, 2005). Además de que las instituciones deben cumplir con requisitos para el reconocimiento oficial de los estudios que imparten, existe el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) como referente para ofrecer información sobre la pertinencia de los posgrados y sobre su calidad. En sus lineamientos, el PNPC tiene el propósito de reconocer la capacidad de formación y valora el cumplimiento de estándares nacionales e internacionales. La hipótesis a contrastar es la existencia de una vinculación positiva entre la producción de patentes y la variable que representa el número de programas de posgrado de cada institución en el padrón, por lo que incluimos en el modelo la variable *PNPC_D*.

Teniendo en cuenta que existe mayor evidencia del escaso énfasis en la investigación y la tendencia a la especialización en sectores poco intensivos en este rubro, cuando se tiene una alta proporción de personal a tiempo parcial (OCDE, 2009), otra de las variables explicativas propuestas es el número de profesores de tiempo completo (PTC) que introduce también en el modelo características que permiten controlar el tamaño de la institución.

Para examinar la influencia de la calidad investigadora en la generación de patentes, se utilizan más variables. En primer lugar, se tienen en consideración los estándares establecidos por instituciones externas como el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) del Conacyt, creado para reconocer la labor de las personas dedicadas a producir conocimiento científico y tecnología (*P_SNI*).

Otro de los elementos vinculados a la capacidad investigadora de la universidad es el número y la calidad de sus publicaciones, y para ello tomamos en cuenta variables que recogen información sobre los artículos publicados y las citas recibidas, recolectándola a partir de los índices ISI y Scopus mediante las variables *ISI_ART*, *ISI_CIT* y *SCOPUS_Art*, *SCOPUS_CIT*, cuyo resultado se prevé sea significativo.

Otras dos características de las universidades que pueden influir en su volumen de patentes son los recursos destinados a la I+D y la antigüedad. En el primer caso, no ha sido posible incluir esta variable debido a que la normatividad no permite el acceso a la información desglosada en este rubro por entidad universitaria. Los informes que proporcionan tanto el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), así como

el Conacyt, presentan datos globales de los programas sin separar los importes ejercidos por cada institución. Respecto a la antigüedad, incluimos la variable *ANTUNIV*, para tener en cuenta posibles efectos de la acumulación en la producción de patentes.

Otras variables incluidas, que se asume tendrán un efecto significativo en el modelo, son aquellas que recogen información sobre las patentes otorgadas. Por un lado, *STOCK_O* da cuenta de la media de las proporcionadas en el periodo previo a la estimación (1991-2006); ésta puede verse como un elemento donde la experiencia favorece la formulación de nuevas solicitudes de patente. Asimismo seleccionamos la variable *NPAT_O*, como posible indicador de efectividad respecto a solicitudes de patente concedidas en el periodo de análisis (2007-2011) que también se espera tenga un peso significativo. De igual modo, para controlar posibles características de las universidades para las que no existe información, o no es observable, se ha incluido ésta en la regresión *STOCKPAT_S* como variable de compensación que recoge la media de las patentes solicitadas en el periodo previo a la estimación.

En esta investigación utilizamos datos secundarios obtenidos a partir de diversas fuentes como el Estudio Comparativo de las Universidades Mexicanas de la Dirección General de Evaluación Institucional de la UNAM, los informes del Conacyt sobre investigadores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores y los programas de doctorado registrados en el PNPC. También se ha consultado el Directorio Nacional de Instituciones de Educación Superior de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). Con esta información se ha creado una base de datos propia, como se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1
Construcción de variables y fuentes de datos

Variables	Descripción
<i>NPAT_S</i> ¹	Número de patentes solicitadas por año 2006-2010*
<i>TECNO</i> ²	1= Instituciones con orientación tecnológica, 0= Instituciones que no tienen orientación tecnológica
<i>R_LEGAL</i> ²	1= Entidades privadas, 0= Entidades públicas
<i>PNPC_D</i> ³	Programas de doctorado 2007-2011 en el PNPC
<i>PTC</i> ⁴	Personal de tiempo completo 2007-2011
<i>P_SNI</i> ⁵	Personal en el Sistema Nacional de Investigadores 2007-2011
<i>ISI_ART</i> ⁶	Publicaciones por año 2007-2011 indizadas en ISI
<i>ISI_CIT</i> ⁶	Citas recibidas por año 2007-2011 de las publicaciones en ISI

Variables	Descripción
SCOPUS_ART ⁷	Publicaciones por año 2007-2011 indizadas en Scopus
SCOPUS_CIT ⁷	Citas recibidas por año 2007-2011 de las publicaciones en Scopus
ANTUNIV ²	Años de su fundación hasta 2011
NPAT_O ¹	Número de patentes otorgadas por año en el periodo 2007-2011*
STOCKPAT_O ¹	Promedio de patentes otorgadas previo a la estimación 1991-2006*
STOCKPAT_S ¹	Promedio de patentes solicitadas previo a la estimación 1990-2005*

Nota: Por la disponibilidad de datos, se considera un desfase de 2 años entre patentes solicitadas y otorgadas para conceder un margen mínimo en razón del tiempo que toma el trámite ante la oficina nacional de patentes.

Fuente: Elaboración propia con datos de:

1. Búsqueda por campo clave del solicitante, Esp@cenet de la Oficina Europea de Patentes. Arroja los datos sobre patentes cuyo solicitante sea al menos una universidad mexicana; se tomaron en cuenta patentes nacionales y en el extranjero. Se eliminó la duplicidad de los registros por extensión a otros países, verificando el título de la patente y la fecha de primera prioridad. Actualizado a octubre de 2013.
2. Directorio Nacional de Instituciones de Educación Superior de la ANUIES.
3. Sistema de Consultas del Programa Nacional de Posgrado de Calidad (PNPC) SEP-Conacyt. Consulta noviembre de 2013.
4. UNAM. Dirección General de Evaluación Institucional, Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas, Explorador de Datos. Consulta octubre 2013.
5. UNAM. Dirección General de Evaluación Institucional, Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas, Explorador de Datos. Informes investigadores vigentes SNI-Conacyt. Consulta octubre 2013.
6. UNAM. Dirección General de Evaluación Institucional, Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas, Explorador de Datos. La información sobre el rubro ISI proviene de consultas en profundidad sobre la base de datos normalizada ISI Thomson Web of Knowledge (WoK) sistematizada mediante la definición de las variables: i. Documentos en los que participa al menos una institución mexicana. ii. Número de artículos en los que participa al menos una institución mexicana. iii. Referencias a estas publicaciones en las que participa al menos una institución mexicana. Consulta octubre 2013.
7. UNAM. Dirección General de Evaluación Institucional, Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas, Explorador de Datos. La información sobre el rubro SCOPUS contenida en el presente estudio fue elaborada a partir de consultas en profundidad sobre la base de datos normalizada del indexador SCOPUS (<http://www.scopus.com>) y sistematizada mediante la definición de tres variables: i. Número de documentos en los que participa al menos una institución mexicana. ii. Número de artículos en los que participa al menos una institución mexicana. iii. Referencias a estas publicaciones en las que participa al menos una institución mexicana. Consulta octubre 2013.

Análisis econométrico

A partir de la revisión de la literatura sobre los principales factores que explican la producción de patentes, se ha construido una base de datos para 60 universidades mexicanas (Lloyd, 2011) y se ha estimado un modelo cuya variable dependiente son las patentes otorgadas a cada una de estas entidades por año (2007-2010), siendo las variables independientes las características institucionales de las universidades.

La estimación de los determinantes de las patentes de las universidades mexicanas se lleva a cabo a partir de las hipótesis presentadas en el apartado 6 que precede a este punto y de acuerdo a la disponibilidad de información. La especificación del modelo empírico es similar a la de otros trabajos

aplicados en el tema (Lach y Shankerman, 2008; Caldera y Debande, 2010; García-Quevedo, 2010) y, en concreto, se estima la siguiente ecuación:

$$PAT_{it} = \beta_0 + \beta_1 UNIV_{it} + \alpha t + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Aquí, PAT_{it} son las patentes solicitadas por la universidad i en el año t . Por su parte, las variables explicativas, tal y como se ha definido anteriormente, se agrupan como $UNIV_{it}$, que recoge las variables independientes que se derivan de las características institucionales de las universidades (Cuadro 1).

Para la estimación de la ecuación (1) se han tenido en consideración los siguientes aspectos. En primer lugar, las patentes son datos de recuento, por lo que se prefieren modelos Poisson o binomiales negativos, que tienen en cuenta esta característica de la variable endógena, en lugar de los modelos de regresión lineal estimados por mínimos cuadrados ordinarios (Hausman, 1984; Cameron y Trivedi, 1998). Sin embargo, los modelos Poisson son muy restrictivos al asumir igualdad entre la media y la varianza. Los estadísticos descriptivos (Cuadro 1) correspondientes a la variable endógena ponen de manifiesto la presencia de sobre-dispersión en la muestra, con una desviación estándar muy superior a la media. Además, los valores de alfa en las estimaciones también son significativamente diferentes de cero. En consecuencia, para las valoraciones se han utilizado modelos binomiales negativos que son una alternativa apropiada a los Poisson y permiten la existencia de sobre-dispersión.

En segundo lugar, y aunque se dispone de un panel de datos, se ha estimado una regresión agrupada para el conjunto del periodo, procedimiento también utilizado por Lach y Shankerman (2008) y Caldera y Debande (2010), en análisis similares para Estados Unidos y España, respectivamente. Los métodos de estimación de datos de panel no resultan particularmente útiles para este tipo de análisis, dado que la variación relevante en los datos es transversal y, en cambio, existe muy poca variación temporal. En las estimaciones se han utilizado errores estándar y robustos, agrupados a nivel de universidad para controlar la existencia de correlación intra-universidad.

Un problema relevante, que es necesario tener en consideración en las estimaciones de los determinantes de las patentes universitarias, es la posible endogeneidad debida principalmente a la existencia de variables omitidas como, por ejemplo, las diferencias en la cultura institucional de las universidades, o en su experiencia histórica en las actividades de transferencia de tecnología (Lach y Shankerman, 2008). Para controlar esta heterogeneidad no observable, se utiliza el procedimiento propuesto por Blundell, Griffith y Van Reenen (1999), el cual consiste en incluir la media de la variable en-

dógena, como un regresor adicional, para un periodo previo al utilizado en las estimaciones. La disponibilidad de datos sobre las patentes de las universidades mexicanas, para el periodo previo al utilizado en las estimaciones, permite incorporar esta variable adicional (STOCKPAT_S), siguiendo el mismo procedimiento que utilizan Lach y Shankerman (2008) y Caldera y Debande (2010).

Cuadro 2
Resultados de la estimación. Modelo binomial negativo

Variab ^{les} explicativas	Valores de β	Errores estándar robustos	Nivel de significatividad de la variable en el modelo
R_LEGAL	-.873	(.2868)	[.002]
TECNO	.747	(.3587)	[.037]
ANTUNIV	-0.031	(.0066)	[.000]
PTC	.001	(.0002)	[.013]
P_SNI	.014	(.0023)	[.000]
PNPC_D	.154	(.0341)	[.000]
ISI_ART	-0.13	(.0028)	[.000]
ISI_CIT	.005	(.0014)	[.001]
SCOPUS_ART	.001	(.0015)	[.432]
SCOPUS_CIT	-.003	(.0014)	[.028]
NPAT_O	-.031	(.0742)	[.680]
STOCK_O	3.141	(.4405)	[.000]

Variable dependiente NPAT_S
Variable offset STOCKPAT_S

Los resultados que se muestran en el Cuadro 2 son consistentes con las hipótesis presentadas y con las tendencias de la literatura internacional. En primer lugar, la estimación pone de manifiesto la influencia de la capacidad y la calidad investigadora de las universidades en la obtención de patentes. La variable que recoge la existencia de una oferta de estudios de doctorado reconocidos por el PNP^C tiene un signo positivo y es altamente significativa y, por tanto, es un buen indicador de la capacidad de la institución para llevar a cabo actividades de investigación.

Otro indicador de la calidad de la investigación son las publicaciones y citas recibidas. Como se mencionó antes, para obtener estos valores utilizamos dos índices — ISI y SCOPUS —, generando de esta forma cuatro variables para el modelo (ISI_ART, ISI_CIT, SCOPUS_ART, SCOPUS_CIT). De acuerdo a los resul-

tados de la estimación, las dos variables que se desprenden del índice ISI son altamente significativas en el modelo; en el primer índice (ISI) tenemos un signo negativo en el número de artículos y otro positivo en el volumen de citas, al contrario de lo que ocurre en el segundo (Scopus).

De la misma forma, las variables obtenidas a partir del índice Scopus presentan menor significatividad en el modelo. A raíz de esto podemos suponer que este efecto puede estar vinculado con el factor de impacto de las publicaciones incluidas en cada uno de los índices, reflejando así la influencia de la calidad de la investigación en la producción de patentes.

Otra de las variables relacionadas con la calidad de la investigación, y que resulta significativa para el modelo, es el personal de la institución perteneciente al SNI. De acuerdo con la mayoría de trabajos existentes en la literatura científica, la calidad de la investigación desarrollada en las universidades es un factor que tiene una influencia fundamental sobre el desarrollo de patentes universitarias. Estos resultados ponen de manifiesto la complejidad del uso de las patentes académicas como vía de transferencia de conocimientos. La generación de patentes requiere que las universidades dispongan de ciertas capacidad y calidad investigadoras, y que existan los mecanismos y organismos adecuados para que, de los resultados de la investigación académica, se puedan derivar invenciones susceptibles de ser patentadas.

Las estimaciones muestran también que, aun controlando las patentes previas, el tamaño de las universidades es un elemento explicativo, aunque no presenta el mismo nivel de significatividad que otros factores en el modelo. En este sentido, conviene mencionar que la literatura existente ha llegado a diferentes conclusiones respecto a la influencia del tamaño en la capacidad generadora de patentes universitarias. Los estudios que toman como unidad de análisis la universidad coinciden en que esta variable ejerce un efecto positivo (Coupé, 2003). Por el contrario, aquellos que analizan los grupos de investigación muestran que pueden existir des-economías de escala (Fernández, 2009) cuando el grupo supera un determinado número óptimo (Azagra, 2001).

Frente a estos resultados, otras variables que recogen también características de las universidades no se muestran significativas. En particular, contrariamente a lo que recoge la literatura internacional, en el caso de las universidades mexicanas analizadas en este estudio, la característica de ser una universidad privada no influye en la obtención de patentes. Otra de las variables que, aunque con menor significatividad, presenta signo positivo, es la orientación tecnológica. El marco conceptual menciona que la misión de las universidades con orientación tecnológica es mantener un

estrecho vínculo con el sector industrial, pero en México muchas veces están limitadas a cumplir una labor de formación de recursos humanos para el sector productivo y, en algunos casos, proveer servicios de consultoría, sin obtener una retroalimentación de este sector. En la práctica, las universidades tecnológicas no han sido dotadas de los recursos e infraestructura necesarios para trascender hacia las actividades de generación y transferencia tecnológicas.

El número de patentes otorgadas (NPAT_O) no es un elemento determinante durante el periodo de estimación; sin embargo, el stock de las otorgadas (STOCK_O) es altamente significativo, con lo cual se recoge la importancia del efecto de la experiencia en la futura solicitud de las mismas.

Cabe señalar que, aunque en el país existe un marco legislativo que establece la distribución de los posibles beneficios derivados de las licencias de las patentes entre instituciones e investigadores, pocas universidades han establecido una regulación interna para definir, en concreto, esta distribución de beneficios. Ello ha impedido examinar la influencia de los incentivos en las estimaciones, a partir de una participación más elevada de los investigadores en los beneficios con respecto al número de patentes de cada universidad.

Conclusiones

Existe una creciente demanda para que las universidades participen en actividades de transferencia de conocimientos impulsada por cambios normativos. Si bien no discutimos los potenciales beneficios y costos de este proceso, y tampoco de qué manera este enfoque afecta el balance del vínculo social que prevalece entre las universidades y el entorno, no se puede obviar que la región no es ajena a este proceso de aumento de la relación con las empresas y, en general, con el sector industrial. Entre los distintos modos de relación, este trabajo se ha centrado en el análisis de las patentes académicas que, aunque es todavía una vía poco frecuente de interacción, ha experimentado un crecimiento notable en la última década, tal y como se ha puesto de manifiesto para el caso de México.

Del análisis econométrico se desprende que los principales factores explicativos de las patentes universitarias en México constituyen características determinadas de las universidades, como su tamaño y su calidad investigadoras. Estos resultados, coincidentes con la literatura internacional, ponen de manifiesto la complejidad del uso de las patentes académicas como vía de transferencia de conocimientos. La generación de patentes re-

quiere que las universidades dispongan de ciertas capacidad y calidad investigadoras, y que existan los mecanismos y organismos adecuados para que, de los resultados de la investigación académica, se puedan derivar invenciones susceptibles de ser patentadas y transferidas posteriormente al tejido productivo. Es necesario además disponer de un entorno que demande conocimientos y que tenga capacidad de absorción para tener agentes receptores a la transferencia de los resultados de la investigación académica; en contraposición, se encuentra la universidad con orientación tecnológica que no incide en la producción de patentes. Aunque la misión de estas universidades es mantener una estrecha relación con el sector productivo, en la práctica cumplen una labor formativa y, en algunos casos, proveen servicios de consultoría para ese mismo grupo.

Este trabajo se ha centrado en el análisis de las patentes solicitadas por universidades. En este sentido, conviene precisar, en primer lugar, que las requeridas por universidades no recogen toda la participación de los investigadores universitarios en la generación de patentes, ya que pueden figurar como inventores de éstas solicitadas por otras personas físicas o jurídicas diferentes de las universidades, tal y como se ha destacado para los países europeos (Lissoni, 2008). En segundo lugar, para que las patentes repercutan en la innovación, es necesaria su explotación o su transferencia hacia el sector industrial, y aunque los datos son limitados, la información existente muestra que es un hecho todavía infrecuente (Zuniga, 2011). Por último, para avanzar en el análisis de los determinantes de las patentes académicas y, en particular, en su impacto sobre la economía, convendría disponer de información más detallada sobre las características del entorno y de su interacción con la investigación universitaria.

En conclusión, un conocimiento más exhaustivo de la tipología de la industria local y de los distintos modos de relación desde las universidades, incluyendo las vías informales, permitiría examinar con más precisión los efectos de las patentes académicas. En este tenor, junto a los efectos que pueda tener la introducción en las universidades de normas de distribución de los beneficios generados por las mismas patentes, abren nuevas vías de análisis para disponer de un conocimiento más completo sobre las patentes universitarias.

Referencias

- Adams, James & Griliches, Zvi. (1998). Research Productivity in a System of Universities, *Annales D'Economie et de Statistique*, 49/50. pp. 127-162

- Azagra-Caro, Joaquín; Carayol, Nicolas & Llerena, Patrick (2006). Patent production at a European research university: exploratory evidence at the laboratory level. *Journal of Technology Transfer*, 31 (2), pp. 257-268.
- Balconi, Margherita ; Breschi, Stefano & Lissoni, Francesco. (2004). Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data. *Research Policy*, 33 (1), pp. 127-145.
- Baldini, Nicola. (2006). University patenting and licensing activity: a review of the literature. *Research Evaluation*, 15 (3), pp. 197-207.
- Beatty, Edward N. (1996). Invención e innovación: Ley de patentes y tecnología en el México del siglo XIX, *Historia mexicana*, 45 (3), pp. 567-619.
- Blundell, Richard; Griffith, Rachel & Van Reenen, John. (1999). Market shares, market value and innovation in a panel of British manufacturing firms. *Review of Economics and Statistics*, 66 (3), pp. 529-554.
- Breschi, Stefano ; Lissoni, Francesco & Montobbio, Fabio (2010). University patenting and scientific productivity: a quantitative study of Italian academic inventors. *European Management Review*, 5 (2), pp. 91-109.
- Caldera, Aida & Debande, Olivier (2010). Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. *Research Policy*, 39 (9), pp. 1160-1173.
- Cameron, Colin A. & Trivedi, Pravin K. (1998). *Regression analysis of count data*. New York: Cambridge University Press.
- Carayol, Nicolas (2007). Academic incentives, research organization and patenting at a large French university. *Economics Innovation & New Technology*, 16(2), pp. 119-138.
- Colyvas, Jeannette; Crow, Michael; Gelijns, Annetine; Mazzoleni, Roberto; Nelson, Richard; Rosenberg, Nathan & Sampat, Bhaven N. (2002). How do university inventions get into practice? *Management Science*, 48 (1), pp. 61-72.
- Coupé, Tom (2003). Science is golden: Academic R&D and University patents. *Journal of Technology Transfer*, 28 (1), pp. 31-46.
- ECUM (2012). *Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas*. Universidad Nacional Autónoma de México. Dirección General de Evaluación Institucional. Recuperado de www.execum.unam.mx/
- Fernández, Sara; Otero, Luis; Rodeiro, David y Rodríguez, Alfonso (2009). Determinantes de la capacidad de las universidades para desarrollar patentes. *Revista de la Educación Superior*, 38 (149), pp. 7-30.
- García-Quevedo, José (2010). Incentivos académicos para patentar. En Sanz, Luis y Cruz, Laura (Comps.). *Análisis sobre ciencia e innovación en España* (pp. 186-21). Madrid: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT).
- Geuna, Aldo & Nesta, Lionel (2006). University patenting and its effects on academic research: The emerging European evidence. *Research Policy*, 35 (6), pp. 790-807.
- Hausman, Jerry; Hall, Bronwyn & Griliches, Zvi (1984). Economic models for count data with an application to the patents-R&D relationship. *Econometrica*, 52 (4), pp. 909-938.
- Henderson, Rebecca; Jaffe, Adam B. & Trajtenberg, Manuel (1998). Universities As A Source Of Commercial Technology: A Detailed Analysis Of University Patenting, 1965-1988. *The Review of Economics and Statistics*, 80 (1), pp. 119-127.

- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) (2012). *Informe Anual 2012*. México.
- Jaffe, Adam & Lerner, Josh (2007). Academic science and entrepreneurship: Dual engines of growth?, *Journal of Economic Behaviour & Organization*, 63 (4), pp. 573-576.
- Jensen, Richard & Thursby, Marie (2001). Proofs and prototypes for sale: the licensing of university inventions. *American Economic Review*, 91 (1), pp. 240-259.
- Lach, Saul & Shankerman, Mark (2008). Incentives and invention in universities. *Rand Journal of Economics*, 39 (2), pp. 403-433.
- Lloyd, Marion; Márquez, Alejandro; Ordorika, Imanol; Rodríguez, Roberto y Lozano, Francisco J. (2011). Estudio Comparativo de Universidades Mexicanas. Tercer Reporte: Desempeño en Docencia, Investigación y Desarrollo Tecnológico (Informe 8). *Cuadernos de trabajo de la Dirección General de Evaluación Institucional*, México: UNAM.
- Mowery, David C. & Sampat, Bhaven N. (2006). Universities in National Innovation Systems. en Fagerberg, Jan, Mowery, David, Nelson, Richard (eds.). *The Oxford Handbook of Innovation* (pp. 209-239). Cambridge, Mass: Oxford University Press.
- Mowery, David C.; Sampat, Bhaven N. & Ziedonis, Arvids A. (2002). Learning to patent: Institutional experience, learning, and the characteristics of U. S. University Patents after the Bayh-Dole Act, 1981-92, *Management Science*, 48 (1), pp. 73-89.
- Owen-Smith, J. & Powell, W. (2003). The expanding role of university patenting in the life sciences: assessing the importance of experience and connectivity, *Research Policy*, 32 (9), pp. 1695-1711.
- Secretaría de Educación Pública (SEP); Instituto Internacional para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC); Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2003). *Informe Nacional Sobre la Educación Superior en México*, México: SEP
- Siegel, Donald S.; Veugelers, Reinhilde & Wright, Mike (2007). Technology transfer offices and commercialization of university intellectual property: performance and policy implications. *Oxford Review of Economic Policy*, 23 (4), pp. 640-660.
- Siegel, Donald S.; Waldman, David & Link, Albert (2003). Assessing the impact of organizational practices on the relative productivity of university technology transfer offices: an explanatory study. *Research Policy*, 32 (1): 27-48.
- Trajtenberg, Manuel; Henderson, Rebeca & Jaffe, Adam. (2002). University Versus Corporate Patents: A Window on the Basicness of Invention. En Jaffe, Adam & Trajtenberg, Manuel, *Patents, citations, and innovations* (pp. 51-88). Cambridge Mass: MIT Press.
- Vence, Xavier. (2010). La investigación universitaria frente al corsé de las patentes y la mercantilización del conocimiento y la empresa privada. En Albert Corominas (coord.). *Construir el futuro de la universidad pública* (pp. 77-100). Barcelona: Icaria.
- Verspagen, Bart (2006). University research, intellectual property rights and European innovation systems, *Journal of Economic Surveys*, 20 (4), pp. 607-632.
- van Zeebroeck, Nicolas; van Pottelsberghe de la Potterie, Bruno & Guellec, Dominique (2008). Patents and academic research: A state of the art. *Journal of Intellectual Capital*, 9 (2), pp. 246-263.
- Zuniga, Pluvia (2011). The state of patenting at research institutions in developing countries: policy approaches and practices. *WIPO Economic Research Working Paper* no.4