

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

Generación y transferencia de tecnología a través de patentes en las universidades mexicanas

Manuel Soria López

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento de Producción Económica, México
sormanuel@gmail.com

Claudia Díaz Pérez

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento de Producción Económica, México
Claudp33@yahoo.com

Manuel García Álvarez

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento de Producción Económica, México
antares1694@gmail.com

1. Resumen

El objetivo de esta investigación es esclarecer los factores asociados a la generación y transferencia tecnológica de patentes académicas por las instituciones de educación superior de la Ciudad de México, las cuales concentran la mayor parte de las patentes académicas registradas en el país por universidades. Este estudio parte de información recolectada directamente con los inventores académicos, así como de elaborar bases de datos de solicitud y concesión de patentes académicas registradas ante el Instituto Mexicano de Propiedad Industrial (1976-2017). Los resultados muestran que la generación de conocimiento codificado en patentes se ha incrementado y han aparecido nuevos actores –la universidad privada, en un contexto de políticas orientadas a promover la innovación tecnológica. Sin embargo, también se observa que existen dificultades para transferir todo el conocimiento creado y protegido. Entre otras causas, debido a una limitada difusión comercial por parte de la universidad, la escasez de pruebas industriales de la tecnología de patente, la inexperiencia de los componentes organizacionales y estructuras formales de la universidad para gestionar la transferencia y, la dificultad para vincularse con empresas interesados en explotar industrial y comercialmente el conocimiento producido en la universidad. La conclusión principal es que, al mejorar el vínculo entre la universidad y la empresa, las pruebas de la tecnología, al igual que los mecanismos de difusión del conocimiento tecnológico de la universidad, las posibilidades de transferir la tecnología se elevan y mejora el desempeño comercial y de regalías.

Palabras clave: Patentes académicas, universidades mexicanas, inventores académicos, transferencia tecnológica.

2. Introducción

El conocimiento y la innovación tecnológica se convirtieron en ejes centrales de la competitividad económica desde mediados del siglo XX. En este proceso, la globalización de la investigación, del personal de I+D y de la manufactura han sido elementos muy significativos. La economía del conocimiento puede definirse como aquella cuyos productos y servicios requieren actividades intensivas en conocimiento, más que una cauda de recursos naturales y/o físicos (Powell y Snellman, 2004). Las universidades de los países desarrollados se han convertido en agentes que renuevan constantemente la oferta de nuevo conocimiento que pueda concretarse en innovaciones tecnológicas basadas en ciencia, a través de la vinculación con el sector productivo.

En la literatura se ha explorado el rol de las universidades en la conformación de una sociedad basada en el conocimiento (Frank y Meyer 2007; Laredo 2007), en especial, su papel productivo y difusor de tecnologías para consolidar los sistemas nacionales de innovación (Longhi 1999; Garnsey 1998; Arechavala y Díaz, 2004). En estas perspectivas resaltan la producción de conocimiento, la contribución a la resolución de problemas sociales y la transferencia de saberes al sector productivo como actividades fundamentales en las universidades, las cuales se desarrollan como parte del ‘modo dos’ de producción de conocimiento cuya naturaleza transdisciplinar favorece la interrelación entre la universidad y la sociedad (Gibbons et al., 1994, Nowotny et al., 2003). Sin embargo, algunos críticos consideran que este acercamiento entre el sector productivo y la universidad pervierte las funciones centrales de la institución –producir y difundir el conocimiento libremente, convirtiéndola en un simple engranaje del capitalismo contemporáneo (Rhoades y Slaughter 2004).

En este contexto, el objetivo de este trabajo es referir los factores asociados a la producción y transferencia de la tecnología de patente por las principales universidades en México, a partir de los elementos identificados por los inventores académicos, así como de lo que se desprende de la evidencia estadística de solicitud y concesión generada.

3. Metodología

El proyecto de investigación se centró sólo en cinco universidades nacionales que presentaron la mayor actividad inventiva del país, asentadas principalmente en la Ciudad de México: CINVESTAV, IPN, ITESM, UAM y UNAM.¹ El análisis se organizó alrededor de la estadística descriptiva de las patentes generada de la página electrónica del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) y de la encuesta a los inventores académicos registrados en las patentes académicas. La estadística se generó recolectando datos en 2251 solicitudes (1991-2017) y de 916 concesiones (1980-2017). Posteriormente, utilizando el concepto de ‘activo total’² fueron seleccionadas 1625 patentes para generar los indicadores. La Encuesta a Inventores Académicos³ se estructuró en 54 preguntas elaboradas

¹ Centro de Investigación y de Estudios Avanzados, Instituto Politécnico Nacional; Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey; Universidad Autónoma Metropolitana, y; Universidad Nacional Autónoma de México.

² Es la suma de concesiones de patente con solicitudes netas, siendo éstas últimas el resultado de restar al total de solicitudes, aquellas patentes que ya han sido concedidas.

³ La encuesta se hizo bajo la modalidad en línea utilizando la herramienta “Google Forms” con tres tipos de preguntas: i) la respuesta cerrada porque facilita la codificación. ii) reactivos de múltiple selección, y, iii) preguntas abiertas para profundizar en temas selectos.

considerando los principales ejes temáticos en la literatura de producción y difusión de patentes académicas. Dado un universo real de inventores académicos a encuestar que ascendió a 1350 personas, finalmente, 192 inventores académicos respondieron la encuesta, esto es, el 14% del universo real.

Las patentes en las cuales han participado estos 192 inventores (cuadro 1), suman 462 de un activo total de 1621 patentes, esto es, el 29% de ese total (columna c). Aunque la UAM y el IPN podrían aparecer como ligeramente sobre representados en la encuesta, la UNAM, el ITESM y el CINVESTAV estarían en el caso contrario. Sin embargo, al comparar la distribución de estas dos muestras de patentes académicas –inventores académicos encuestados vs. el activo total de las universidades mexicanas, la evidencia indica similitudes distributivas entre ambas muestras. En efecto, en la UNAM este porcentaje es casi idéntico (34%), mientras en las demás universidades es muy cercano entre ambas muestras (columnas a y b).

Cuadro 1

Solicitudes y concesiones de patente registradas por las universidades mexicanas en las que han participado los inventores académicos encuestados, 1985-2017 (Número y porcentaje)						
Universidad		(a) Patentes académicas de inventores académicos encuestados (192)		(b) Activo total de patentes de universidades mexicanas (5)		(c) = (a)/(b)
		Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Porcentaje
1	Universidad Nacional Autónoma de México	159	34.4	555	34.2	28.6
3	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados	80	17.3	325	20.0	24.6
4	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	73	15.8	319	19.7	22.9
2	Instituto Politécnico Nacional	86	18.6	235	14.5	36.6
5	Universidad Autónoma Metropolitana	64	13.9	187	11.5	34.2
Total		462	100	1621	100	28.5

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, México, 2018.

4. Desarrollo

4.1 Producción de conocimiento, patentes académicas y la política pública de CTI

En el marco de los debates inconclusos, la relación entre la producción de conocimiento y el crecimiento económico se ha ido documentado cada vez más en países pobres (Barkhordari et al. 2018), siendo central el papel de la universidad. En América Latina, el papel de las universidades en la producción de conocimiento todavía es difuso y cuestionado, particularmente, el conocimiento con fines productivos como el que se encuentra en las patentes (Thorn y Soo, 2006). Si bien el análisis de patentes permite analizar el cambio tecnológico y la emergencia de nuevos sectores industriales (Powell y Snellman, 2004), en países latinoamericanos las patentes no son un mecanismo usual de vinculación entre universidad y empresa (Dutrénit y Arza, 2010). El escaso registro de patentes en estos

países puede estar relacionado con la falta de perspectiva sobre cómo se construyen capacidades tecnológicas (Cimoli y Primi 2008). En este debate, los datos permiten conjeturar que en América Latina la vinculación y la transferencia tecnológica a través de las patentes producidas en las universidades es un fenómeno aislado que requiere investigarse.

En efecto, según UNESCO (2015) la participación de México en el patentamiento mundial alcanza sólo el 0.1% de las patentes otorgadas por la *United States Patent and Trademark Office* (USPTO). Asimismo, en la evaluación anual de la *World Intellectual Property Organization* (WIPO) para el 2017, México se ubica en la posición 58 de 143 países, tanto por su monto de solicitud y concesión de patentes, como por la infraestructura y el personal destinado a producir este tipo de conocimiento tecnológico (WIPO, 2018).

A su vez, para el 2018, tampoco el índice de competitividad mundial favorece a México, posicionado en el lugar 49, cuando en 2012 alcanzó el lugar número 37 (IMD, 2013; 2018). La Agenda UNESCO 2030 señala que para el periodo 2010-2011, si se evalúa el personal dedicado a I+D en relación al financiamiento, México se encuentra solo por arriba de Kuwait, Colombia y Kasajitzan y en cuanto a la inversión financiera como tal solo está por arriba de Colombia y Kuwait (UNESCO, 2015). Entre los países de la OCDE, relativo al gasto en I+D respecto al PIB, México tuvo su gasto máximo de .49% del PIB en 2016, quedándose sin superar la barrera del .50%, la cual, en el 2017 incluso Turquía superó al destinar el .97% del PIB (OECD, 2019). En América Latina, Argentina tiene registrado para el 2015 un gasto de .63% del PIB y Brasil para el 2014 de 1.14% del PIB (CONACYT, 2016).

En general, no sólo México sino toda América Latina sigue siendo adoptadora de tecnología, ya que ha mantenido una balanza tecnológica negativa (CONACYT, 2016). Asimismo, entre 1996 y el 2011, la participación de toda la región en publicaciones fue de 3.1%, mientras que la de Francia fue de 4.4%, la de Reino Unido 6.6% y Estados Unidos 23.8%. (Crespi y Dutrenit 2013).

Estos datos revelan que la participación mundial de México es escasa en el registro de patentes, con un débil desempeño en las evaluaciones de competitividad, un gasto en I+D de los más bajos, una balanza tecnológica deficitaria y con una endeble producción de publicaciones científicas. En efecto, aunque los últimos gobiernos han establecido políticas y programas específicos para generar conocimiento productivo y registrar patentes para impulsar la competitividad industrial a partir del conocimiento generado en la universidad, estos datos indican que todavía es marginal la producción de conocimiento en México.

A mediados de los noventa, mediante políticas públicas para regular la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) se empezó a impulsar el desarrollo de tecnología, la modernización de la planta productiva y el uso del conocimiento por parte del sector privado en un enfoque centrado en la demanda (Díaz, 2002). El Programa Especial de Ciencia y Tecnología (2001-2006) y la Ley de Ciencia y Tecnología (2002) establecieron las bases para impulsar una política estatal científica y tecnológica. En efecto, sólo recientemente (2000-2006), es cuando la innovación se incorporó como un eje central en las políticas y programas de CTI del país. Con ello, el CONACYT estableció programas de financiamiento para prototipos e impulsó la I+D en empresas para negocios de innovación. Desde entonces, por vía de incrementar la contribución del sector privado junto con el sector público, la meta establecida –todavía no alcanzada, es un gasto de I+D del 1% del PIB.

En el siguiente Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (2008-2012) esta idea de innovación se mantuvo, al grado que existió una continuidad en las políticas e instrumentos que intentaban asociar la CTI al desarrollo económico y la competitividad (Díaz, 2012). Durante todo este periodo (2001-2012), se alienta la protección de la propiedad

intelectual, la vinculación y la transferencia de tecnología de la universidad y centros públicos de investigación hacia las empresas.

El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (2014-2018) más reciente también incluyó como parte de su misión el desarrollo económico. Una parte fundamental de este programa fue promover nuevamente la transferencia de conocimiento a través de la vinculación entre empresas, institutos y universidades de I+D del sector público, social y privado. La novedad fueron los fondos públicos canalizados directamente al financiamiento de la innovación en las empresas ligadas a un centro de I+D. Asimismo, se plantearon estrategias de promoción de la propiedad intelectual para proteger el nuevo conocimiento en las instituciones de educación superior.

En este contexto, las patentes académicas resultan sumamente relevantes porque proveen conocimiento para la industria cuyo valor es su contenido científico. Las patentes académicas son aquellas en las que hay participación de investigadores, académicos y/o profesores que pertenecen a alguna institución de educación superior (IES), independientemente de quién ostente la propiedad de la misma. Esta definición incluye, tanto a las patentes inventadas con recursos de la universidad que no son de su propiedad, como las que sí son propiedad de la universidad (Balconi et al., 2004).

Finalmente, si bien las patentes tienen un valor en sí mismas por el conocimiento científico que integran, tienen como propósito ser usadas industrialmente. En México, mientras la solicitud y las concesiones de patentes domésticas se han estancado en general, las patentes de universidades mexicanas se han elevado sustancialmente. Sin embargo, una vez otorgada la patente a la universidad, la siguiente fase es transferirlas al sector productivo, lo cual presenta determinados obstáculos para difundirlas y transferirlas.

4.2 El proceso de la transferencia de tecnología y las patentes académicas

La transferencia de tecnología se ha estudiado intensamente en el contexto de la economía del conocimiento y la innovación como uno de los ejes en que se construye la competitividad de los países (David y Foray, 2005; 2002). Asimismo, se aborda como una función para la operación de los sistemas de innovación en sus diversos niveles (Longhi 1999; Garnsey 1998; Nelson y Rosenberg 1993), ya que la transferencia de tecnología es el canal central que articula empresas, universidades y gobierno (Niosi et al, 1993). En las perspectivas más críticas es un mecanismo a través del cual la universidad impulsa la creación de riqueza en el capitalismo académico (Rhoades y Slaughter 2004). El análisis de la transferencia de tecnología forma parte de los estudios de vinculación entre empresa y universidad. Particularmente, aborda aspectos más puntuales como la confianza desarrollada entre las partes, el lenguaje y objetivos, así como los tiempos para resolver problemas en instituciones de naturaleza diferente, entre otros. Así, la transferencia de tecnología se explora en el nivel de interacciones entre la universidad que produce el conocimiento y las empresas u organizaciones hacia los que brinda ese conocimiento.

En América Latina se considera que es todavía incipiente la generación de conocimiento en la universidad para la empresa, particularmente, para fines productivos (Thorn y Soo, 2006). Otros estudios comparativos de la misma región han identificado, por ejemplo, que la interacción entre empresa y universidad ocurre en mayor medida a través de las prácticas profesionales de estudiantes en la empresa y servicios de consultoría. El patentamiento y la creación de spin-off's son actividades secundarias (Dutrénit y Arza, 2010), aunque, se han enfatizado la relevancia de patentar para fortalecer el desarrollo

económico de la región (Cimoli y Primi, 2008).

La transferencia de tecnología se ha definido de formas diversas en función de las disciplinas involucradas y el tipo o propósito de la investigación que se emprende (Bozeman, 2000). La transferencia de tecnología es el proceso de apropiación del conocimiento, tecnología y servicios desarrollados en la universidad o en los centros e institutos públicos de investigación por una empresa u organización determinada (Roguers, Takegami, & Yin, 2001). En el contexto de la tercera misión de la universidad y de los estudios sobre vinculación universidad-empresa, la transferencia de tecnología resulta fundamental porque está asociada a los servicios que ofrece la universidad a la sociedad. Para las empresas es primordial en la medida que el conocimiento y la tecnología son innovaciones potenciales que apoyan la competitividad (Bercovitz y Feldman, 2006).

El proceso de transferencia de tecnología implica al menos una fase de desarrollo del proyecto (Urruty, 2012) en la cual se genera el conocimiento y/o tecnología, luego, la etapa de validación y pruebas de laboratorio (Money et al, 2011) y al final la fase comercial (Sacristán, 2007). Para el análisis, dicho proceso que se desagrega aún más dependiendo de la tecnología y la etapa que se estudia. Además, este proceso de transferencia de tecnología conlleva en buena medida la gestión de propiedad intelectual. Cuando el proceso ocurre en la universidad, la protección de ese conocimiento y los acuerdos para su uso se convierten en un elemento central, por ejemplo, del ingreso por regalías derivadas de los contratos de transferencia de tecnología y patentes negociados.

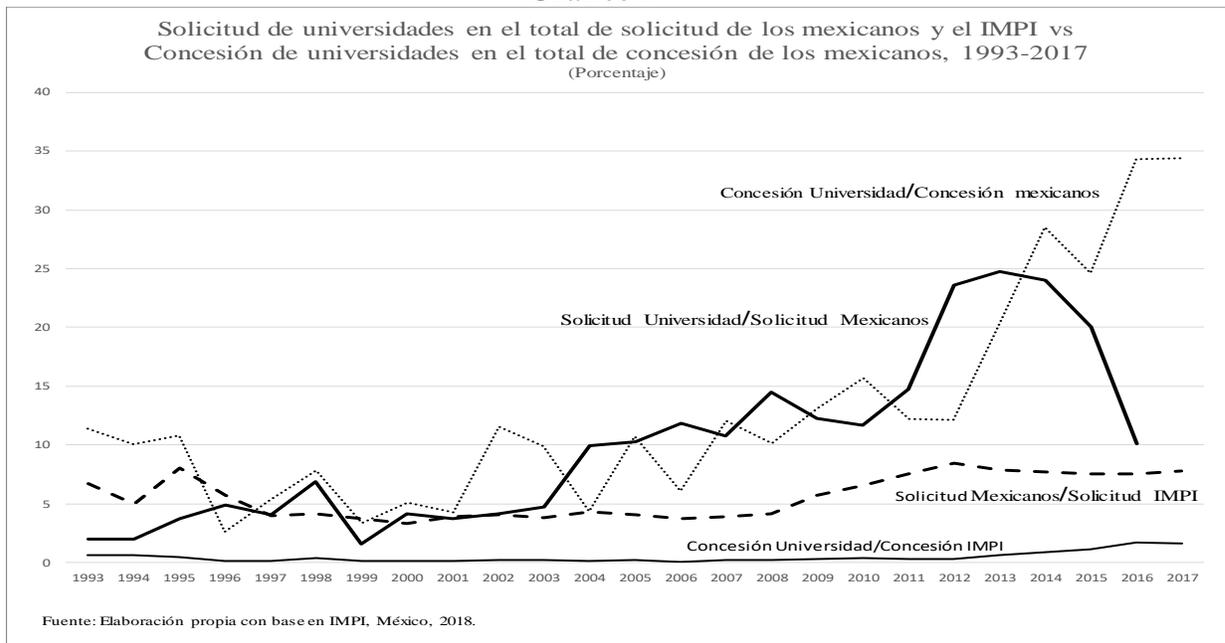
5. Resultados

5.1 Producción de patentes en México por las principales universidades

La evidencia sobre el flujo global de solicitud y concesión de patentes en México entre mexicanos y extranjeros, de 1993 a 2017, indica que se solicitaron 335 mil patentes de las cuales el 6% fueron para mexicanos y el 94% de extranjeros. La evolución de la concesión, a su vez, indica que de 186 mil patentes registradas en el mismo periodo el 97% fueron propiedad de extranjeros y sólo el 3% de los mexicanos. En suma, mientras los extranjeros dominan casi la totalidad del registro mexicano de patentes, los titulares mexicanos registran en concesión la mitad de la participación obtenida en la solicitud de patentes, esto es, mientras la tasa de solicitud de los mexicanos es alta, su tasa de concesión es más baja.

Por su parte, mientras la solicitud de universidades respecto a la solicitud de mexicanos pasó de 2% en 1993 a 25% en 2013 (gráfico 1), la solicitud de mexicanos en el total del IMPI quedo por debajo al pasar de 7% en 1993 a sólo 8% en 2013. A su vez, la concesión a universidades respecto a la concesión a mexicanos creció de 11% en 1993 a 34% en 2017 (gráfico 1), mientras la concesión de universidades respecto de la concesión total del IMPI pasó de 0.63% en 1993 a 1.65% en 2017. En suma, estos datos comparativos indican una tasa de solicitud de patentes de las universidades que es significativa y una tasa de concesión de las patentes académicas que ha sido aún más dinámica.

Gráfico 1



Por ende, las universidades tienen altas tasas de solicitud y concesión, mientras las patentes de mexicanos en general mantienen una tasa alta de solicitud y una más baja de concesión –a reserva de examinar la evolución de las empresas mexicanas. En suma, durante las últimas dos décadas, las universidades han sido el agente más dinámico de la producción doméstica de conocimiento tecnológico por la vía de patentes académicas.

El activo total de patentes académicas registrado en México (1976-2017) por las mayores universidades mexicanas (cuadro 2), se incrementó (441%) entre periodos, pasando de 253 a 1368 patentes. Entre 1976 y 1998, la UNAM y la UAM sumaron la mayor proporción del total de patentes (77%); el CINEVESTAV y el IPN una quinta parte (21%), mientras el ITESEM registró una participación marginal (1.6%). Entre 1999 y 2017, la UNAM y la UAM redujeron su cuota del total; al contrario, el CINEVESTAV, el IPN y el ITESEM registraron un incremento de sus participaciones. Al final, la UNAM se mantuvo al frente, mientras la UAM cayó al último sitio; el CINEVESTAV y el IPN casi duplicaron su participación relativa; mientras el ITESEM mostró un incremento muy significativo. En suma, no sólo aumentó la producción de patentes académicas sino también el número de participantes de primer nivel.

Cuadro 2

Activo total de patentes registrado en México por las universidades mexicanas, 1976-2017 (Número y porcentaje; Fecha de solicitud)							
<i>Universidad</i>		1976-1998		1999-2017		Total	
		Número	<i>Porcentaje</i>	Número	<i>Porcentaje</i>	Número	<i>Porcentaje</i>
1	Universidad Nacional Autónoma de México	131	51.8	424	31.0	555	34.2
2	Centro de Investigación y Estudios Avanzados	32	12.6	293	21.4	325	20.0
3	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	4	1.6	315	23.0	319	19.7
4	Instituto Politécnico Nacional	22	8.7	213	15.6	235	14.5
5	Universidad Autónoma Metropolitana	64	25.3	123	9.0	187	11.5
Total		253	100	1368	100	1621	100

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, México, 2018.
*/ Activo total de patentes = Concesión total + Solicitud neta. Solicitud Neta = Solicitud total - Concesión total.

La distribución de las patentes académicas por tipo de campo tecnológico –tradicional o moderno (cuadro 3), indica que la UNAM (34%), el ITESM (20%) y el IPN (14.5%) mantuvieron participaciones similares entre campos tecnológicos. A su vez, el CINVESTAV tuvo una mayor participación en campos tecnológicos modernos (24%), mientras la UAM se concentró más en campos tecnológicos tradicionales (15%). En suma, aunque las universidades de la muestra patentan principalmente en campos tecnológicos de tipo moderno, la porción dedicada al tipo tradicional representa una proporción significativa del total.

Cuadro 3

Activo total de patentes registrado en México por las universidades mexicanas por campo tecnológico, 1980-2018 (Número y porcentaje)							
<i>Campo Tecnológico</i>		Tradicional		Moderno		Total	
		Número	<i>Porcentaje</i>	Número	<i>Porcentaje</i>	Número	<i>Porcentaje</i>
1	Universidad Nacional Autónoma de México	251	34.2	304	34.3	555	34.2
2	Centro de Investigación y Estudios Avanzados	115	15.7	210	23.7	325	20.0
3	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	144	19.6	175	19.7	319	19.7
4	Instituto Politécnico Nacional	111	15.1	124	14.0	235	14.5
5	Universidad Autónoma Metropolitana	113	15.4	74	8.3	187	11.5
Total		734	100	887	100	1621	100
		45.3		54.7		100	

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, México, 2018.
*/ Activo total de patentes = Concesión total + Solicitud neta. Solicitud Neta = Solicitud total - Concesión total.

5.2 Transferencia de tecnología de patente por las principales universidades en México

Dada la producción de las patentes académicas la sociedad espera su difusión al mercado y su transferencia a las empresas industriales. La encuesta a inventores académicos muestra los siguientes resultados en cuanto a vinculación, transferencia, regalías y mecanismos de apoyo para la difusión.

La vinculación de los proyectos de I+D de los inventores académicos con las empresas se estudian conforme al nivel de solicitud de patentes producido por cada inventor individual (Cuadro 4). Primero, la mayor parte de estos proyectos de I+D (63%) no estuvieron vinculados a empresas, siendo el grupo menos productivo el que más aporta a esta situación. Segundo, poco más de la tercera parte sí se vinculó (37%), aunque, el grupo con menor nivel producido se vinculó más (27%) que el grupo más productivo (9%). En suma, aunque la vinculación no es generalizada, destaca el nivel vinculación de los inventores más jóvenes, quienes por ahora pertenecen al grupo menos productivo.

Cuadro 4

Solicitud de patentes universitarias y vinculación con empresas por inventores académicos mexicanos (Porcentaje)				
<i>Proyectos vinculados con empresas</i>		<i>Solicitudes de patente registradas por el inventor académico</i>		Total
		Menos de cinco	Mas de cinco	
1	Ninguno	44.8	18.8	63.5
2	Sí	27.1	9.4	36.5
Total		71.9	28.1	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

La vinculación de los inventores académicos con las empresas también se puede ver desde la perspectiva de los niveles de escalamiento tecnológico (cuadro 5). A mayor nivel de pruebas mayor la probabilidad de transferencia tecnológica. En efecto, los inventores académicos afirman que la mayor parte de la tecnología de patente universitaria (76%) sólo se prueba a nivel de laboratorio. En las siguientes fases de escalamiento tecnológico, la mayor parte se prueban a nivel de planta piloto (17%) y la parte marginal (7%) son las pruebas de escala pre-industrial e industrial. En el caso de la escala planta piloto, resalta que son más casos en proyectos no vinculados que los sí vinculados, mientras, a escala industrial la mayor parte se hacen en el marco de proyectos vinculados. En suma, aunque la mayoría de los inventores académicos sólo probaron la tecnología a nivel laboratorio, es importante que casi la cuarta parte manifieste que alcanzó el nivel de pruebas piloto e industriales, ya sea en proyectos vinculados y no vinculados con la industria.

Cuadro 5

Pruebas de escalamiento tecnológico y vinculación con empresas por los inventores académicos mexicanos (Porcentaje)						
Proyectos vinculados con empresas		Laboratorio	Planta piloto	Planta pre-industrial	Planta industrial	Total
1	Ninguno	52.6	9.9	1.0		63.5
2	Sí	22.9	7.3	4.7	1.6	36.5
Total		75.5	17.2	5.7	1.6	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

Los vínculos señalados por los inventores académicos encuestados han resultado en la obtención de regalías, tanto por la universidad (cuadro 6), como por los inventores académicos (cuadro 7). En el caso de la universidad sólo 13% de los inventores académicos reportan la obtención regalías. El 9% de estas regalías se obtuvieron en proyectos de I+D vinculados con empresas mientras el restante (4%) sin vínculo de por medio. En el caso del inventor, sólo el 7% de los inventores académicos encuestados reportan la obtención de regalías de las patentes comercializadas por la universidad. El 5% proviene de proyectos de I+D vinculados con empresas, mientras el 2% proviene de proyectos sin vínculo expreso. En suma, aunque todavía son marginales, la mayor parte de las regalías obtenidas por la universidad y el inventor académico provienen de proyectos vinculados con empresas, aunque también en algunos proyectos no vinculados hubo regalías.

Cuadro 6

Regalías obtenidas por la universidad por comercializar patentes académicas y vinculación con empresas por inventores académicos mexicanos (Porcentaje)				
Proyectos vinculados con empresas		La universidad ha obtenido regalías por comercializar		Total
		No	Sí	
1	Ninguno	59.9	3.6	63.5
2	Sí	27.6	8.9	36.5
Total		87.5	12.5	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

Cuadro 7

Regalías obtenidas por el inventor académico por comercializar patentes académicas y vinculación con empresas (Porcentaje)				
Proyectos vinculados con empresas		El inventor académico ha obtenido regalías por comercializar		Total
		No	Sí	
1	Ninguno	62.0	1.6	63.5
2	Sí	31.3	5.2	36.5
Total		93.2	6.8	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

Con relación a los programas universitarios para difundir información de patentes, comercializarlas e incubar empresas, la evidencia se analiza por niveles de patentes concedidas entre los inventores académicos encuestados.

La difusión de patentes por la universidad a través de un programa específico es reconocida por el 57% de los inventores académicos encuestados (cuadro 8). Sin embargo, por sus niveles de concesión los más productivos afirman que no existen estos programas (48%). Al contrario, los inventores menos productivos afirman que estos programas de difusión informativa si se dan (59%). Una revisión detallada a las páginas web de estas cinco universidades comparado con universidades de los EUA (2018), ha demostrado la mejora de la difusión informativa de patentes, dado que cada universidad ha colocado digitalmente una cartera de patentes seleccionada como su oferta tecnológica actual. Asimismo, siendo el grupo de inventores académicos más productivo el de mayor edad, su respuesta refleja que en el pasado las universidades carecían de estos programas de difusión. Siendo más jóvenes, la respuesta de los menos productivos muestra como la universidad los ha ido incorporando en su arreglo organizacional.

Los programas de difusión comercial y transferencia de tecnología de patente funcionan a través de las oficinas de transferencia de tecnología y propiedad intelectual (OTT). En los últimos años todas las universidades han incorporado una OTT como un nuevo componente organizacional. Sin embargo, la evidencia indica que la mayor parte de los inventores académicos encuestados (56%) manifiestan que no existe un programa como tal (cuadro 9). Esta proporción es más alta entre los inventores académicos más productivos (61%) y más baja entre los menos productivos (54%). En suma, todos estos inventores están señalado que, si bien en ciertos casos las OTT universitarias han sido efectivas para comercializar, requieren mejorar para transferir más patentes a la industria, y mientras, el inventor continúa siendo la pieza clave de la comercialización.

Cuadro 8

Solicitud de patentes por los inventores académicos encuestados y programas universitarios de difusión informativa de patentes (Porcentaje)				
Solicitudes en que ha participado el inventor académico		Existe un programa universitario de difusión informativa de patentes		Total
		No	Sí	
1	De una a cuatro patentes	40.6	59.4	100
2	Cinco o más patentes	48.1	51.9	100
Total		42.7	57.3	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

Cuadro 9

Solicitud de patentes por los inventores académicos encuestados y programas de difusión comercial y transferencia de patentes (Porcentaje)				
Solicitudes en que ha participado el inventor académico		Existe un programa universitario de difusión comercial y transferencia efectiva		Total
		No	Sí	
1	De una a cuatro patentes	54.3	45.7	100
2	Cinco o más patentes	61.1	38.9	100
Total		56.3	43.8	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

Finalmente, otra forma para transferir tecnología y patentes a la industria es a través de programas de incubación de empresas o start-up's de base tecnológica. En este rubro la mayoría de la población encuestada afirma que sí hay programas de incubación de empresas en sus universidades (58%). Al igual que en los rubros anteriores, esta respuesta refuerza la idea de que estas universidades mexicanas han ido incorporando actividades de difusión del tipo 'tercera misión' para comercializar y transferir la tecnología de patente producida.

Cuadro 10

Solicitud de patentes por los inventores académicos encuestados y programas universitarios de incubación de empresas (Porcentaje)				
Solicitudes en que ha participado el inventor académico		Existe una incubadora o programa empresarial universitario para difundir		Total
		No	Sí	
1	De una a cuatro patentes	42.8	57.2	100
2	Cinco o más patentes	38.9	61.1	100
Total		41.7	58.3	100

Fuente: Elaboración propia con base en Encuesta a Inventores Académicos, México, 2018.

6. Discusión y análisis

La producción doméstica de conocimiento en México continúa siendo marginal derivado de la baja inversión nacional en ciencia y tecnología tanto pública como privada, al igual que por la baja producción de patentes nacionales y de publicaciones científicas por ingenieros e investigadores mexicanos. Dada la economía del conocimiento, todos estos factores inciden en menores niveles de competitividad y desarrollo económico en México. En este sentido, al no formar parte de la producción de tecnologías fundamentales de la economía local o global, México se encuentra al margen, alejado de la esencia de la economía del conocimiento.

En este contexto de dificultad, contrasta la evolución de las patentes académicas solicitadas y concedidas a las mayores universidades mexicanas, la cual muestra un crecimiento muy dinámico, comparado, tanto con la producción doméstica de los mexicanos, como con el total de patentes incluyendo a los extranjeros que registran en México. Asimismo, destaca la incorporación del ITESM como un nuevo actor en el campo de la propiedad intelectual de patentes académicas junto con las universidades públicas mexicanas.

La dinámica anterior significa que la política pública de CTI de las últimas dos décadas ha tenido un efecto positivo en la producción de conocimiento tecnológico doméstico. En efecto, los programas de ciencia, tecnología e innovación del 2000 al 2018 que al final alcanzaron un gasto federal en ciencia y tecnología del 0.48% del PIB (2016) y pusieron a la universidad pública en el centro de su política de producción y difusión de conocimiento tecnológico, fomentaron esta dinámica. Esos recursos y esa política se han transformado en esta acumulación de patentes académicas. Es decir, estas universidades han ido acumulando capacidades –a escala primaria y de carácter emergente, para producir y gestionar determinada oferta tecnológica y patentarla para difundirla comercialmente.

Queda por comprender porque la difusión de tecnología de patente no ha alcanzado los niveles deseables entre la universidad y la empresa. En efecto, respecto a las fases básicas de la transferencia de tecnología –desarrollo de la I+D, pruebas y comercialización, la encuesta a inventores académicos ha dejado traslucir algunos factores importantes.

Un factor que obstaculiza o cataliza la difusión de tecnología de patente desde un

inicio en la fase de desarrollo del invento, es la vinculación de los proyectos universitarios de I+D con la industria y el mercado o la sociedad. En efecto, son los proyectos de I+D vinculados con la empresa los que reúnen más condiciones de éxito.

La evidencia presentada sobre aspectos ligados a las pruebas piloto y escalamiento de la tecnología universitaria, coincide con la literatura que indica que una limitación ‘normal’ de la oferta tecnológica de las universidades es que solo prueban a nivel de laboratorio, con lo cual, una empresa interesada no puede hacer cálculos industriales o de mercado.

Dado el bajísimo porcentaje de encuestados que reportan regalías, se deduce que las tecnologías de patente que lograron comercializarse y obtener regalías por la universidad y el inventor académico son exiguas. Aunque la mayoría de las regalías se generaron en proyectos de I+D vinculados, algunas regalías surgieron en proyectos de I+D sin vínculos previos con la empresa, ofreciéndose lo producido directo al mercado.

En el rubro de la difusión los inventores encuestados reportan que las universidades han mejorado sus sistemas de difusión informativa de patentes y creado incubadoras de empresas para transferir la tecnología. Sin embargo, según señalan los encuestados, el apoyo para comercializar patentes académicas por la universidad a través de la oficina de transferencia de tecnología sigue siendo problemático. En efecto, el incremento de la difusión comercial de una patente académica se encuentra asociada, tanto a pruebas industriales de la tecnología, como al desarrollo de los componentes organizacionales diseñados para vincular a la universidad con la empresa.

Finalmente, cabe destacar en cuanto a esta vinculación entre universidad y empresa, que la mayoría de los investigadores con mayor grado de madurez y número de patentes son quienes se vinculan menos con las empresas y no identifican programas de apoyo en sus universidades. A su vez, la mayoría de los investigadores con menos patentes y de menor experiencia reportan más vinculaciones con la industria y afirman que en los últimos años las universidades han incorporado a su diseño organizacional componentes y programas de apoyo para comercializar y transferir tecnología. Son precisamente estas políticas explícitas de patentes académicas en las universidades las que favorecen una mayor producción y difusión de las mismas en el futuro.

7. Conclusión

El análisis ha mostrado que la capacidad de las principales universidades de México para producir, gestionar y difundir tecnología de patente se ha incrementado en las últimas dos décadas. Aunque los niveles son altos a nivel doméstico, todavía son marginales respecto de la producción mundial o en países desarrollados. Sin embargo, este incremento de las patentes académicas ha dinamizado la capacidad tecnológica de las universidades e indica que la política pública aplicada ha sido relativamente exitosa.

El éxito ha sido relativo porque si bien creció el nivel de producción de manera sustancial, a nivel de la difusión comercial y la transferencia de la tecnología de patente a la industria se encuentran aún los mayores obstáculos y por ende los grandes retos de la vinculación entre la universidad y la empresa.

Es interesante que dentro de estas organizaciones universitarias los inventores académicos con menos experiencia y patentes aparecen como los más vinculados con las empresas, siendo los inventores con más patentes y experiencia quienes menos se vincularon con la industria.

Este examen de las patentes académicas de las universidades mexicanas también ha mostrado que las universidades han ampliado su menú girando hacia actividades de tercera misión con fines de lucro, incorporando para ello nuevas políticas y componentes organizacionales.

En conclusión, al mejorarse la vinculación entre la universidad y la empresa, las pruebas industriales de la tecnología y los mecanismos de difusión del conocimiento tecnológico creado en la universidad, se elevan las posibilidades de transferir la tecnología y un mejor desempeño comercial y de regalías.

8. Referencias

- Aboites, J. y C. Díaz (2018), “Auge y declinación en la producción de conocimiento codificado en patentes en el IMP”, ALTEC, México.
- Balconi, M., Breschi, S. y Lissoni, F. (2004). Networks of inventors and the role of academia: an exploration of Italian patent data. *Research Policy*, 33(1).
- Barkhordari, S., Fattahi, M., & Azimi, N. A. (2018). The Impact of Knowledge-Based Economy on Growth Performance: Evidence from MENA Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-15.
- Bercovitz, J., & Feldmann, M. (2006). Entrepreneurial Universities and Technology Transfer: A Conceptual Framework for Understanding knowledge-Bases Economic Development. *Journal of Technology Transfer*, 31, 175-188.
- Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29(4-5), 627-655.
- Cimoli, M., & Primi, A. (2008). Propiedad intelectual y desarrollo: una interpretación de los (nuevos) mercados del conocimiento. En: *Generación y protección del conocimiento: propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico-LC/MEX/G. 12-2008-p. 29-57.*
- Crespi, G. y G. Dutrénit (2013), Políticas de CTel para el desarrollo: La experiencia latinoamericana, FCCyT/LALICS.
- David, P. y Foray, D. (2002). Fundamentos Económicos de la Sociedad del Conocimiento. *Comercio Exterior*, 52(6), 472-490.
- Di Nauta, P., Merola, B., Caputo, F., & Evangelista, F. (2018). Reflections on the role of university to face the challenges of knowledge society for the local economic development. *Journal of the Knowledge Economy*, 9(1), 180-198.
- Dutrénit, G. y V. Arza, (2010) “Interaction between public research organisations and industry in Latin America. A study from the perspective of firms and researchers”. *Science and Public Policy*, pp. 541-553.
- Frank, David J. y John Meyer. 2007. University Expansion and the Knowledge Society. *Theory and Society* 36 (4): 287-311.
- Garnsey, Elizabeth. 1998. The Genesis of the High Technology Milieu: A Study in Complexity. *International Journal of Urban and Regional Research* 22 (3): 361-377.
- Laredo, Philippe. 2007. Revisiting the Third Mission of Universities: Toward a Renewed Categorisation of University Activities? En *Main Transformations, Challenges and Emerging Patterns in Higher Education Systems*, 5-6. París: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (unesco Forum on Higher Education, Research and Knowledge, Occasional Paper Series 16).

- Longhi, Christian. 1999. Networks, Collective Learning and Technology Development in Innovative High-Technology Regions: The Case of Sophia-Antipolis. *Regional Studies* 33 (4): 333-342.
- Money, A., Barnett, J., Kuljis, J., Craven, M., Martin, J., & Young, T. (2011). The role of the user within the medical device design and development process: medical device manufacturers' perspectives. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 11(1), 15.
- Nelson, Richard y Nathan Rosenberg. 1993. Technical Innovation and National Systems. En *National Innovation Systems. A Comparative Analysis*, Richard R. Nelson, ed., pp. Nueva York: Oxford University Press.
- Niosi, J., P. Savioti, B. Bellon & M. Crow (1993). National Systems of Innovation; In search of a workable concept. *Technology in Society*, Vol. 15, 1993.
- Nowotny, Helga, Peter Scott y Michael Gibbons. 2003. "Mode 2" Revisited: The New Production of Knowledge. *Minerva* 41 (3): 179-194.
- Powell, W. W., & Snellman, K. (2004). The knowledge economy. *Annu. Rev. Sociol.*, 30, 199-220.
- Rhoades, Gary y Sheila Slaughter. 2004. Academic Capitalism in the New Economy: Challenges and Choices. *American Academic* 1: 37-59.
- Rhoades, Gary y Sheila Slaughter. 2004. Academic Capitalism in the New Economy: Challenges and Choices. *American Academic* 1: 37-59.
- Rogers, E. M., Takegami, S., & Yin, J. (2001). Lessons learned about technology transfer. *Technovation*, 21(4), 253-261.
- Sacristán, E. R. (2007, febrero). FCCyT, Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Retrieved from *La tecnología mexicana al servicio de la industria. Casos de éxito presentados en los Seminarios Regionales de Competitividad 2005-2006*: http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/exito.pdf
- Thorn, Kristian y Maarja Soo. 2006. Latin American Universities and the Third Mission: Trends, Challenges and Policy Options. Policy Research working paper 4002. Washington, D. C.: World Bank.
- Urruty, L. F. (2012). Un método integrado de desarrollo de equipos biomédicos centrado en el usuario y en la función. Núcleo de ingeniería biomédica de las facultades de medicina e ingeniería.