

Patentes de universidades mexicanas: Hacia la tercera misión

*Claudia Díaz Pérez y Manuel Soria López**

Resumen

El objetivo de este artículo es analizar los patrones en la producción de conocimiento codificado en patentes en las universidades mexicanas. El periodo de análisis comprende de 1980 al 2018. Se describen las principales universidades que se dedican a esta tarea, a los académicos que generan el conocimiento, además de los motivos principales por los que se enrojan en esta actividad. El reporte de los resultados de la investigación se realiza a partir de una encuesta aplicada a 192 investigadores universitarios que se complementa con el análisis de patentes de los principales repositorios institucionales. Los hallazgos se analizan a partir de las propuestas de la tercera misión de la universidad que subrayan la relevancia de la transferencia de tecnología y conocimiento científico de la universidad a la empresa.

Palabras clave

Patentes ¶ Investigadores científicos ¶ Transferencia de tecnología ¶ Universidades

Abstract

This article aims to analyze the patterns in the production of knowledge encoded in patents in Mexican universities. The analysis period covers from 1980 to 2018. The most relevant universities dedicated to this task are described, the academics who materialize it, and the main reasons they develop this activity. The research is carried out from a survey applied to 192 university researchers. The information from the survey was complemented with the analysis of patents from the primary patent repositories. The findings are analyzed from the university's third mission framework that underlines the relevance of technology transfer and scientific knowledge from the university to the company.

Keywords

Patents ¶ Scientific researchers ¶ Technology transfer ¶ Universities

* Profesora investigadora y jefa del Área de Economía Industrial e Innovación, Departamento de Producción Económica, UAM-X, México (claudp33@yahoo.com) ¶ Profesor investigador del Área de Economía Industrial e Innovación, Departamento de Producción Económica, UAM-X, México (sormanuel@gmail.com).

Introducción

LA MISIÓN tradicional de la universidad ha sido la docencia, la investigación y la difusión cultural, con variantes que incluyen la extensión social, la vinculación, la divulgación y la difusión científica. A mediados de los noventa, Fresán (2004) señala que en la vida universitaria se usan de manera indistinta extensión universitaria, extensión cultural, y preservación y difusión de la cultura; equivalencia que causa enorme confusión. Asimismo, la autora enfatiza que, en América Latina, la extensión históricamente incluye otro grupo de actividades entre las que destacan aquellas que llevan a la universidad a abrir sus fronteras hacia diversos sectores sociales. En los noventa, en el marco de diversas perspectivas analíticas, como la economía del conocimiento (David y Foray, 2002), la universidad emprendedora (Clark, 2008) e incluso el llamado *capitalismo académico* (Rhoades y Slaughter, 2004), van confluyendo planteamientos que se centran en lo que se ha denominado la *tercera misión de la universidad*. El trabajo de Gibbons que identifica diferentes tipos de conocimiento, considerando la evolución del trabajo de investigación en las universidades, fue esencial para consolidar estas perspectivas. En la universidad tradicional, el conocimiento que se produce está centrado en los intereses científicos y en la ciencia básica fundamentalmente prevalece el *laissez faire* (Modo 1). El Modo 2 tiene un vuelco importante hacia la investigación aplicada y la tecnología, la transferencia y la comercialización se vuelven un eje central en la vida universitaria. Finalmente, el Modo 3 enfatiza la apertura de la universidad hacia la sociedad y una interacción constante con los diferentes sectores sociales (Gibbons *et al.*, 1997; Nowotny *et al.*, 2003).

En México las universidades se incorporan tardíamente a esta tendencia mundial inmersas en un debate sobre la pertinencia de la apropiación privada del conocimiento generado con recursos públicos. Más allá del debate, hay disciplinas cuyo avance requiere la protección de la propiedad intelectual generada, así como académicos interesados en desarrollar este tipo de actividad, bien sea por el interés de llegar al mercado o para avanzar con mayor profundidad en sus líneas de investigación. Estas actividades se desarrollan no necesariamente para comercializar el conocimiento sino como parte del flujo de investigación de los investigadores. Aun así, la participación de las universidades mexicanas en la producción de conocimiento codificado en patentes es escasa.

En este artículo, se analiza la producción de conocimiento codificado en patentes (PCCP) en las universidades mexicanas, en el marco de la tercera misión de la universidad que plantea la apertura de la misma, y su vinculación con agentes sociales, económicos y públicos para resolver problemas no necesariamente deli-

mitados estrictamente en el ámbito de la ciencia básica. La PCCP es una actividad relativamente reciente en las universidades mexicanas. Primero, porque la investigación en sí misma y el conocimiento científico se incorpora tardíamente como función sustantiva en las Instituciones de Educación Superior (IES). Segundo, porque este tipo de conocimiento requiere infraestructura sofisticada como laboratorios especializados, equipos e instrumentos, plantas piloto para escalamiento; el apoyo administrativo para emprender estos procesos en las oficinas de patente y el financiamiento necesario para solventar el registro y su mantenimiento a lo largo de la vida del conocimiento que se está protegiendo. Tercero, porque pocos investigadores estaban habilitados para ello, principalmente en las universidades estatales, ya que la investigación en general —con algunas excepciones— fue una tarea de pocos, centralizada en las IES de la Ciudad de México y las principales ciudades del país (Díaz y Alarcón, 2018).

A pesar de las limitaciones mencionadas, la PCCP en las universidades se ha ido incrementando y, como otras actividades científicas, concentrando en escasas universidades, que son las que cuentan también con el mayor número de investigadores pertenecientes al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), con los presupuestos para investigación y desarrollo (I+D), y las condiciones estructurales que facilitan la actividad (Oficinas de Transferencia de Tecnología OTT con especialistas, abogados, asesoría, etc.).

Con el fin de profundizar en esta problemática, en este artículo, la exploración se encuentra dirigida por las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las principales universidades mexicanas que registran actividad inventiva? ¿Qué características tiene la producción de conocimiento codificado en patentes en las universidades mexicanas? ¿Han cambiado en casi cuatro décadas los patrones de patentamiento de las universidades? ¿Cuáles son los factores que explican el escaso patentamiento en las IES? ¿Se fortalece la tercera misión de la universidad a través de la PCCP? ¿Cómo se relaciona la PCCP con la investigación y la docencia universitaria? La conjetura que guía el análisis plantea que la PCCP en las universidades mexicanas está concentrada en las IES que acceden a recursos económicos para investigación y con los académicos de más alta calificación.

La PCCP ha cambiado sus patrones y han emergido nuevos actores a partir del establecimiento de incentivos para el patentamiento. Sin embargo, los procesos de PCCP se enfrentan a diversas barreras (organizativas, económicas, de infraestructura, de conocimiento) lo que dificulta el fortalecimiento de esta actividad. En este contexto, los inventores desarrollan esta tarea de manera incidental, o porque buscan resolver problemas en el ámbito social y productivo. La PCCP en México tiene todavía características más cercanas a la investigación básica orientada a

generar un cúmulo de conocimiento, que a la denominada tercera misión de la universidad porque parten de la investigación y no de una demanda empresarial (Martin, 2012). Un elemento importante que puede explicar la orientación hacia el patentamiento y, en general, la vinculación de las universidades con empresas, es el cambio en las regulaciones e incentivos institucionales.

Cambios en el contexto

En la década de los ochenta, el gobierno de Estados Unidos aprueba la Ley Bayh-Dole, en la que se autoriza que los resultados de investigación derivados de proyectos con financiamiento público puedan ser de dominio privado, esto es que puedan comercializarse (USC, 1980). Esta regulación tendría, de acuerdo a diversos autores (Grimaldi *et al.*, 2011; Mowery, 2005), efectos importantes en la transferencia de conocimiento de la universidad a las empresas, pero también en la apertura de empresas donde participaban investigadores universitarios. La regulación es el marco para incentivar el patentamiento académico, y más todavía las actividades de comercialización de la investigación, eje central de la globalización basada en el conocimiento.

En México, la transferencia de tecnología de la universidad a la empresa se promueve desde la política pública que se define a partir de la apertura comercial. En los noventa, los programas de ciencia y tecnología ponen en el centro el desarrollo tecnológico, y los programas sectoriales tratan de impulsar la demanda por conocimiento y tecnología. Sin embargo, es hasta el año 2001 con el Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006 en el periodo del presidente Vicente Fox que se incluye la promoción del conocimiento codificado en patentes. Se establecen desde el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), un conjunto de programas para incentivar la participación de las empresas en la investigación y desarrollo, y apropiarse del conocimiento generado en la universidad, lo que incluye también mecanismos para promover el patentamiento entre las IES y las empresas.

Es en el siguiente sexenio, con el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2008-2012, que la innovación se incorpora de manera explícita, enfatizando el papel de las patentes para lograr la innovación. Los programas y mecanismos de apoyo continuarían incluso durante el siguiente programa 2014-2018, en el que se plantea la promoción de la cultura de la propiedad intelectual, y el rol de las universidades en la transferencia de tecnología y conocimiento hacia las empresas. Se puede señalar que, a partir del 2001, hubo un interés del gobierno mexicano por promover el incremento en el número de patentes propiedad de mexicanos, y que las universidades participaron activamente para incentivar procesos de PCCP, instalando sus propios incentivos para ello, así como estructuras de apoyo administrativo (Aboites y Díaz, 2015).

La pregunta que surge de este marco de política pública es qué tanto se incrementó el patentamiento en México, y cuál ha sido la participación de las universidades del país. La participación de México en la producción internacional de conocimiento derivado de la investigación es sumamente baja. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (UNESCO) en su Agenda 2030 señala que el país participa apenas con el 0.1% del patentamiento en el mundo. La India con el 1.2%, Canadá con el 2.8% y Estados Unidos con el 50.8% (UNESCO, 2015). En el Índice Mundial de Innovación, el país tiene la posición 58 de entre 153 países para el 2017 (WIPO, 2018), lo cual muestra la escasa participación del país en estas tareas. En la investigación, tampoco los números nos favorecen. Crespi y Du-trénit (2013) definen que la participación de América Latina en las publicaciones mundiales fue de 3.1%, Francia logró 4.4%, Reino Unido 6.6% y Estados Unidos 23.8% entre 1996 y el 2011. De entre los países de América Latina, el que tiene un mejor desempeño por su productividad en la investigación, en el registro de patentes y en la inversión en investigación y desarrollo (I+D), es Brasil.

En este contexto, los datos generales de desempeño apuntan a una escasa participación de México en la PCCP. La solicitud y la concesión de patentes en el país a mexicanos, se ha incrementado escasamente. Las solicitudes de patentes pasaron de 553 en 1993, a 1334 en el 2017, un poco más del doble. En este mismo periodo, las concesiones de patentes fueron de 343 en 1993 y 407 en el 2017 (IMPI, 2018). Si consideramos un periodo más amplio, tenemos que entre 1970 y el 2015 las patentes de extranjeros en México fueron 9514, mientras que las patentes de mexicanos en el país fueron solamente 305. Otro dato importante es la concentración de la solicitud y otorgamiento de patentes en la Ciudad de México, que tiene el liderazgo, seguido en años recientes por Jalisco. Entre 1980 y el 2015, las patentes académicas cuya propiedad era de universidades públicas constituían el 89%, y el 11% pertenecían a universidades privadas (Aboites y Díaz, 2018).

Los datos muestran una dimensión importante del fenómeno del patentamiento, que no es una actividad relevante en el país. ¿Cómo participan las universidades en esta tendencia? Estudios previos han mostrado cómo en los últimos años ha ido variando el patrón de patentamiento de las IES y los Centros e Institutos Públicos de Investigación (CPI). En la década de los ochenta y hasta la firma del Tratado de Libre Comercio, el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) era por mucho la institución con el mayor número de patentes, con un total de 706. En esta época, las universidades privadas tenían una mínima participación. En términos porcentuales el conjunto de patentes propiedad de las IES en el país, el IMP tenía el 79% de las patentes, el 20% eran de instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Autó-

noma Metropolitana (UAM) y el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV), y las universidades privadas tenían menos del 1 por ciento. Entre 1994 y el 2017, el IMP disminuye todavía más su participación, se fortalecen las principales universidades públicas del país, y emergen con fuerza las universidades privadas como el ITESM que lidera este patrón de actividad, pasando de tres patentes en los periodos previos a 85 en el último periodo (Aboites y Díaz, 2018). Soria (2019) ha identificado un crecimiento de un 600% en la solicitud de patentes universitarias entre 1991 y 2018, mientras la participación de inventores académicos en esas patentes se ha incrementado en más de 1000% volviendo más numerosos los grupos de inventores que las crean. Los datos seleccionados [98 patentes del año 2020 = 100%] sobre las organizaciones mexicanas de I+D con más patentes en México indican que es mayor el volumen (83 = 85%) de patentes domésticas concedidas a las universidades públicas (UNAM, IPN, UANL, etc.), comparado al volumen (15 = 15%) registrado los institutos públicos y privados de I+D. En efecto, mientras el IMP registró hasta hace dos décadas el mayor volumen de patentes durante los años noventa, en esta muestra anual actualizada registra menos de una decena de patentes (7 = 7%). En suma, actualmente persiste un mayor desempeño en la PCCP de las universidades de I+D versus los institutos de I+D.

Este fenómeno está acompañado del surgimiento de estructuras universitarias de apoyo para registrar patentes como oficinas de transferencia de tecnología, así como incentivos institucionales a la actividad, y recursos económicos federales para la misma. Sin embargo, se identifican escasos casos de éxito que concluyan en ingresos económicos adicionales para las universidades, pero hay estudios que señalan los beneficios de la PCCP. Por ejemplo, se ha identificado que esta actividad está asociada a una mayor calidad de la docencia y la investigación, y la participación de estudiantes de licenciatura y posgrado también son factores relevantes en la PCCP (Díaz y Alarcón, 2018), lo que genera efectos benéficos en otras actividades de investigación. Otros estudios ejemplifican que el patentamiento no afecta la productividad en investigación, ya que aquellos que se dedican a esta tarea son los profesores líderes en su campo (Aboites y Díaz, 2015). La evidencia contextual permite identificar características de la PCCP en las IES mexicanas. La participación de las universidades sigue siendo escasa, hay un fuerte incremento del patentamiento extranjero en el país, el patentamiento académico nacional está concentrado principalmente en la Ciudad de México, y esta actividad genera beneficios adicionales a la transferencia de conocimiento a la industria, por lo que es un fenómeno relevante que da cuenta de la diversidad de actividades en las IES. Estas actividades, relativamente recientes, han desarrollado la tercera misión de la universidad.

Patentamiento académico y la tercera misión de la universidad

La perspectiva de la tercera misión de la universidad conceptualiza a la institución abierta, comunicada y articulada con los diversos problemas, asuntos, y tareas en la sociedad. Esta visión incluye mecanismos de transferencia de conocimiento y tecnología, vinculación social y cultural en un sentido amplio. Este debate es una constante en la discusión sobre el alcance de las IES y cómo se articulan para el logro de objetivos más allá de los puramente académicos (Laredo, 2007). Se ha estudiado de manera importante el rol que tienen las universidades en la construcción de la sociedad del conocimiento, tanto por la formación de profesionales altamente calificados, como por la generación de ciencia y tecnología (Frank *et al.*, 2007). La generación de conocimiento, la articulación hacia problemas sociales específicos y la transferencia del conocimiento hacia las empresas, y a la sociedad en general, cobran enorme relevancia. Se enfatiza la responsabilidad social de la universidad como productora de conocimiento, y que la generación de éste es relevante para todos los sectores e implica un proceso de intercambio sistemático entre universidad y sociedad (Nowotny *et al.*, 2003). Esta visión incluye la transferencia de ciencia y tecnología a la empresa como un mecanismo de ingreso de recursos, de vinculación y de atención de demandas específicas del sector productivo. Las patentes otorgan un derecho exclusivo a los propietarios para obtener recursos económicos a partir del uso del conocimiento. La patente es además producto de procesos de investigación y se caracteriza por su altura inventiva, novedad internacional y potencial explotación comercial.

Un tipo particular de patentes, son las académicas definidas como aquellas en las que participan profesores investigadores de las IES. Balconi *et al.* (2004) definen como patente académica tanto a aquellas en donde participa un investigador universitario en el equipo de inventores, y a las que son propiedad de la universidad. Esto significa que las patentes académicas se distinguen principalmente porque hay participación de investigadores, académicos y/o profesores que pertenecen a alguna institución de educación superior (IES). La propiedad de la patente puede ser de la universidad, de una empresa u otro tipo de organización.

Es importante señalar que la patente tiene una doble naturaleza, el conocimiento protegido puede transferirse y explotarse comercialmente, pero también el conocimiento creado puede difundirse y generar aprendizajes. Esto quiere decir que el monopolio para su explotación comercial por el propietario o por un tercero, no excluye que se pueda usar para generar nuevo conocimiento, para la docencia y para la investigación. Esta doble función de un instrumento de transferencia de conocimiento vuelve pertinente su análisis en el marco de la docencia y la investigación universitarias.

En este contexto, la reflexión obligada es si la universidad debe contribuir a la PCCP y por qué, ya que es una actividad que requiere de infraestructura, recursos humanos, económicos y regulaciones adecuadas. Los críticos señalan que esta actividad puede distraer y disminuir la calidad en la docencia y en la investigación tradicional (Baldini, 2006). Sin embargo, desde hace algunas décadas se identifican perspectivas que plantean la pertinencia de estas actividades en las IES, ya que enriquecen y fortalecen las actividades de investigación y docencia (Perkman *et al.*, 2013). Estas perspectivas pueden integrarse en lo que se ha llamado tercera misión de la universidad. La tercera misión se define como la orientación de las universidades hacia la sociedad para resolver problemas, atender demandas, y hacer más relevantes sus actividades. Esta orientación va en dos sentidos, de la universidad hacia la sociedad y viceversa. Se identifican diferentes vertientes en esta misión. Una de ellas focaliza las actividades de transferencia de tecnología y conocimiento hacia las empresas (Etzkowitz *et al.*, 2000; Bueno y Casani, 2007). Estos acercamientos subrayan la importancia de la investigación por contrato, y las actividades de servicios empresariales que, al generar recursos, permiten una nueva composición del presupuesto universitario (Schulte, 2004). Otros enfoques enfatizan la contribución de las universidades al desarrollo social y económico de las regiones en donde se localizan. El compromiso con las comunidades cercanas a las IES es un elemento central de esta perspectiva (Saad y Zawdie, 2011; Loi y Di Guardo, 2015). Las perspectivas que explican la tercera misión abarcan una diversidad de actividades que incluyen desde las funciones tradicionales que ocurren en una universidad abierta, la orientación hacia problemas sociales, pero también actividades de comercialización, entre otras (Loi y Di Guardo, 2015).

Una gran interrogante ha sido si la PCCP impulsa la tercera misión o conduce a la privatización del conocimiento universitario. Esta reflexión se realiza a partir de los datos recolectados en esta investigación. En la siguiente sección se describe la metodología de la investigación y algunos de los resultados más relevantes en relación a las principales universidades con procesos de producción de conocimiento codificado en patentes, los inventores que participan y las motivaciones que tienen para hacerlo, entre otros elementos.

Metodología

Este trabajo es parte del proyecto CONACYT CB 2015 “Producción, gestión y difusión de patentes por las Instituciones de Educación Superior (IES) de la Ciudad de México, 1980-2016”, y se centra en el análisis de las IES de la capital del país, ya que concentran casi el 90% de las patentes académicas mexicanas.

La metodología del proyecto contempló tres fases: la elaboración de bases de datos a partir de la búsqueda de patentes cuya propiedad fuera de universidades mexicanas en el Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual (IMPI), en la United States Patent and Trademark Office (USPTO), y en la World Intellectual Property Organization (WIPO), para identificar aquellas patentes otorgadas bajo el Tratado de Cooperación Internacional¹ (Patent Cooperation Treaty PCT). Las bases de datos a partir de los repositorios se elaboraron en un periodo más amplio, dada la disponibilidad de información. En una segunda fase, se realizaron entrevistas a inventores seleccionados, así como a los encargados de las oficinas de transferencia de tecnología (OTT) en las universidades para identificar las barreras, procesos de conocimiento y difusión, y los principales logros en la PCCP. Una tercera fase se realizó a partir de encuestas en línea a 192 inventores que respondieron a la invitación. El marco muestral se derivó de la identificación de todos los académicos que tenían patentes cuya propiedad era de alguna universidad en la base de datos elaborada en la primera fase. La tasa de respuesta fue del 14% de un universo real de inventores de 1350, esto es 192 encuestas de los inventores identificados entre 1980 y el 2016.

La actividad inventiva en las universidades mexicanas

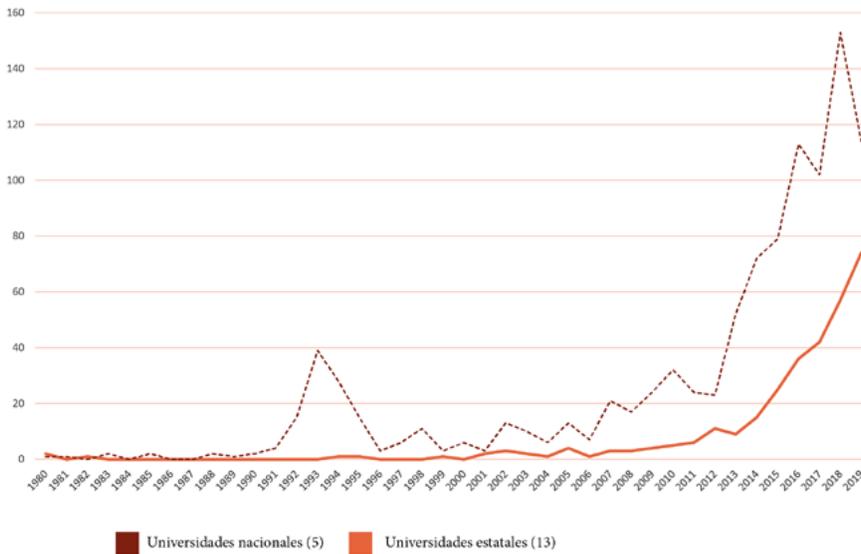
En este apartado se describen las principales características de la PCCP en las universidades de la Ciudad de México. Los resultados se analizan considerando dos ejes: El primero se centra en la descripción de las características de la PCCP como la participación de las universidades líderes en el patentamiento, los campos tecnológicos en los que se clasifica el conocimiento creado, y algunas características de este proceso. El segundo eje aborda dos aspectos, las dificultades para patentar y las motivaciones de los inventores para iniciar procesos de PCCP. Ambos ejes se analizan desde la perspectiva de la tercera misión de la universidad.

(1) Características de la PCCP en las universidades mexicanas

Una primera descripción para seleccionar a las universidades líderes en patentamiento se realizó a partir de los repositorios de patentes del IMPI. En el IMPI se exploraron las patentes otorgadas entre 1976 y el 2016 a universidades mexicanas. Esta búsqueda permitió identificar a aquellas instituciones académicas líderes que son, en orden de importancia, la UNAM, el CINVESTAV, el ITESM, la UAM, el IPN y algunas universidades públicas estatales. Estas universidades concentran el 88% del patentamiento académico del país, así como los recursos para investigación y desarrollo (I+D). En la Gráfica 1 se observa la trayectoria de patentamiento de

estas universidades. Algunas IES, como la UNAM y el CINVESTAV, inician su trayectoria inventiva desde mediados de los ochenta. Otras, como el ITESM, aparecen de manera más reciente, probablemente de manera paralela al establecimiento de los incentivos y programas federales que promueven el patentamiento. Se puede observar también que pocas IES tienen una trayectoria continua, y que es a partir del 2001 cuando hay una actividad inventiva más sistemática.

Concesión de patentes a las universidades mexicanas en México, 1980-2019



Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, México, 2020.

En el Cuadro 1 se describen las patentes concedidas a las universidades en dos periodos. El primero, de 1980 a 1998 y el segundo de 1980 al 2017. En el primer periodo la UNAM tiene la primera posición con el 52.6% de las patentes otorgadas en México, la UAM tiene la segunda posición con el 19.7%, y el CINVESTAV el tercer lugar con 17.5%. Cabe notar que el ITESM apenas llega al 0.7% y las universidades estatales apenas figuran con un 4.4 por ciento. Este patrón cambia en el periodo siguiente, y se puede conjeturar que este cambio está asociado a las nuevas regulaciones e incentivos federales, y en algunos casos estatales, que promueven la vinculación con el sector privado, la transferencia de tecnología, la protección

de patentes, etc. Entre 1999 y el 2017, la UNAM sigue a la cabeza con el 24.3%, en segundo lugar está el CINVESTAV con el 19.8%, y en tercer lugar queda el ITESM, con un 14.9 por ciento. Otro cambio interesante tiene que ver con la participación de las universidades estatales, las cuales incrementan la PCCP hasta llegar al 20.4 por ciento. En el caso de Jalisco, donde se ubica la Universidad de Guadalajara, los apoyos del gobierno estatal que se articulan con los del gobierno federal para promover la cultura de la propiedad intelectual, a lo largo de 18 años, pueden explicar el relevante crecimiento (Díaz, 2019). La UAM queda en el cuarto lugar de todo el periodo, y el IPN en el quinto.

Cuadro 1. México: Concesión de patentes académicas a las universidades mexicanas, 1980-2019 (Número y porcentaje por subperiodo)

Universidades		1980-1999		2000-2019		Total	
		#	%	#	%	#	%
1	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	73	5.5	275	20.7	348	26.2
2	Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV)	27	2.0	227	17.1	254	19.1
3	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM)	1	0.1	157	11.8	158	11.9
4	Instituto Politécnico Nacional (IPN)	7	0.5	129	9.7	136	10.2
5	Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)	27	2.0	96	7.2	123	9.3
6	Universidades Estatales	6	0.5	303	22.8	309	23.3
Total		141	10.6	1187	89.4	1328	100

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, México, 2020.

La PCCP de las universidades se ha financiado, principalmente, a través de fondos públicos federales, como los provenientes de los diferentes programas del CONACYT. La UNAM reporta que en el 72.6% de los casos tuvo acceso a financiamiento de este tipo, el IPN en un 75.6%, el CINVESTAV el 68.2%, el ITESM el 28.6%, la UAM el 85.7% y las universidades estatales el 66.6 por ciento. Solo la UNAM (4.8%) y el IPN (2.2%) realizan estas actividades con recursos propios. El CINVESTAV y el ITESM tuvieron acceso a fondos empresariales, el primero en un 4.5%, y el segundo un 33.3 por ciento. El ITESM tiene la menor proporción de recursos públicos, y la mayor participación de recursos privados. Esta distribución puede sugerir una vinculación más estrecha con empresas. Lo que posiciona a esta universidad privada en una relación de este tipo con el sector privado, principalmente con fines de comercialización.

Las patentes universitarias se caracterizan también por ser patentes nacionales en 68.2% de los casos, internacionales (registradas en una oficina de patentes en otro país o países) 5.7%, y ambas (nacionales e internacionales), el 26 por ciento. Esta distribución sugiere que en 26% de las patentes universitarias, se ven con posibilidades de llegar a mercados internacionales por lo que se busca su protección en varios países. Otras características de la PCCP académica son las siguientes: 84.9% de los inventores que participan en ellas son o han sido miembros del SNI, por lo que se trata de investigadores de alto nivel. El 65% de las patentes integró a estudiantes de algún posgrado del CONACYT, y 68.2% de los inventores tiene además estímulos o becas de su propia universidad para la producción de conocimiento científico y tecnológico. Estos datos permiten sugerir que los incentivos económicos (fondos federales y universitarios) han tenido un papel relevante en el incremento del patentamiento académico en el periodo estudiado.

En relación a las especialidades tecnológicas en las que patentan las universidades, se identificó que por lo general lo hacen en campos tradicionales (Hall, Jaffe y Trajtenberg, 2001). Estos autores diferencian a las patentes entre aquellas que ocurren en campos modernos como la medicina, biotecnología de tercer nivel, la genética, y el cómputo; y los campos tradicionales, donde se incluyen disciplinas como la química y la mecánica. Esta diferenciación es relevante dado que muestran si el conocimiento generado es de punta u ocurre en campos más maduros.

De acuerdo con los hallazgos de la encuesta, se puede observar en el Cuadro 2 que las universidades mexicanas son propietarias de patentes principalmente en el campo de la química, encabezadas por la UAM, el CINVESTAV y la UNAM. En segundo lugar, y en mucha menor proporción, se identifican las aportaciones a un campo de conocimiento moderno como serían los medicamentos, aplicaciones médicas, diagnóstico y cirugía. En este campo, la UNAM encabeza la lista con 19.2%, seguida por el CINVESTAV 19.1%, y la UAM con 18.1 por ciento. Se destaca también el ITESM que, aunque con una participación más emergente, tiene patentes en el área de cómputo y comunicación con 15.4%, lo que permite sugerir que aún con una participación más reciente en la producción de patentes académicas, se ha orientado a desarrollar conocimientos más valorados en el mercado, generando capacidades importantes en el cómputo.

En Nanotecnología solo se identifica la participación tangencial de la UNAM con 0.8% de las patentes, y las universidades estatales con un 1.2%. La nanotecnología es un campo emergente, moderno. Los datos sugieren que las universidades están incursionando en esa área de conocimiento de manera reciente. En general, se puede señalar que la participación en PCCP de las universidades mexicanas ocurre principalmente en campos más tradicionales por lo que no se observa liderazgo en áreas de frontera más que de manera lateral.

Concesión de patentes a las universidades mexicanas en México por campo tecnológico, 1980-2019 (Número y porcentaje)

Campo tecnológico	UNAM		CINVESTAV		ITESM		IPN		UAM		Universidades Estatales		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
1 Química	80	23.0	50	19.7	18	11.4	21	15.4	46	37.4	60	19.4	275	20.7
2 Medicamentos, aplicaciones médicas, diagnóstico, cirugía	74	21.3	56	22.0	31	19.6	23	16.9	21	17.1	69	22.3	274	20.6
3 Microorganismos, enzimas, biológicos	50	14.4	41	16.1	15	9.5	12	8.8	16	13.0	27	8.7	161	12.1
4 Electricidad, electrónica	26	7.5	19	7.5	4	2.5	17	12.5	7	5.7	26	8.4	99	7.5
5 Controles, instrumentos	20	5.7	25	9.8	5	3.2	16	11.8	6	4.9	15	4.9	87	6.6
6 Maquinaria, equipo, aparatos y herramienta	21	6.0	4	1.6	23	14.6	8	5.9	7	5.7	23	7.4	86	6.5
7 Alimentos	11	3.2	22	8.7	10	6.3	10	7.4	8	6.5	20	6.5	81	6.1
8 Cómputo, comunicación	7	2.0	18	7.1	19	12	12	8.8		0.0	24	7.8	80	6.0
9 Agricultura, Silvicultura, Ganadería, Pesca	12	3.4	9	3.5	5	3.2	6	4.4	2	1.6	23	7.4	57	4.3
10 Energía Solar	20	5.7	5	2.0	14	8.9	5	3.7		0.0	3	1.0	47	3.5
11 Tratamiento de aguas	13	3.7	2	0.8		0.0	4	2.9	8	6.5	8	2.6	35	2.6
12 Construcción, infraestructura	6	1.7	2	0.8	9	5.7	1	0.7		0.0	2	0.6	20	1.5
14 Nanotecnología	6	1.7		0.0	1	0.6		0.0		0.0	4	1.3	11	0.8
13 Otros	2	0.6	1	0.4	4	2.5	1	0.7	2	1.6	5	1.6	15	1.1
Total	348	100	254	100	158	100	136	100	123	100	309	100	1328	100

Fuente: Elaboración propia con base en Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, México, 2020.

(II) Motivaciones y dificultades en la producción de conocimiento codificado en patentes

En México, la PCCP es un fenómeno relativamente reciente. Los datos evidencian que a partir de los ochenta, las universidades realizan una actividad inventiva de manera más sistemática. Esto sugiere que la participación del país en la dinámica de la llamada Economía del Conocimiento es escasa y muy relativa. La evidencia permite conjeturar también que estas actividades sí muestran una mayor orientación hacia el mercado, pero también hacia la resolución de problemas sociales, por lo que la tercera misión de las universidades mexicanas se está desarrollando más sistemáticamente. Además, si se analizan las motivaciones de los inventores para iniciar procesos de patentamiento, éstas poco tienen que ver con razones comerciales, venta de conocimiento o transferencia de tecnología a las empresas. Algunos estudios señalan que la colaboración universidad-industria está motivada por intereses científicos, esto es, se busca generar conocimientos principalmente (Perkman *et al.*, 2013), mientras que las actividades de comercialización están motivadas por cuestiones monetarias (D'Este y Perkman, 2011). Esto es, generar ingresos tanto para la universidad como para el investigador.

En el Cuadro 3 se presentan las motivaciones que los inventores encuestados reportan. Se puede observar que lo que se menciona como motivación principal, con un 84.4% de respuestas, es solucionar problemas sociales con la finalidad de generar bienestar colectivo, motivación claramente asociada al modo 3 de conocimiento y a la tercera misión. En segundo lugar, está solucionar problemas tecnológicos con un 82.3 por ciento. En esta respuesta se observa el interés de los investigadores porque sus resultados de investigación sean útiles para la industria, también abona claramente a la tercera misión. En tercer lugar, la motivación que se reporta es el reconocimiento académico-económico asociado más a la reputación de la investigación. En esta pregunta, se incluye tanto la búsqueda de prestigio como investigador y los incentivos que se reciben por productividad. Esta motivación se reporta en el 52.6% de los casos. En el Cuadro también se describen las que consideran que no son motivaciones para iniciar PCCP. La primera es la búsqueda de beneficio económico como regalías derivadas de contratos de licenciamiento de las patentes (57.8%). La segunda, que no se considera como motivación, es el reconocimiento académico-social (52.1%), y la tercera, es el reconocimiento académico-económico (47.4 por ciento). En términos generales lo que sugieren los datos es que los PCCP no tienen como principal interés el comercial, sino el bienestar social, la solución de retos tecnológicos y el reconocimiento institucional.

Cuadro 3. Motivaciones de los inventores para patentar

	Concepto	Sí		No	
		#	%	#	%
1	Solucionar problemas tecnológicos: inventar algo para la industria	158	82.3	34	17.7
2	Solucionar problemas sociales: bienestar colectivo	162	84.4	30	15.6
3	Reconocimiento académico-social: como el inventor de una patente	92	47.9	100	52.1
4	Reconocimiento académico-económico: sistema de incentivos a investigación	101	52.6	91	47.4
5	Beneficio económico: regalías	81	42.2	111	57.8

Fuente: Encuesta a Inventores de las universidades nacionales de la Ciudad de México, 2018.

Este hallazgo es más robusto cuando se analiza el porcentaje de las patentes propiedad de las universidades que han tenido o tienen ingresos por regalías y/o vinculación con empresas. Los datos muestran que es mínimo el ingreso. Por ejemplo, solo 36.5% de las solicitudes de patentes de los inventores encuestados, reportan tener proyectos de vinculación empresa-universidad que enmarcan los PCCP. Por otro lado, cuando se indaga por el porcentaje de las patentes que se han transferido a las empresas, y tienen contratos para el pago de regalías a la universidad, el porcentaje baja hasta el 12.5 por ciento. El porcentaje se reduce todavía más cuando se indaga por la obtención de regalías por parte de los inventores, solo 6.8% de los encuestados reporta recibir regalías, alrededor de 13 inventores de 192. Los datos sugieren que el PCCP en el país tiene pocos visos de comercialización, y muestra más una incipiente vinculación universidad-empresa en donde, generalmente, el inicio del proyecto no está dado por una necesidad en el sector productivo sino por un interés científico de los inventores, lo que otros estudios denominan compromiso académico (Perkman *et al.*, 2013).

En el Cuadro 4 se describen las dificultades que los inventores reportan en el proceso de patentamiento. La mayor dificultad es la falta de fuentes financieras para I+D, ya que las universidades operan con escasos recursos para esa actividad. En segundo lugar se menciona, muy asociada a la anterior, la adquisición de equipo e insumos estratégicos con 63%, y, en tercer lugar, la infraestructura de laboratorio, y pruebas piloto con 55.7 por ciento. Las tres principales dificultades tienen que ver con las carencias que tienen las universidades para estas actividades que, por otro lado, son sumamente costosas.

Se han documentado casos específicos, en donde los acuerdos de colaboración universidad-empresa implican la creación y equipamiento de laboratorios y plantas piloto, así como el apoyo para becarios, prestadores de servicio social y estudiantes

de posgrado (Díaz, 2015). En cuarto lugar, se mencionan las deficiencias en las políticas de propiedad, y transferencia del conocimiento en las universidades. Los datos sugieren nuevamente que son actividades muy especializadas que se desarrollan con enormes dificultades en las universidades del país. Por otro lado, es relevante mencionar que el acceso a becarios CONACyT no es una dificultad, por el contrario, se observa como un beneficio, ya que los PCCP se realizan en equipos con una alta participación de estudiantes, la mayoría de ellos becarios del CONACyT que se entrenan y se encargan en buena medida del funcionamiento de los laboratorios. Hay casos documentados en donde la participación de estudiantes ha liderado incluso los procesos de patentamiento, así como evidencia anecdótica de que los egresados que han participado en estos procesos han diseminado estas actividades en su vertiente comercial, de investigación, y de formación de recursos humanos (Díaz y Aboites, 2015).

Las patentes académicas y la PCCP en general, se han visto en el centro de un álgido debate, ya que se identifican al menos dos grupos con posiciones enfrentadas, aquellos a favor de impulsar estas actividades, y los que están en contra porque implica la comercialización del conocimiento producido en la universidad. Es importante señalar cómo en el caso de la UAM, y en las demás universidades estudiadas, algunos inventores académicos reportan que sí han obtenido regalías derivadas de las patentes; por el contrario, hay casos en que el conocimiento codificado en patentes ha tenido un impacto social muy relevante, sin un interés comercial de por medio (Díaz, 2019a). La evidencia de esta investigación y de investigaciones previas (Perkman *et al.*, 2013) sugiere que, más allá del debate, son actividades que implican conocimiento científico y que generan beneficios tanto para los integrantes de la universidad (académicos, estudiantes), por lo que resulta pertinente explorar su dinámica y alcance en la construcción de esta tercera función de la universidad. Un estudio reciente en universidades inglesas señala que tanto en las universidades más tradicionales como en las modernas hay un beneficio importante para la investigación y para la docencia de la relación entre la universidad y la empresa, específicamente cuando se evalúa el ingreso obtenido por patentes y su licenciamiento a terceros (Degl'Innocenti *et al.*, 2019). Sin embargo, también hay estudios —en particular para el caso español— que señalan la dificultad de cumplir a cabalidad y con calidad las tres misiones, docencia, investigación y vinculación con el sector privado y social, ya que las universidades no cuentan con las condiciones necesarias para hacerlo. En el caso de las universidades mexicanas estudiadas, podemos observar indicios de estas actividades en el patentamiento creciente y el licenciamiento escaso. Sin embargo, están concentradas en pocas universidades, y el

desarrollo de las mismas es muy diverso. En general, no se observa que la tercera misión se haya consolidado e integrado a la docencia y la investigación. Esto será una tarea pendiente.

Cuadro 4. Dificultades en el proceso de patentamiento

	Concepto	Sí		No	
		#	%	#	%
1	Gestión administrativa de la oficina responsable de patentes	93	48.4	99	51.6
2	Ejecución de políticas de propiedad y transferencia de conocimiento	99	51.6	93	48.4
3	Fuentes financieras; aportación y control de fondos de I+D	134	69.8	58	30.2
4	Infraestructura de laboratorio y pruebas piloto	107	55.7	85	44.3
5	Adquisición de equipo e insumos estratégicos	122	63.5	70	36.5
6	Asesoría de propiedad intelectual y transferencia de tecnología	85	44.3	107	55.7
7	Contratación de expertos o asesoría externa para la el Proyecto de I+D	95	49.5	97	50.5
8	Disponibilidad de becarios CONACYT	57	29.7	135	70.3

Fuente: Encuesta a Inventores de las universidades nacionales de la Ciudad de México, 2018.

Conclusiones

La investigación presentada analiza la PCCP en las universidades líderes en el país como parte de las actividades asociadas a la tercera misión. Algunas de las preguntas que guiaron la exploración son: ¿Cuáles son las principales universidades mexicanas que registran actividad inventiva? ¿Qué características tiene la producción de conocimiento codificado en patentes en las universidades mexicanas? ¿Han cambiado en casi cuatro décadas los patrones de patentamiento de las universidades? ¿Cuáles son los factores que explican el escaso patentamiento en las IES? ¿Se fortalece la tercera misión de la universidad a través de la PCCP? ¿Cómo se relaciona la PCCP con la investigación y la docencia universitaria? La evidencia presentada muestra que la PCCP está concentrada donde se identifican mayores recursos para I+D, esto es, las universidades consolidadas localizadas en la Ciudad de México, principalmente públicas, a excepción del ITESM. El conocimiento que generan se ubica principalmente en campos tradicionales, por lo que se puede sugerir que no son instituciones que produzcan conocimiento de frontera, aun cuando una patente implica un conocimiento de potencial uso industrial y de altura inventiva a nivel internacional. Los patrones de patentamiento han ido cambiando, ya que han surgido nuevos actores como el ITESM que empieza una fuerte actividad en el área de cómputo y comunicaciones, a partir de la segunda mitad de los

noventa, principalmente. Este incremento en el patentamiento del Tecnológico de Monterrey puede estar asociado a los incentivos gubernamentales para la actividad así como a las condiciones específicas del sector privado en las entidades donde se localiza. Algunos de los factores que explican el escaso patentamiento en las universidades mexicanas tienen que ver con la falta de recursos económicos que implica contar con infraestructura, laboratorios, equipos, personal especializado en gestión tecnológica, entre otros. Uno de los efectos importantes de la PCCP es la incorporación de los equipos de becarios CONACyT. La actividad de patentamiento en las universidades mexicanas es reciente y escasa, se ha constituido sobre todo como parte de la oferta de conocimiento que se genera en las IES, más que como procesos intencionales de vinculación universidad-empresa. No se observa intención de comercializar u obtener recursos económicos para el investigador, pero sí un interés importante por prestigio, producir beneficios sociales e industriales. La tercera misión como actividad universitaria en el ámbito de la PCCP está en proceso de construcción. Sin embargo, los estudios identificados muestran los beneficios de esta tercera misión tanto para la docencia como para la investigación. Finalmente, hay que señalar que en el país se han realizado escasos estudios sobre patentamiento académico, tanto por lo incipiente de la actividad como por la lateralidad que implica todavía el estudio de la tercera misión. Sin embargo, la investigación resulta fundamental para repensar el rol de la universidad en la sociedad.

Notas

1. El Patent Cooperation Treaty (PCT por sus siglas en inglés) alude al proceso por el que los solicitantes piden protección del conocimiento en varios países de manera simultánea a través de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, <https://www.wipo.int/pct/en/> consultado el 14 de marzo de 2021.

Referencias

- Aboites, J., y Díaz, C. (2018). Auge y declinación en la producción de conocimiento codificado en patentes en el IMP. *Innovación*, núm. 1.
- , (2015). *Inventores y patentes académicas: la experiencia de la Universidad Autónoma Metropolitana*. Siglo XXI Editores/Universidad Autónoma Metropolitana.
- 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), 127-145.

- Baldini, N. (2006). University patenting and licensing activity: a review of the literature. En *Research evaluation*, 15(3), 197-207.
- Bueno, E., y Casani, F. (2007). La tercera misión de la universidad. Enfoques e indicadores básicos para su evaluación. En *Economía Industrial*, núm. 366, 43-59.
- Clark, B. R. (2008). *On Higher Education. Selected Writings 1956-2006*. The Johns Hopkins University Press.
- Crespi, G., y Dutrénit, G. (2013). *Políticas de CTel para el desarrollo: La experiencia latinoamericana*. FCCYT/LALICS.
- David, P. A., y Foray, D. (2002). Fundamentos económicos de la sociedad del conocimiento. En *Comercio exterior*, 52(6), 472-490.
- Degl'Innocenti, M., Matousek, R., y Tzeremes, N. G. (2019). The interconnections of academic research and universities “third mission”: Evidence from the UK. En *Research Policy*, 48(9), 103793.
- Díaz, C. (2015). Flexibilidad y autonomía en la generación de conocimiento: la experiencia de la UAM-Iztapalapa. En Aboites, J., y Díaz, C. Díaz. (2015). *Inventores y patentes académicas: la experiencia de la Universidad Autónoma Metropolitana*, 154-271. Siglo XXI Editores/Universidad Autónoma Metropolitana.
- , (2019). Ciencia, tecnología e innovación: retos estratégicos de Jalisco. En A. Acosta (ed.). *Jalisco a futuro 2018-2030. Construyendo el porvenir*, Vol. I, 282-336. Ediciones Universidad de Guadalajara.
- , (2019a). Emprendurismo académico: los inventores de la UAM. En Calderón, G., Díaz, C., Jaso, M, Sampedro, J.L. *Aproximaciones a la universidad emprendedora en México*, 51-86. UAM-Cuajimalpa.
- Díaz, C. y Alarcón Osuna, M. A. (2018). Ciencia, tecnología e innovación en México: un análisis de la política pública. En *Cuadernos de trabajo de estudios regionales en economía, población y desarrollo*, Vol. 47, UACJ.
- Díaz, C. y J. Aboites (2015). Patentes académicas en el ámbito de la salud. La experiencia de la UAM-Xochimilco. En Aboites, J., y Díaz, C. Díaz. (2015). *Inventores y patentes académicas: la experiencia de la Universidad Autónoma Metropolitana*, 312-360. Siglo XXI Editores/Universidad Autónoma Metropolitana.
- D'Este, P., y Perkmann, M. (2011). Why do academics engage with industry? The entrepreneurial university and individual motivations. En *The Journal of Technology Transfer*, 36(3), 316-339.
- Etzkowitz, H., Webster, A., Gebhardt, C., y Terra, B. (2000). The Future of the University and the University of the Future: Evolution of Ivory Tower to Entrepreneurial Paradigm. En *Research Policy*, 29(2), 313-330.

- Frank, D. J., y Meyer, J. W. (2007). University expansion and the knowledge society. En *Theory and society*, 36(4), 287-311.
- Fresán O., M (2004). La extensión universitaria y la universidad pública. En *Reencuentro*. Análisis de problemas universitarios, Núm. 39, 47-54.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., y Trow, M. (1997). Evolución de la producción de conocimiento. *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*, 1-20. Pomares-Corredor S.A.
- Grimaldi, R., Kenney, M., Siegel, D.S., y Wright, M. (2011). 30 Years after Bayh Dole: Reassessing Academic Entrepreneurship. En *Research Policy*, 40(8), 1045-1057.
- Hall, B. H., Jaffe, A. B., y Trajtenberg, M. (2001). The NBER patent citation data file: Lessons, insights and methodological tools. *National Bureau of Economic Research*. Núm. w8498
- IMPI (2018). Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. Búsqueda especializada del Sistema de Información, *Gaceta de la Propiedad Industrial*. Recuperado el 10 de diciembre de 2018 de: <https://siga.impi.gob.mx/newSIGA/content/common/principal.jsf>
- , (2021). IMPI en Cifras 2020: 1993 a septiembre 2020. <https://www.gob.mx/impi/documentos/instituto-mexicano-de-la-propiedad-industrial-en-cifras-imp-i-en-cifras>.
- Laredo, P. (2007). Revisiting the third mission of universities: Toward a renewed categorization of university activities? En *Higher education policy*, 20(4), 441-456.
- Loi, M., y Di Guardo, M. C. (2015). The Third Mission of Universities: An Investigation of the Espoused Values. En *Science and Public Policy*, 42(6), 855-870.
- Martin, B. R. (2012). The evolution of science policy and innovation studies. En *Research policy*, 41(7), 1219-1239.
- Mowery, D. C. (2005). The Bayh-Dole Act and High-Technology Entrepreneurship in U.S. Universities: Chicken, Egg, or Something Else. En *University Entrepreneurship and Technology Transfer: Process, Design and Intellectual Property*. Gary D. Libecap, ed., pp.39-68. Elsevier.
- Nowotny, H., Scott, P., y Gibbons, M. (2003). Mode 2 Revisited: The New Production of Knowledge. En *Minerva*, 41(3), 179-194.
- Perkmann, M., Tartari, V., McKelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'Este, P., y Krabel, S. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university–industry relations. En *Research policy*, 42(2), 423-442.

- Rhoades, G., y Slaughter, S. (2004). Academic capitalism in the new economy: Challenges and choices. En *American academic*, 1(1), 37-59.
- Saad, M., y Zawdie, G. (2011). Introduction to Special Issue: The Emerging Role of Universities in Socio-Economic Development through Knowledge Networking. En *Science and Public Policy*, 38(1), 3-6.
- Sánchez-Barrioluengo, M. (2014). Articulating the ‘three-missions’ in Spanish universities. En *Research Policy*, 43(10), 1760-1773.
- Schulte, P. (2004). The entrepreneurial university: a strategy for institutional development. En *Higher education in Europe*, 29(2), 187-191.
- Soria, M. (2019). Misión social y patentes universitarias en México, 1991-2015. En G. Calderón, C. Díaz, M. Jaso, y J. Sampedro (eds.). *Aproximaciones a la universidad emprendedora en México*. UAM-Cuajimalpa.
- UNESCO (2015). *Informe de la UNESCO sobre la ciencia. Hacia 2030. Resumen*, 1-45.
- United States Code (USC). (1980). Patent Rights in Inventions Made with Federal Assistance. *Legal Information Institute*. Título 35, parte II, capítulo 18, 200-212, recuperado el 14 de febrero de 2021 de: <https://www.law.cornell.edu/uscode/text/35/part-II/chapter-18>
- World Intellectual Property Organization (WIPO) (2018). *World Intellectual Property Indicators 2018*.