

GENERACIÓN DE CAPACIDADES Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO EN UNA ORGANIZACIÓN PÚBLICA DE INVESTIGACIÓN EN EL ÁREA DE LA BIOMEDICINA EN MÉXICO

ARTURO TORRES VARGAS

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento de Producción Económica, México
atvargas@hotmail.com

JAVIER JASSO VILLAZUL

Universidad Nacional Autónoma de México, FCA. México
cursoenlinea72@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo busca contribuir al estudio de la vinculación universidad-empresa, centrándose en los procesos de generación y transferencia de conocimiento. El objetivo es mostrar el papel que tiene la generación de capacidades científicas e inventivas en las organizaciones públicas de investigación (OPI)¹, a efecto de comprender cómo puede impulsarse una vinculación efectiva entre éstas y las empresas para crear y desarrollar productos innovadores mediante la transferencia de tecnología.

Se analiza una OPI mexicana en el área de la biomedicina, que es del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIB-UNAM). Esta OPI destaca por su relevante generación de capacidades científicas e inventivas. Se muestra que para que el conocimiento creado en las OPI se transfiera para generar nuevos productos y/o procesos comercializables, es crucial el esfuerzo de las instituciones educativas y de investigación, el de las unidades de interfase, así como la existencia de empresas emprendedoras que acojan la innovación como un factor crucial dentro de su estrategia de negocios, capaces de identificar y utilizar capacidades de las OPI.

Palabras clave: Capacidades, transferencia de conocimiento, organizaciones públicas de investigación, biomedicina, México.

¹ Este término engloba a las universidades y los centros públicos de investigación (CPI).

1. INTRODUCCIÓN

En México el desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en el área de la salud se ha llevado a cabo en forma lenta, a pesar de que ha tenido una gran tradición sobre todo en el siglo XX, con el inicio de las especialidades médicas (Mas, 2012).

El bajo gasto que se destina en México a la investigación y su lento desarrollo, ha impedido acortar una importante brecha existente entre las necesidades de la población en el ámbito de la salud y la realidad de la investigación y el desarrollo tecnológico realizado (Mas, 2012). La inversión en investigación en salud representa el 0.45 por ciento del gasto total en el sector, lo que contrasta con el gasto en los países industrializados, que se encuentra por encima de 1.5 por ciento (SSa, 2007).

En este contexto, las OPI están llamadas a desempeñar un papel crucial no solo como productoras de recursos humanos y generadoras de conocimiento, actividades que realizan a través de sus funciones de docencia e investigación. También están llamadas a contribuir significativamente en la expansión económica y el desarrollo social (Arocena y Sutz, 2005; Torres, et al., 2011; Maietta, 2015).

El potencial de las OPI para contribuir al desarrollo económico y social (tercera misión de la universidad) reside en su aptitud y esfuerzo para generar capacidades científicas y tecnológicas, así como para difundir el uso de las mismas. La generación de capacidades es un elemento fundamental para que el proceso de transferencia ocurra.

Basados en el IIB-UNAM, este trabajo identifica las capacidades generadas por esta OPI, y se explica en qué medida éstas han constituido una base para impulsar desarrollos tecnológicos que se orienten y usen para resolver problemas de salud.

Se indaga sobre los patrones de las actividades inventivas y de producción científica realizada por el IIB-UNAM y se ilustra el proceso de transferencia de conocimiento con resultados comercializables de esta OPI con empresas del sector farmacéutico. Se utilizan indicadores bibliométricos y de patentes para dar cuenta de la construcción de las capacidades científicas e inventivas². Para indagar el proceso de transferencia se usa un diseño cualitativo basado en entrevistas con personal de los agentes vinculados: la OPI³ y la empresa farmacéutica. Se utilizan fuentes complementarias como informes anuales, reportes internos, páginas web. La selección del IIB se deriva de estudios previos⁴, en los que destaca como una OPI relevante para ilustrar el proceso de generación y transferencia de conocimiento. El IIB-UNAM tiene una larga trayectoria (fundado en 1941) y un importante desempeño en la generación de capacidades científicas y el número de patentes creadas, dentro del contexto mexicano. Está ubicado en un sector relevante por su impacto económico y social (salud), y ha tenido algunas experiencias en la transferencia de conocimiento con potencial comercializable hacia firmas farmacéuticas mexicanas.

² La utilización de estos indicadores se basa en la premisa de que las patentes concedidas son un indicador indirecto que da cuenta del proceso de innovación realizado por las OPI, y las publicaciones científicas reflejan los resultados de la actividad científica y tecnológica.

³ En particular se entrevistó a personal de investigación del Departamento de Biología Celular y Fisiología, y de la Coordinación de Vinculación del IIB-UNAM.

⁴ Véase Torres A. y J. Jasso (2013).

El trabajo está estructurado en cinco secciones. Siguiendo a esta primera que introduce el tema, y describe la metodología, en la segunda sección se revisa el tema de la transferencia de tecnología desde la óptica de las universidades. Las secciones 3 y 4 presentan los resultados empíricos de la investigación, relativos a la potencialidad del IIB-UNAM en cuanto a las capacidades científicas e inventivas, que conforman su base para alimentar los procesos de innovación de empresas y otros agentes, y el análisis de los casos de transferencia de conocimiento. La quinta sección contiene algunas conclusiones.

2. CAPACIDADES Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO. PERSPECTIVA DESDE LAS UNIVERSIDADES

En una acepción amplia, la transferencia de conocimiento se refiere a un proceso mediante el cual la ciencia y la tecnología se difunden en las actividades humanas. El proceso de transferencia del conocimiento entre universidades e industria ocurre a través de múltiples canales, tales como formación de recursos humanos, publicaciones, movilidad de personal, contactos informales, consultoría, proyectos de I+D (conjuntos y por contrato), patentes y *spin-offs* (Cohen *et al*, 2002; Dutrénit, *et al*, 2010). Desde la perspectiva de la industria los estudios sugieren que los canales más importantes son publicaciones, derechos de propiedad intelectual, recursos humanos, proyectos conjuntos de I+D, y el establecimiento de redes (Cohen *et al*, 2002).

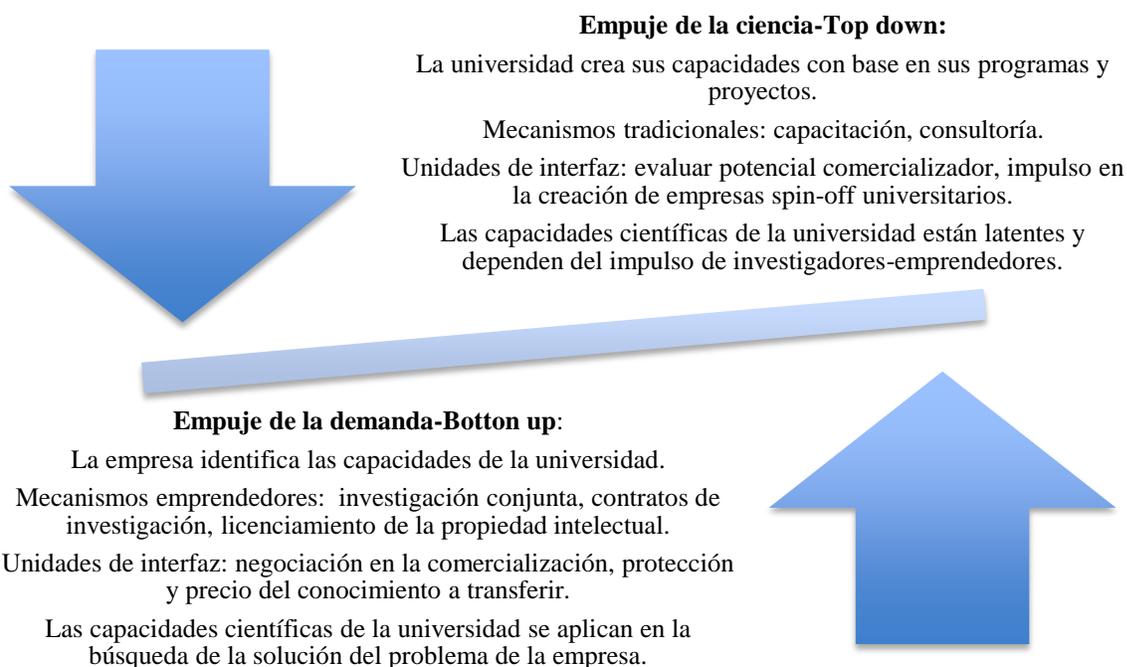
La transferencia de conocimiento y de tecnología constituye un eje relevante para impulsar el cumplimiento de la tercera misión de las universidades, ya que les permite contribuir en la solución de necesidades con impacto económico y social. La interacción de las OPI con la industria y en general con el sector productivo, es uno de los elementos cruciales del proceso de innovación. El conocimiento científico generado por los centros de investigación cada vez está más determinado por la interacción entre agentes, que usan y reinterpretan dicho conocimiento. Lo anterior es resultado de la creciente importancia y desarrollo que han adquirido las tareas de investigación en la universidad contemporánea y también es el efecto de la progresiva importancia del conocimiento como factor determinante de la competitividad internacional y del desarrollo de las economías.

En el ámbito de las actividades económicas, se habla de transferencia de tecnología, como el proceso de incorporación a una unidad productiva del conocimiento desarrollado fuera de ella. El proceso de transferencia de conocimiento de las universidades hacia los usuarios públicos y privados puede asimilarse a una cadena de valor, en la que se transita desde la investigación que se lleva a cabo en las OPI, hasta su transformación en productos o servicios nuevos o mejorados que las empresas llevarán al mercado (Testar, 2012). Sin embargo transferir conocimientos no necesariamente implica transferir tecnología, ya que existen diversos tipos de conocimiento y canales para transmitirlo.

Existen dos mecanismos en el proceso de transferencia de tecnología. El primero es aquel en el que la ciencia es una fuerza motriz de la transferencia desde el lado de las universidades (*science push*). En el segundo (*market pull*) es la demanda la que empuja el proceso (Testar, 2012). En el primer caso, el conocimiento se transmite vía la venta o licenciamiento de la propiedad de los resultados de investigación generados en las universidades. En el segundo, las modalidades principales de transferencia son la investigación por contrato, y la investigación vía proyectos conjuntos. Los canales de interrelación entre universidades y empresas pueden ser de tipo *bottom up* o *top down*, de abajo hacia arriba o de arriba hacia abajo, (véase Figura 1). El primer tipo es más espontáneo y

corresponde al caso en que actores que necesitan del conocimiento para solucionar problemas técnicos o desarrollar innovaciones se encuentran (por iniciativa propia) con actores que pueden proveer de conocimiento. El segundo o *top down* se caracteriza porque la vinculación se concreta a través de mecanismos institucionales formales y legales que proponen iniciativas para el fortalecimiento de las relaciones entre la universidad y la empresa (CEPAL, 2011). La transferencia de tecnología es un proceso mediante el cual se difunden los conocimientos y habilidades materializándose en productos, procesos o técnicas factibles de ser utilizadas, y en innovaciones que atienden alguna necesidad económica y/o social (Figura 1).

Figura 1. Universidad-Empresa. Transferencia de Conocimiento y Capacidades.



Fuente: elaboración propia

La construcción de capacidades científicas y tecnológicas implica la construcción y fortalecimiento de capacidades de investigación orientadas hacia la solución de problemas, al mismo tiempo que este proceso necesita impulsar la construcción de las capacidades generales básicas en diferentes campos (Clark *et al*, 2002). Es la fortaleza en la generación de capacidades de las OPI lo que constituye la base real para la interacción; estas capacidades alimentan o impulsan los procesos de innovación aunadas a esquemas eficientes para la transferencia de conocimientos y la formación de capital intelectual (Simmie y Strambach, 2006). En la presente investigación, las capacidades científicas abarcan aquellos aprendizajes asociados con la generación de nuevos conocimientos creados a partir del método científico para identificar y hacer frente a los problemas, en este caso relacionados con la salud.

Para que el conocimiento académico sea transferido la universidad requiere haber creado capacidades para concretar la venta o licenciamiento de cualquier forma de propiedad industrial (patentes, modelos de utilidad, marcas entre otros); la transmisión de conocimientos técnicos especializados bajo la forma de planos, manuales, fórmulas; la transmisión de conocimiento para

la adquisición, instalación y uso de maquinaria y equipo; y/o los materiales para la formación de personal, y préstamos de servicios especializados (Calcagnini y Favaretto, 2015; Testar, 2012)

Un facilitador importante en el proceso de comercialización del conocimiento científico son las oficinas de vinculación y transferencia de tecnología que dan asistencia a las universidades en la comercialización de la investigación científica, evaluando la viabilidad comercial de nuevas tecnologías, gestión y protección de la propiedad intelectual, promoviendo la asociación para la investigación con el sector de negocios, y apoyando la creación de *spin-offs* universitarios (González-Pernia et al., 2013).

3. CAPACIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS EN LA SALUD EN MÉXICO Y EN EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS-UNAM

El potencial de las OPI para contribuir en la solución de problemas de salud en México, reside en su aptitud y esfuerzo para generar capacidades científicas y tecnológicas, así como para difundir el uso de las mismas.

Capacidades en el sector salud en México

Los ámbitos de la investigación en salud abarcan dos aspectos principales (cognitivos y prácticos) que en conjunto le atribuyen a la investigación en salud una función social: i) multiplicar el conocimiento científico y ii) definir mecanismos para su aplicación en la sociedad. El primer aspecto refleja su utilidad o retorno hacia la sociedad, esto puede ocurrir a través de su difusión por diferentes medios (publicaciones, cursos, seminarios, talleres, conferencias, etc.) que a su vez permiten la generación de nuevos conocimientos o la formación de recursos humanos; el otro aspecto corresponde a la aplicación práctica de sus resultados en la prevención, mejora y solución de problemas de salud.

A nivel general la mayor parte de las investigaciones nacionales (en todos los campos y áreas) se realiza en las instituciones de educación superior (62%) seguidas por instituciones diversas del sector público (36%) e instituciones privadas (0.7%). En el área de la salud en México, entre empresas y CPI al año 2012 habían obtenido 182 patentes, 46% de CPI adscritos a universidades, 19% a CPI de la salud y 35% de empresas. Predominan las invenciones en fármacos (82%) y el restante 18% son diagnósticos y tratamientos y dispositivos médicos. Entre los fármacos predominan las vacunas. Esta especialidad tiene una base de conocimientos y científica vinculada con el tipo de patentes que se han obtenido. Así los dispositivos y artefactos están asociados con conocimientos mecánicos, eléctricos y electrónicos, los fármacos con el área químico-biológica y el de la atención, es decir con la prestación de servicios, con los diagnósticos y el tratamiento (Jasso, 2015).

Capacidades científicas e inventivas en el IIB-UNAM

El IIB-UNAM desarrolla investigaciones y apoya la formación de recursos humanos para contribuir al avance del conocimiento de la biomedicina y ayudar a resolver la problemática biomédica del país. Su participación central en proyectos universitarios estratégicos como el del genoma humano y enfermedades vulnerables lo colocan en un lugar privilegiado en la investigación dentro de la UNAM. En esta sección con base en indicadores de publicaciones y

patentes, identificamos el nivel de capacidades científicas (segunda misión) para identificar las capacidades de innovación y en especial los casos de transferencia al sector productivo. La transferencia se ilustra con base en dos casos de patentes transferidos al sector productivo.

El IIB-UNAM ha impulsado el desarrollo de la ciencia en México y tiene como misión el estudio de los fenómenos biológicos a nivel molecular, celular, orgánico y poblacional, así como la proyección de sus conocimientos y tecnologías al entendimiento y solución de las enfermedades humanas. El Instituto surge en 1941, en la Antigua Escuela de Medicina; en 1954 adquirió la categoría de Instituto de Estudios Médicos y Biológicos, y en 1969 se constituye como Instituto de Investigaciones Biomédicas⁵.

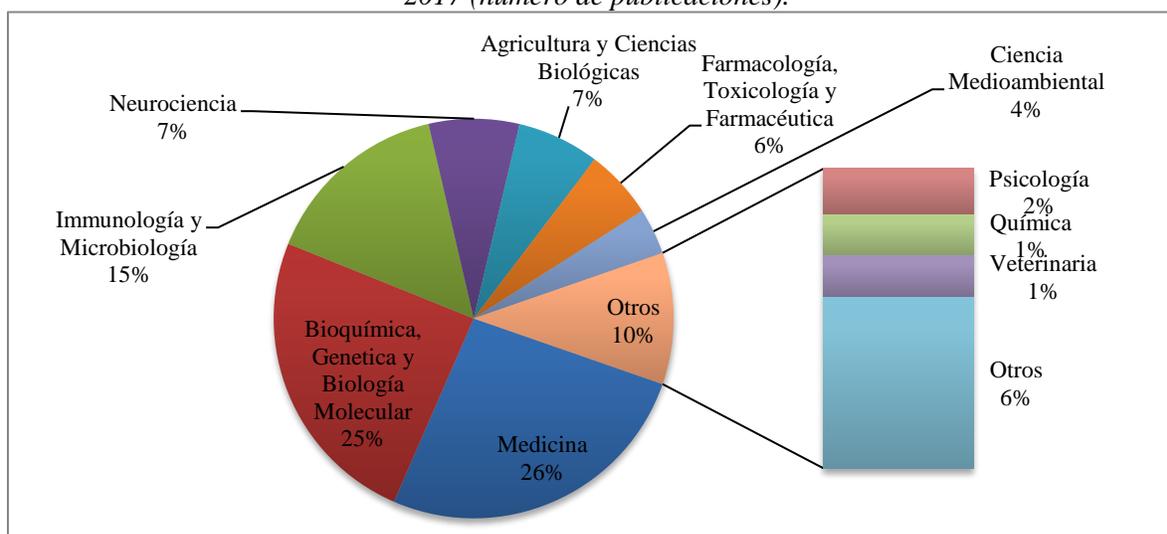
El IIB-UNAM tiene dos sedes en Ciudad Universitaria y varias unidades periféricas localizadas en los Institutos Nacionales de Salud y Universidades de los Estados. Los investigadores del Instituto se encuentran adscritos en cuatro departamentos de investigación orientados a la salud humana: Biología Molecular y Biotecnología (33% de los investigadores), Medicina Genómica y Toxicología Ambiental con el 32% y con el 35% restante los departamentos de Biología Celular e Inmunología.

Las líneas de investigación se estructuran en programas multidisciplinarios que tienen la orientación de solucionar problemas de salud. Al año 2014 el instituto contaba con 172 investigadores y técnicos académicos (UNAM, 2015), cuyo trabajo también se refleja en el área de investigación básica y en la producción de artículos originales publicados en las revistas científicas reconocidas a nivel internacional. El IIB ha impulsado directa o indirectamente la creación de otros centros e instituciones de investigación en México, como la Unidad de Investigación Cerebral del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, la unidad de investigación en Biología de la Reproducción del IMSS y la División de Neurociencias del Instituto Mexicano de Psiquiatría⁶. Las áreas de investigación en las que se ha enfocado son las de medicina, bioquímica, genética y biología molecular e inmunología.

⁵ Para mayor detalle véase IIB-UNAM en http://www.biomedicas.unam.mx/_administracion/.html

⁶ Para más detalle véase Instituto de Investigaciones Biomédicas (varios años).

Gráfica 1. Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM. Especialización de la capacidad científica al 2017 (número de publicaciones).



Fuente: Estimaciones propias con base en Scopus (2017)

En México la UNAM es la institución con más patentes solicitadas en el año 2014 (WIPO, 2015). La investigación en salud en esta universidad se realiza principalmente en 6 centros e institutos de investigación; dentro de estos el IIB es el tercero en importancia, de acuerdo a los indicadores de capacidades científicas e inventivas (Tabla 1).

Tabla 1. UNAM. Capacidades científicas e inventivas en el área de la salud por principales institutos de investigación, 2000-2014

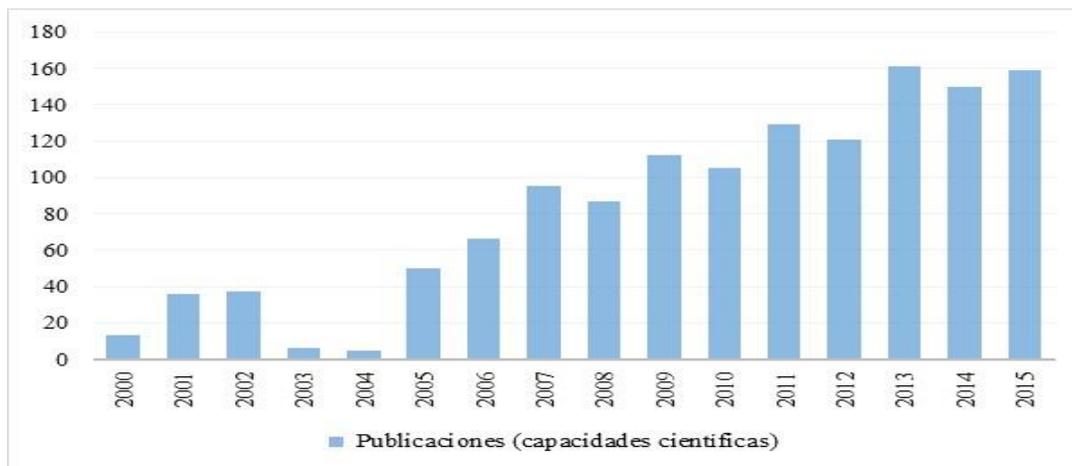
Institutos de investigación en el área de la salud	Capacidad científica (artículos/ investigadores)	Lugar (capacidades científicas)	Capacidad inventiva (Patentes otorgadas/ Investigadores)		Lugar (capacidades inventivas)
			Nacional	Internacional	
I.I.Biomédicas	21.90	3	0.13	0.08	3
I.Biología	29.65	1	0.00	0.00	5
I.Biotecnología	19.10	5	0.28	0.29	1
I.Fisiología Celular	24.44	2	0.24	0.05	2
I.Neurobiología	17.33	6	0.02	0.02	4
C.Ciencias Genómicas	20.81	4	0.00	0.00	5

Fuente: Elaboración propia a partir de UNAM (2015) La Ciencia en la UNAM 2015. A través del Subsistema de la Investigación Científica, UNAM.

Entre el 2000-2015 la producción científica del IIB-UNAM fue de 1,332 artículos indizados en Scopus. A partir del año 2005 aumenta en forma creciente su capacidad científica. Las publicaciones pasaron de 5 en el año 2004 a 159 en el 2015 (Gráficas 2 y 3). Desde 2009, se publican anualmente más de 100 artículos, con lo que el promedio anual fue de 83.25 artículos.

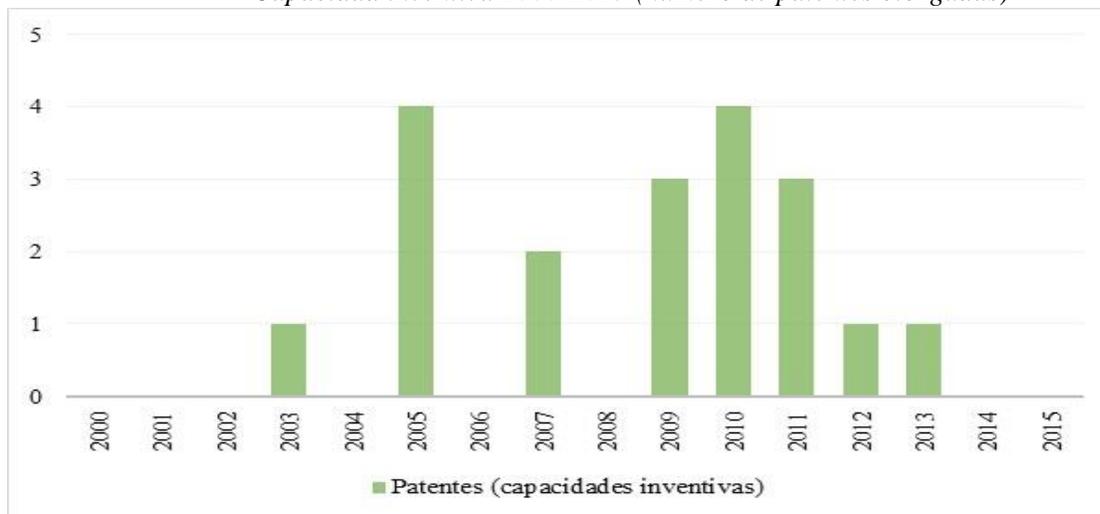
EL IIB-UNAM ha generado capacidades inventivas importantes; se estima que es el instituto con mayor número de patentes otorgadas, de aquellos dedicados a temas de salud dentro de la UNAM (Torres y Jasso, 2013). Durante el periodo analizado, se identificaron 19 patentes obtenidas por el IIB; en promedio se habrían obtenido 1.19 patentes por año.

Gráfica 2. Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM. Capacidad científica 2000-2015 (número de publicaciones).



Fuente: Elaboración propia con datos de Scopus (2016).

Gráfica 3. Instituto de Investigaciones Biomédicas-UNAM. Capacidad inventiva 2000-2015 (número de patentes otorgadas).



Fuente: Elaboración propia con datos de UNAM (2015) La Ciencia en la UNAM 2015. A través del Subsistema de la Investigación Científica, UNAM.

De los investigadores del IIB-UNAM con más publicaciones indizadas (Scopus, 2016), al menos una tercera parte las realizan con otros investigadores pertenecientes a diferentes CPI, entre los que destacan los Institutos Nacionales de Salud, el IMSS y el Cinvestav, y universidades mexicanas como la Veracruzana y la de Tlaxcala. En poco más del 10% de los casos los investigadores publican en coautoría con investigadores de instituciones extranjeras de EUA y en menor medida con investigadores de Europa y Sudamérica, (Scopus, 2016).

Respecto a la titularidad de las patentes, el IIB-UNAM ha presentado de manera conjunta solicitudes de patente con el Cinvestav, la Universidad Autónoma de Puebla, el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía y la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (IIB-UNAM, varios años).

Este desempeño evidencia que las capacidades del IIB-UNAM se han construido por esfuerzos propios y en colaboración con otros CPI y universidades, e incluso con el sector productivo, lo que coincide con la política pública mexicana de impulsar la capacidad científica y tecnológica, promovida por el Conacyt y la propia UNAM a partir de los programas institucionales como son el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y el de estímulos internos en la UNAM. Dichas capacidades también se traducen en la transferencia de tecnología al sector productivo, como se detalla enseguida.

4. CASOS DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO DEL IIB-UNAM AL SECTOR PRODUCTIVO⁷

La transferencia de conocimiento y de tecnología como ya se ha señalado constituye un eje relevante de la llamada tercera misión de la universidad; transferir conocimientos no necesariamente implica transferir tecnología, ya que la tecnología es conocimiento materializado en productos, mientras que el conocimiento puede transferirse por otros canales como son la docencia y capacitación, la consultoría y proyectos conjuntos. En los casos siguientes nos referimos a la transferencia de conocimiento en su vertiente de transferencia tecnológica.

Dinámica de la transferencia: canales y mecanismos

La interacción del IIB-UNAM con las empresas es relevante, sobre todo si consideramos la poca vinculación que en general ocurre en México, pero es escasa si consideramos las redes que las empresas farmacéuticas líderes realizan con otros centros de investigación a nivel internacional. En el IIB-UNAM la vinculación en un inicio fue vía servicios tradicionales como el uso de la infraestructura del instituto y pruebas de laboratorio, y en la medida en la que la relación maduraba, se ampliaron los mecanismos a proyectos de investigación conjuntos.

El IIB-UNAM ha apoyado a las empresas en el desarrollo de soluciones para el cuidado y mejora de la salud, promoviendo la aplicación de las capacidades científicas e inventivas universitarias que responden a problemáticas de salud específicas de la población mexicana. La transferencia de patentes o la provisión de servicios se han promovido los últimos años⁸. Entre las firmas que han establecido vinculación con el IIB-UNAM destacan empresas y laboratorios farmacéuticos como Bristol-Myers, Johnson&Johnson, Laboratorios Landsteiner, Alandra Médica SAPI y Neolpharm; las tres últimas son empresas nacionales.

Las capacidades para la transferencia tecnológica

En esta propuesta se argumenta que para que se realice el proceso de transferencia de tecnología se requiere que existan capacidades complementarias entre los agentes (OPI y empresas). Por un

⁷ Véase <http://www.biomedicas.unam.mx/html> e información secundaria de los diferentes agentes con los que se vincula el IIB.

⁸ Los contratos se iniciaron a través de relaciones informales. Este comportamiento ha sido tratado en otros estudios. Entre otros véase Corona y Jasso, 2008; Torres et al., 2011.

lado, las OPI deben de tener capacidades de generar conocimiento transferible, y de gestión y comercialización del mismo. Por el lado de las empresas, se requieren capacidades de identificación y asimilación del conocimiento requerido para impulsar sus procesos de aprendizaje e innovación tecnológica. Esquemáticamente, lo anterior se resume en dos fuerzas que hacen posible la transferencia para la innovación: a) empuje de la ciencia, que implica crear el conocimiento transferible y el proceso para hacerlo llegar al agente que lo llevará al mercado y b) la demanda de la empresa, es decir la absorción (por parte de las empresas), para asimilar el conocimiento y las habilidades para llevarlo a la práctica.

Una minoría de las OPI tiene la capacidad de participar en actividades de patentamiento. Por otra parte es también escaso el número de empresas que tienen capacidades suficientes para absorber las innovaciones derivadas de actividades de I+D de las OPI. A la luz de estas consideraciones, se puede explicar que la transferencia de conocimiento vía los licenciamientos y contratos de transferencia de tecnología sean poco significativos.

En el IIB para los procesos de transferencia de tecnología ha sido importante el papel de la interfaz con la que cuenta que es una unidad de vinculación (Coordinación de Vinculación), que apoya y asesora al personal del Instituto en los convenios o colaboraciones específicas, en aspectos legales y de gestión de propiedad intelectual con el sector productivo y social.

Identificamos dos patentes que han sido transferidas a la industria farmacéutica nacional y que son dos proyectos realizados con la empresa Psicofarma, relacionados con el lanzamiento de medicamentos al mercado mexicano. Estas transferencias se realizaron como parte del convenio que estableció el IIB con la empresa, para que ésta tuviese prioridad en la explotación del desarrollo tecnológico. El acercamiento entre la empresa y el IIB ha utilizado mecanismos informales, pero también ha sido instrumental la función de las unidades de interfaz creadas por el IIB.

Transferencia para el tratamiento del cáncer

Uno de los casos de transferencia es el uso de la hidralazina y procainamida en el tratamiento de cáncer como reactivadores de la expresión en genes supresores de tumores. Al IIB-UNAM se le ha otorgado la patente. El segundo se refiere al uso de agentes modificantes del transcriptoma más quimioterapia o radioterapia contra el cáncer y se encuentra en solicitud de patente en Belice, Brasil, Canadá, China, Colombia, Corea, Costa Rica, Ecuador, Estados Unidos, México, Nicaragua, Nueva Zelanda y Rusia. Cuenta con un convenio de licenciamiento de tecnología (número de solicitud PCT/MX2005/000106) a Psicofarma.

Según señala Ostrovsky (Fundación, UNAM, 2012)⁹, “se trata de encontrar marcadores que permitan diagnosticar este padecimiento sobre todo en casos específicos, porque este padecimiento cada vez aparece a edades más tempranas, y en esas circunstancias, puede ser más agresivo y resistente a los tratamientos. Hasta ahora, uno de los marcadores consiste en ver si los tumores son sensibles a estrógenos o no. Si es el caso, además de extirparlos, se evita que la producción de estrógenos sea con fármacos o mediante una ovariectomía para evitar la producción de esta hormona. Asimismo, existen otros marcadores, aunque en ciertas pacientes en las que el cáncer

⁹ Entrevista. 9 enero, 2013 http://www.fundacionunam.org.mx/de_la_unam/unam-recibe-premios-canifarma-2012/. En Fundación UNAM.

aparece en edades tempranas, los que se utilizan son negativos por lo que nosotros nos hemos enfocado a estos tumores negativos y junto con investigadores del Instituto Nacional de Cancerología buscamos otros biomarcadores que nos permitan detectarlos de manera temprana e investigación de tratamientos eficaces para atender a las pacientes que están en esta condición”.

Transkrip es un medicamento, que puede utilizarse en la terapia contra el cáncer cervicouterino. Este medicamento fue desarrollado por un equipo de investigadores del IIB, liderado por el doctor Alfonso Dueñas González, en la Unidad Periférica del Instituto Nacional de Cancerología, y con la participación de la empresa farmacéutica mexicana Grupo Neolpharma. La obtención del producto, desde la concepción de la idea, hasta su comercialización, duro alrededor de 8 años, lo cual es un tiempo relativamente corto. Se trata de un caso de reposicionamiento de fármacos, que es una estrategia basada en la utilización de medicamentos ya existentes.

Transferencia para el tratamiento de la epilepsia

Aunque existen en el mercado varios fármacos para controlar la epilepsia, no se conocía un medicamento eficaz en el tratamiento efectivo de dicho padecimiento sin tener reacciones secundarias (Entrevista a investigadores del Departamento de Biología Celular y Fisiología, IIB). Después de un largo proceso de investigación en el IIB, y como resultado de la alianza con Psicofarma, se espera llevar al mercado un fármaco con esas características

Los trabajos de investigación experimental sobre los efectos de la vinpocetina en terminales nerviosas cerebrales se empezaron en el IIB aproximadamente hace 16 años. Estos fueron llevados a cabo por la Dra. Stigtes investigadora del departamento de biología celular y fisiología, conjuntamente con el Dr. Nekrassov, del Instituto Nacional de Rehabilitación.

El desarrollo tecnológico consiste en un fármaco anticonvulsivo para controlar la epilepsia en pacientes que no responden al tratamiento convencional. Se trata también en este caso de un reposicionamiento terapéutico. El medicamento no causa efectos secundarios adversos y está en proceso de patente nacional e internacional (2012), en alianza con el Laboratorio Psicofarma, S.A. de C.V., que lo comercializará con el nombre de *Stabilliza*. El contacto entre el IIB y la empresa se originó a partir de la solicitud de Psicofarma para que el Departamento de Biología Celular y Fisiología realizara pruebas de moléculas.

El proyecto consiste en el uso de la vinpocetina para prevenir las complicaciones relacionadas con la audición que acompañan a la epilepsia y su tratamiento¹⁰. Este tratamiento se ha obtenido en varios países como patente y se encuentra en proceso en otros. Cuenta con un convenio de licenciamiento de tecnología¹¹. La investigadora trabajó con personal del Departamento de Neurología del Hospital Infantil de México, en donde se realizaron las pruebas clínicas del fármaco en pacientes humanos.

¹⁰ Salud. Publicado el 9 enero, 2013. Fuente Dirección General de Comunicación Social.
<http://www.fundacionunam.org.mx/salud/medicamento-eficaz-contra-la-epilepsia-maria-sitges-berrondo/>

¹¹ <http://archivo.eluniversal.com.mx/articulos/64523.html>, 13 Junio 2011.

La demanda como impulsora de la aplicación de capacidades generadas en las universidades

La empresa Psicofarma es parte de Neolpharma, un grupo farmacéutico de propiedad 100% mexicana, cuyo origen puede encontrarse hace más de tres décadas. Dentro de este grupo se integran los procesos de investigación, desarrollo, farmacovigilancia, fabricación y comercialización de medicamentos de alta especialidad y de uso general. Con un portafolio de aproximadamente 200 productos, el Grupo Farmacéutico Neolpharma (GFN) es uno de los 5 mayores proveedores del sector público de salud, y se encuentra entre los 10 mayores laboratorios mexicanos del sector privado.

Psicofarma surge en 1974 como un laboratorio mexicano dedicado a la producción de medicamentos para la atención de pacientes con padecimientos psiquiátricos y neurológicos. A la producción de antiansiolíticos, antidepresivos, psicoestimulantes y antipsicóticos, recientemente añadió nuevas líneas de productos relacionados con la atención de enfermedades crónicas, con una división biogenética dedicada a las medicinas de alta especialidad. Alpharma, parte del grupo se dedica a producir medicinas para la diabetes, obesidad, hipertensión, reumatismo, entre otras. También es representante local de varios laboratorios de Europa. Neolpharma surge como holding, resultado de la fusión de Psicofarma con la planta de Neolpharma (1995), la absorción de la planta de principios activos de Schering-Plough (2011) y la compra de otra más a Pfizer en Puerto Rico (2013), lo que se suma a su crecimiento orgánico, destacando su planta de Vallejo (2009), dedicado a la fabricación de productos oncológicos y biotecnológicos.

Como parte importante de su estrategia GFN ha estrechado su relación con instituciones de educación y centros de investigación para formar grupos multidisciplinarios, con el propósito de impulsar los procesos de innovación. Ha establecido alianzas de investigación con el Instituto Nacional de Cancerología, el Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, el Instituto Mexicano de Psiquiatría, el Instituto de Investigaciones Biomédicas, el Hospital Infantil, el Instituto Nacional de Rehabilitación, la Universidad Autónoma Metropolitana, la Universidad Nacional Autónoma de México, la FES de Cuautitlán y el Cinvestav.

GFN mantiene vínculos también con el Hospital General, el Hospital Juárez, el IMSS, y el ISSSTE para el desarrollo de protocolos clínicos. A través de CIDAT, se realizan actividades de farmacovigilancia, investigación y detección temprana de alteraciones clínicas, estableciendo contacto cercano con los pacientes; se trata de identificar cualquier reacción adversa de los fármacos, para lo cual realizan análisis clínicos, estudios de gabinete y monitoreo de estudios clínicos. GFN invierte el 10% de las ventas totales del grupo en actividades de investigación y desarrollo. Las alianzas con la academia han derivado en la solicitud de 4 patentes, con cobertura en México, Canadá, Estados Unidos, Unión Europea, Asia y Latinoamérica.

La compañía está haciendo un fuerte cabildeo para incursionar rápidamente en Estados Unidos, con medicamentos innovadores y genéricos. El valor del mercado estadounidense de genéricos se calcula en 100 mil millones de dólares anuales, mientras que en América Latina es de 70 mil millones. A nivel de la industria farmacéutica en México, Neolpharma participa con alrededor de 1.7% del mercado.

El reposicionamiento terapéutico: una estrategia de impulso a la transferencia de conocimientos

El avance científico desde la universidad se dio por medio del *reposicionamiento terapéutico*, es decir del estudio de drogas conocidas. El reposicionamiento de fármacos es una estrategia que consiste en utilizar medicamentos existentes en nuevas terapias. Según algunos estudios, la investigación tradicional de nuevos medicamentos puede llevar entre diez y quince años, y más de mil millones de dólares por molécula. Muchos de estos procesos se quedan en el camino, pues las moléculas pueden no demostrar eficacia o incluso presentar problemas de toxicidad y seguridad en las pruebas con cultivos celulares, modelos animales o ensayos clínicos en humanos. Las dificultades que existen en la I+D+i farmacéutica han llevado a la comunidad científica a plantear nuevas vías para abordar los problemas clásicos, y una de ellas es el reposicionamiento. Esta es la estrategia seguida por el IIB-UNAM y Neolpharma en los dos casos analizados.

En 2010, el medicamento para el tratamiento del cáncer fue aprobado por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) para su comercialización en cáncer cérvico uterino avanzado. En 2011 fue autorizado para tratar el síndrome mielodisplásico y se espera que dentro de poco sea aprobado para linfoma cutáneo.

La Unidad de Investigación Biomédica en Cáncer (UIBC) jugó un papel crucial en el desarrollo de este proceso. La UIBC se creó en el año 2000, resultado de un esfuerzo conjunto del IIB y el Instituto Nacional de Cancerología (INCan). La UIBC se localiza en el edificio de investigación del INCan y su objetivo es fortalecer la investigación existente en el INCan, así como iniciar nuevas líneas de investigación para propiciar la generación de conocimiento de alto nivel en oncología. La ubicación de la UIBC dentro del INCan, el centro de referencia y órgano rector del cáncer en México, promueve que sus investigadores entren en mayor contacto con la problemática de salud pública que significan las enfermedades neoplásicas, brindando oportunidades de estudio tanto para los investigadores básicos como para los clínicos, y la posibilidad de realizar trabajos de investigación multidisciplinarios enfocados al área oncológica.

Las áreas de investigación en la UIBC incluyen el estudio de la etiología, biología, epidemiología, tratamiento y diagnóstico de los cánceres más comunes en México, como el del cuello uterino, mama, ovario, pulmón, próstata, linfomas y leucemias. Actualmente, la UIBC cuenta con 11 laboratorios y un vivario para mantener animales de experimentación. Cada laboratorio está encabezado por al menos un investigador titular, todos ellos miembros del SNI. Posteriormente se entablaron relaciones con el Instituto de Física de la UNAM creándose un laboratorio de física médica. Además, el INCan, contrató a un investigador cuya línea de investigación es la terapia génica del cáncer; el acondicionamiento de su laboratorio ha sido financiado por Psicofarma, S.A. de C.V.

El desarrollo de Transkrip es un caso que ilustra los avances y el impacto que pueden derivarse de la vinculación entre las OPI y las empresas en el sector de la salud, así como de los mecanismos de interfaz. La patente es propiedad de la UNAM, quien la ha licenciado a la empresa, hasta su vencimiento a los 20 años; la UNAM recibe el pago de regalías, que es un porcentaje sobre las ventas. Esto es regulado por el Reglamento de Ingresos de la universidad; el convenio fue tramitado y negociado con la empresa por el área jurídica de la UNAM.¹²

¹² La información sobre los porcentajes y otros detalles del contrato de licenciamiento es confidencial.

El caso del IIB muestra que se requiere de modelos de desarrollo clínico propios que involucren la participación activa de los centros académicos, y de los institutos de salud, incluyendo los de alta especialidad. De otra manera la investigación básica no tendrá la repercusión necesaria en el desarrollo farmacéutico nacional, ni tendrá impactos que beneficien a la sociedad.

5. CONCLUSIONES

El caso analizado proporciona elementos para ilustrar que el potencial de la universidad para contribuir al desarrollo económico y social reside en su aptitud y esfuerzo para generar capacidades, así como para difundir el uso de las mismas.

En el IIB-UNAM la articulación con los hospitales ha sido crucial. Destaca la creación y funcionamiento de Unidades Periféricas, ubicadas en diferentes institutos nacionales de salud, con hospitales generales y centros médicos. El proceso de transferencia de conocimiento de las universidades hacia los usuarios públicos y privados puede asimilarse a una cadena de valor, en la que se transita desde la investigación que se lleva a cabo en las OPI, hasta su transformación en productos o servicios nuevos o mejorados que las empresas llevarán al mercado.

Se identificaron dos casos de transferencia de conocimiento con aplicaciones prácticas del IIB hacia la empresa Psicofarma, parte de un grupo farmacéutico (Neolpharma) de propiedad 100% mexicana. En ambos, el proceso inicia sobre la base de las capacidades científicas e inventivas del IIB, siguiendo un esquema en el que la generación de la ciencia constituye el factor inicial que empuja el proceso (*science push*). Sin embargo, esto puede desencadenar un proceso *market pull*, una vez establecida la vinculación de largo plazo entre empresas y universidades, promoviendo la investigación vía proyectos conjuntos.

La transferencia supone el fortalecimiento de la universidad no solo como organización que genera conocimiento, sino como gestora del mismo. Parte importante para que la transferencia ocurra, radica en la existencia de un mayor número de empresas que en su estrategia privilegien la innovación. En el caso analizado, encontramos que el Grupo Neolpharma ha estrechado su relación con instituciones de educación y centros de investigación, con el propósito de impulsar los procesos de innovación.

El reto de la vinculación universidad-empresas parece residir en el cómo reforzar la cadena de valor de la transferencia en un esquema de doble flujo. Esto es, por un lado aumentando el volumen de resultados de investigación que tengan potencial para incorporarse en proceso de transferencia (papel de las universidades), y por el otro generar las condiciones de un incrementado *demand pull*, es decir de un conjunto cada vez más significativo de empresas y otros organismos privados y públicos que sean capaces de identificar el potencial innovador del conocimiento generado en las universidades y de demandarlo.

En la cadena del proceso innovador, resulta importante la generación del conocimiento y la existencia de unidades de interfaz, pero también lo es el entorno en el que se desarrollan universidades y empresas. La existencia o no de una masa crítica de investigadores, de condiciones institucionales que impulsen la vinculación, o de un contexto que impulse a las empresas a innovar son necesarios.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del Proyecto 168280 CONACYT *Vinculación academia-sector productivo: un análisis de la productividad de investigación y del desempeño innovativo de las empresas*, y del proyecto IN309416 *Innovación y capacidades en el sector salud en México* del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica, DGAPA, UNAM.

Referencias

- Arocena, R. y Sutz, J., (2005). Latin American universities: from an original revolution to an uncertain transition. *Higher Education*, Vol. 50, No. 4, pp. 573–592.
- CEPAL. (2011). Espacios Iberoamericanos: vínculos entre universidades y empresas para el desarrollo tecnológico. Santiago de Chile.
- Clark, W., Corell, R., Glaser, G., Hassan, M., Sarukan, J. et al., (2002). Science and Technology for Sustainable Development: Consensus Report of the México City Synthesis. *Workshop, Initiative on Science and Technology for Sustainability* (<http://sustainabilityscience.org/ists/synthesis02.htm>), 20-23 May, 2002, Cambridge, MA.
- Cohen, W., Nelson, R., Walsh, J., (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, Vol. 48, No. 1, pp. 1–23.
- Dutrénit, G., De Fuentes, C., Torres, A., (2010). Channels of interaction between public research organisations and industry and benefits for both agents: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, Vol. 37, No. 7, pp. 513–526.
- Fundación UNAM, (2013). Publicado el 9 enero, En Fundación UNAM http://www.fundacionunam.org.mx/de_la_unam/unam-recibe-premios-canifarma-2012/.
- Gonzalez-Pernia, J.L., Kuechle, G., y Peña-Legazkue, I., (2013). An assessment of the determinants of university technology transfer. *Economic Development Quarterly*, Vol. 27, No. 1, pp. 6-17.
- Instituto de Investigaciones Biomédicas (varios años). *Informe de Actividades. Instituto de Investigaciones Biomédicas*, UNAM, DF. <http://www.biomedicas.unam.mx/html>
- Jasso, J., (2015). Innovación y salud: agentes, redes y desarrollo. En Ranfla A., Rivera M. y Caballero, R. (coordinadores) *Desarrollo económico y cambio tecnológico. Teoría, marco global e implicaciones para México*. México, Juan Pablos, UNAM, UABC, pp. 175-204.
- Maietta, O., (2015). Determinants of university–firm R&D collaboration and its impact on innovation: A perspective from a low-tech industry. *Research Policy* Vol. 44, No. 7, pp. 1341-1359.
- Mas, J., (2012). *Aspectos sociales de la vinculación en salud, entre academia y sociedad*. México, UNAM-RED PUISAL.
- Scopus (2016). <http://bibliotecas.unam.mx/index.php/conoce-recursos-electronicos/390-scopus>
- Scopus (2017). <http://bibliotecas.unam.mx/index.php/conoce-recursos-electronicos/390-scopus>
- Secretaría de Salud (2007). *Programa Nacional de Salud 2007-2012: Por un México sano: construyendo alianzas para una mejor salud*, Secretaría de Salud, México, D.F.
- Simmie, J., y Strambach, S., (2006). The contribution of KIBS to innovation in cities: an evolutionary and institutional perspective. *Journal of knowledge management*, Vol. 10, No. 5, pp. 26-40.
- Testar, X., (2012). La transferencia de tecnología y conocimiento universidad-empresa en España: estado actual, retos y oportunidades. *Colección Documentos CYD*, Fundación CYD, No. 17. Barcelona, España.
- Torres, A., Dutrénit, G., Sampedro, J.L., Becerra, N., (2011). What are the factors driving university–industry linkages in latecomer firms: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, Vol. 38, No. 1, 31–42.
- Torres A. y Jasso, J. (2013). Knowledge and quality innovation in the health sector: the role of public research organizations. En Latif A. y Chen, J. (ed) *Quality Innovation: knowledge, theory, and practices*. Australia, IGI Global Disseminator of Knowledge, pp. 159-188.
- UNAM (2015). *La Ciencia en la UNAM 2015. A través del Subsistema de la Investigación Científica*, UNAM.
- WIPO (World Intellectual Property Office). 2015. *The Global Innovation Index 2015*. En [http://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_gii_2015.pdf]. Consultado en diciembre de 2015.