

LA CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES DE TRANSFERENCIA DE DESARROLLOS CIENTIFICOS DE LA UNIVERSIDAD EN MÉXICO

JAVIER JASSO VILLAZUL

Universidad Nacional Autónoma de México, FCA. México

cursoenlinea72@gmail.com

ARTURO TORRES VARGAS

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, Departamento de Producción Económica, México

atvargas@hotmail.com

MARÍA GUADALUPE CALDERÓN MARTÍNEZ

Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa

mcalderon@correo.uam.cua.mx

RESUMEN

Este trabajo analiza cómo en una universidad se crean capacidades de transferencia necesarias para avanzar en la difusión de desarrollos científicos al sector productivo y social. En el trabajo se argumenta que en las universidades públicas de países en desarrollo como ocurre en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) México, la posibilidad de transferir los desarrollos científicos requieren de capacidades emprendedoras para lograr cerrar el ciclo creación- difusión y transferencia. Estas capacidades emprendedoras son complementarias a las de investigación científica y se trata de casos excepcionales que cuestionan la idea de un modelo lineal de innovación, aunque sí enfatiza la necesidad de que los conocimientos creados por las universidades contribuyan a la resolución de problemas en un país, como es en este caso el de la salud.

El estudio analiza el caso del desarrollo científico de los antivenenos, realizado en el Instituto de Investigación en Biotecnología de la UNAM que ha sido transferido a la empresa mexicana Silanes y que han derivado en productos para atender a pacientes afectados por mordedura de animales ponzoñosos y para la diabetes. El estudio de caso se construye a partir de entrevistas a investigadores universitarios y de la empresa, complementado con información documental, páginas web y datos de patentes y publicaciones científicas obtenidas por el equipo científico universitario. Con dicha información caracterizamos el proceso de construcción de capacidades de transferencia de la universidad.

Los principales hallazgos son que en una universidad pública una posibilidad de escalar y por ende aplicar desarrollos científicos para resolver problemas de la población es impulsarlos, sobre todo aquellos que son factibles de utilizarse, creando capacidades complementarias asociadas con actividades emprendedoras que posibiliten la transferencia de dicho desarrollo científico, enmarcadas en un esquema de incentivos institucionales de la universidad y del país.

Palabras clave. Capacidades de transferencia, desarrollos científicos biomédicos, universidades

1. INTRODUCCIÓN

El conocimiento ha adquirido una creciente importancia no sólo para comprender el mundo en el que vivimos, sino también en la atención de necesidades y soluciones a diversos problemas sociales que es desarrollada por diversas personas y agentes inmersas en organizaciones e instituciones que impulsan o bien limitan el que los conocimientos sean creados y utilizados.

El conocimiento y las actividades creadoras de conocimiento son la base sobre la cual las empresas crean, mantienen y re-construyen sus capacidades tecnológicas (Leonard Barton 1992; Prahalad y Hamel 1990; Teece, *et al*, 1990; Dosi, *et al*, 2000; Torres, 2006). En el debate actual persiste la idea que concibe a la innovación como un proceso simple y lineal que es automático, sin considerar las complejidades inherentes a las condiciones del proceso científico, y de escalamiento y uso de conocimiento, que implica combinar capacidades diversas de distintos agentes participantes como son las universidades, para lograr esa transferencia o difusión del conocimiento científico.

Las universidades son productoras y transmisoras de conocimientos y pueden desempeñar un importante papel en el proceso de innovación tanto en los países desarrollados como en los países en proceso de desarrollo (Narin, Hamilton y Olivastro, 1997; Cohen, Nelson y Walsh, 2002) y en otros casos como aquí argumentamos, como medios para crear nuevos productos que solucionen problemas desde una perspectiva social reconociendo también la importancia de las empresas en dicho proceso. Así, las universidades pueden participar en la dinámica innovadora a partir del uso de conocimientos científicos y técnicos creados en sus departamentos, institutos y escuelas. Esta creciente orientación a transferir y usar los conocimientos que se crean en las universidades está en la discusión acerca de una tercera misión y orientación más empresarial de las universidades, en las que no sólo son formadoras de recursos humanos y generadoras de conocimiento, actividades que realizan a través de sus funciones de docencia (primera misión) e investigación (segunda misión), sino que también pueden contribuir significativamente en la expansión económica y el desarrollo social (Arocena y Sutz, 2005; Dutrénit *et al*, 2010; Torres *et al*, 2011; Maietta, 2015), particularmente en aquellos países de menor desarrollo como es el caso de los países de América Latina y en las áreas de la salud como es la biomedicina, en donde la atención de “enfermedades huérfanas” es poco rentable y no atendida por las empresas del capitalismo cognitivo.

Para que ello ocurra se requieren de capacidades y recursos, es decir de un conjunto de habilidades, conocimientos y experiencia, y de las estructuras y vínculos institucionales para que el conocimiento sea utilizado (Bell y Pavit, 1993, 1995) y por ende que el conocimiento atienda una necesidad o resuelva un problema de la población. Dichas capacidades combinan rutinas científicas enmarcadas en la tradición científica y capacidades disruptivas inmersas en nuevos desarrollos científicos que impulsan y emprenden una nueva trayectoria del desarrollo científico para satisfacer una necesidad o demanda. Como señalan Bisang *et al*, 2009, para el caso de la biotecnología, el pasaje de un desarrollo científico a una técnica y el de ésta a una tecnología con validez comercial, implica, en el caso de la biotecnología una amplia gama de actividades. Se trata de una gran cantidad de “pasos” interrelacionados -con sus respectivas demandas hacia terceras actividades- que pueden ser efectuadas por un único agente o por una multiplicidad de ellos (requiriéndose en este caso mecanismos de derechos de propiedad que faciliten los

intercambios); en otros términos, se trata de una actividad que, vista en perspectiva, presenta una amplia cantidad de “puntos de fuga” o de “puntos de ingreso” lo que abre las puertas y/o facilita/demanda la posibilidad de interconexiones.

El objetivo de esta investigación es analizar cómo en una universidad se crean las capacidades de transferencia requeridas para avanzar en la transferencia de conocimientos al sector productivo. El trabajo se estructura en cuatro apartados. En el primero se presenta esta introducción. En el segundo se explica el marco del análisis en el que se describe la metodología y las bases teóricas. En el tercero se caracteriza y discute el caso del desarrollo científico universitario. Finalmente, en el cuarto se presentan las conclusiones.

2. EL MARCO ANALÍTICO

El marco analítico que guía este trabajo se basa en una perspectiva evolutiva, a partir de la cual se caracteriza la trayectoria de un desarrollo científico universitario. La mayoría de los estudios sobre capacidades tecnológicas se ha centrado en los países, sectores y empresas. Recientemente se han empezado a generar avances en torno a las capacidades en las universidades para entender su papel en los procesos de innovación. Este estudio propone avanzar en un marco de análisis de capacidades de transferencia en las universidades, que ayude a entender su papel en el proceso de innovación. Es decir, pretendemos identificar las características del proceso de construcción de capacidades de investigación científica y emprendedoras relacionadas con lograr que un desarrollo científico de una universidad pública sea utilizado para resolver un problema social.

El debate acerca de la tercera misión de las universidades

La universidad adquiere un renovado papel, ya no solo para la formación de personal calificado (primera misión) o la generación de conocimiento nuevo (segunda misión), sino para atender necesidades de su entorno, es decir una tercera misión enmarcada en un debate acerca de la mercantilización y uso social del conocimiento.

En la perspectiva de la mercantilización del conocimiento esta la idea de una universidad emprendedora que venda sus desarrollos científicos (Etzkowitz, 1983; Smilor *et al.*, 1993, Clark, 1998; Gibbons, 1998). La generación de conocimiento, su adaptación y/o aplicación productiva en la solución de problemas o necesidades de la población, no es automático. Es un proceso complejo, en el que deben de reducirse o eliminarse barreras que impiden el uso del conocimiento que se produce en la universidad, las cuales pueden ir desde la insuficiencia de recursos financieros para completar los procesos, hasta aquellas más complejas derivadas de las diferencias en las visiones estratégicas de los actores involucrados, de las divergencias en sus visiones o prioridades políticas o administrativas, así como de los marcos organizacionales e institucionales en los que operan (Torres y Castellanos, 2017).

Las instituciones son no solo estructuras restrictivas, sino que controlan y autorizan al mismo tiempo; son una dualidad de restricción/libertad (Fararo y Skovertz, 1986), funcionando en distintas situaciones y contextos como factores limitantes o facilitadores para la consecución de determinados objetivos de los actores y organizaciones. Las instituciones pueden servir como obstáculos, así como soportes/apoyos a los procesos de innovación (Edquist y Johnson, 1997). Esto significa que el entramado institucional puede afectar positiva o negativamente los procesos

mediante los cuales se abren paso las actividades de extensión universitaria (Torres y Castellanos, 2017). El proceso de difusión y el uso en el sistema socio-económico del conocimiento y de las capacidades técnicas implica la expansión de las actividades de las empresas innovadoras, los procesos de transferencia tecnológica, las diferentes formas de imitación y cooperación, la generación de capacidades complementarias, y la transferencia de capacidades incorporadas en los individuos derivada de la movilidad de los recursos humanos calificados (CEPAL, s/f).

Este trabajo ubica a la universidad desde perspectiva en la que se reconoce el papel social y de extensión y difusión de la cultura de la universidad y que en muchas ocasiones sus desarrollos científicos puedan ser utilizados por las empresas que éstas sean el medio para elaborar y hacer llegar al mercado nuevos productos y servicios y así contribuir a la mejora en el bienestar social. La idea es identificar y comprender cómo un desarrollo científico creado en una universidad puede difundirse y usarse para resolver un problema de salud a partir de crear capacidades de transferencia que permitan aprovechar los incentivos y abatir los obstáculos en dicho proceso. Dichas capacidades de transferencia están inmersas en las capacidades científicas y se complementan con capacidades emprendedoras que impulsan cambios en el marco regulatorio organizacional e institucional para eliminar obstáculos o bien aprovechar incentivos organizacionales e institucionales de la universidad o de las políticas públicas.

Las capacidades de transferencia en las universidades

Las capacidades son un medio para crear ventajas competitivas nucleares y complementarias. A partir de Prahalad y Hamel (1990), definimos las capacidades nucleares como aquellas que permiten a una organización integrar tecnologías y coordinar habilidades de producción que le permiten crear una forma distintiva y que son el resultado del aprendizaje colectivo intra organizacional. Para que esto ocurra las organizaciones requieren de arreglos organizacionales para que logren integrar el conocimiento, organizar el trabajo y compartir dichos procesos y actividades al interior de la propia institución. En el caso de las universidades definimos las capacidades de transferencia como aquellos conocimientos y habilidades nucleares y complementarias requeridas para que los desarrollos científicos sean utilizados para atender necesidades de la población.

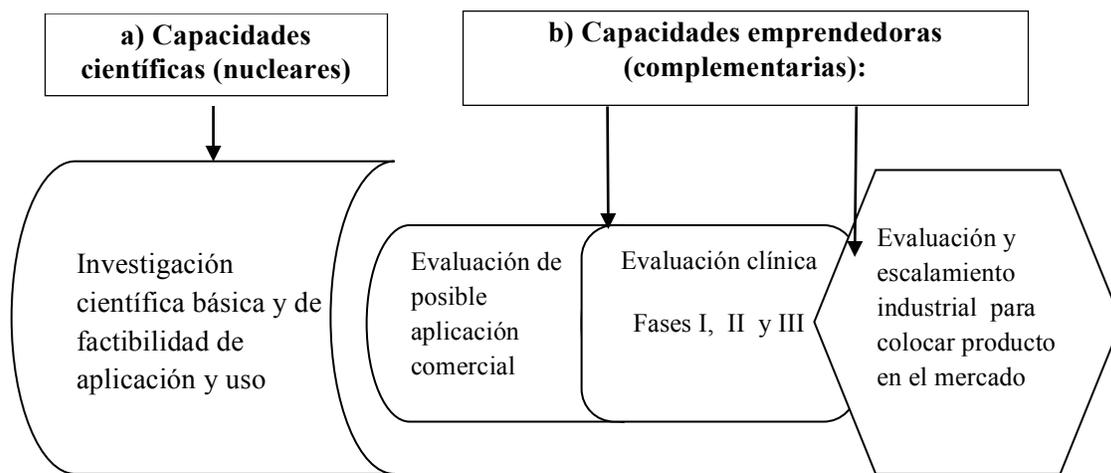
Las capacidades de transferencia son relevantes para lograr que los desarrollos científicos puedan aplicarse. Es evidente que existen áreas científicas con una mayor aplicación que otras. Así, por ejemplo, las áreas de las ingenierías o la química implicarán una mayor probabilidad de que un descubrimiento científico sea transferido. Sin embargo, el sector industrial es quien principalmente impulsa la investigación en las áreas técnicas, de ciencias experimentales y de la salud, con el objetivo de solucionar problemas científicos y de ingeniería, tratando de alcanzar el desarrollo de soluciones aplicables al ámbito comercial (Shane, 2004). Por ello, la colaboración entre universidades, gobierno y sector productivo es un elemento importante de la generación de innovaciones (Etzkowitz *et al*, 2000). Así, las capacidades de transferencia son aquellas a partir de las cuales el equipo de investigación logra colaborar con otros investigadores de otras universidades de empresas que se pueden reflejar en publicaciones conjuntas. Entre las actividades de transferencia están también las que implica realizar trabajos susceptibles de difundirse como son el de contar con patentes conjuntas.

Las capacidades son dinámicas según Teece *et al*, (1990), es decir son cambiantes y por ende adquieren un carácter evolutivo, es decir se trata de un proceso a partir del cual se construyen o

destruyen dichas capacidades a lo largo de la vida de una organización. En dicha dinámica están inmersos tanto mecanismos a través de los cuales las organizaciones acumulan nuevas habilidades y capacidades, así como diversas fuerzas que limitan la tasa y dirección de ese proceso. La universidad requiere de la generación de arreglos organizacionales específicos que le permitan la integración de conocimientos fragmentados y la creación de nuevas competencias. Iansiti y Clark (1994) asocian la integración como la capacidad de mezclar nuevos y viejos conocimientos acumulados, es decir las capacidades de integración son básicamente capacidades organizacionales.

Los ejes del análisis se centran en dos tipos de capacidades: a) nucleares, en las que están la base de conocimientos científicos de la universidad y b) las capacidades emprendedoras que son complementarias y contribuyen a completar e impulsar la difusión y uso del conocimiento de las universidades para resolver problemas sociales o bien para que el sector productivo lo aplique generando nuevos productos o procesos. Entre dichas capacidades están la del aprendizaje emprendedor e institucional de la universidad, en los que destacan las habilidades de científicos con dichas capacidades que complementan las tradicionales enmarcadas en los científicos tradicionales. (Figura 1).

Figura 1. Capacidades requeridas por una universidad para transferir desarrollos científicos



Las capacidades científicas (nucleares) en la universidad

En la literatura reciente sobre la vinculación universidad-industria, esta se ha definido como la colaboración relacionada con el conocimiento que los investigadores académicos realizan con organizaciones no académicas, lo cual involucra las patentes y el licenciamiento de las invenciones, así como el emprendimiento académico (Ankrah, *et al*, 2013).

La transformación de la universidad de una organización formadora de recursos humanos y creadora de conocimiento, a una organización comprometida con el desarrollo económico y social implica el fortalecimiento de las primeras dos misiones, y la vinculación es el medio para

atender una necesidad productiva o social. En este proceso, los individuos y las organizaciones tienen papeles importantes a desempeñar. En contextos donde el Sistema Nacional de Innovación es débil, los investigadores como tales juegan un papel fundamental en el proceso de generación de capacidades científicas (segunda misión), siendo menos los que poseen y/o desarrollan las capacidades complementarias requeridas para transferir el conocimiento generado en las universidades y CPI para su uso productivo. Dados los frecuentes obstáculos institucionales que limitan particularmente en los países en desarrollo la transferencia del conocimiento de las universidades y CPI al sector productivo y social, el investigador emprendedor es una figura emergente que es crucial para la realización de la tercera misión.

Las capacidades emprendedoras (complementarias) en la universidad

Las capacidades emprendedoras son aquella en las que están inmersas las habilidades para organizar, planear y coordinar actividades orientadas a que el desarrollo científico sea utilizado por la población o el sector productivo. Las capacidades emprendedoras siguen una trayectoria, es decir se trata de un proceso (Shane et al, 2003). En dicho proceso el papel del emprendedor es fundamental para impulsar la innovación y el crecimiento económico (Schumpeter, 1934), pero también para lograr un mejor equilibrio entre oferta y demanda (Kirzner, 1997), en el que el nuevo conocimiento se convierte en bienes y servicios (Shane y Venkataraman, 2000) y como una importante vocación e importante rol en el desarrollo de capital humano e intelectual (Zahra y Dess, 2001) y en la que el emprendedor cuenta con diferentes habilidades como son la de asumir riesgos, contar con una visión clara del futuro, y una disciplina férrea para continuar con su objetivo a pesar del fracaso existente y lograr colocar un producto en el mercado existente o bien crear incluso nuevos mercados (Jasso, 2011).

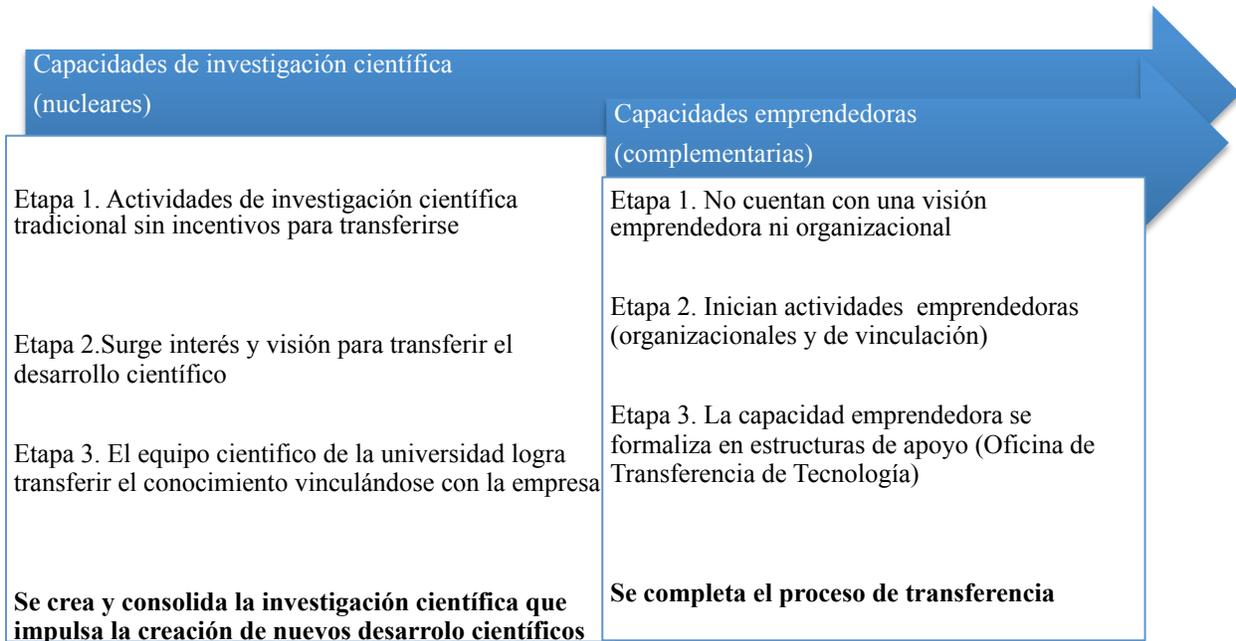
Estas habilidades y conocimientos del emprendedor son nuestro punto de partida para proponer que en el proceso de transferencia se requieren de capacidades emprendedoras que incluyen actividades organizacionales y de vinculación que complementan a las capacidades nucleares de investigación básica. Las capacidades organizacionales son aquellas a partir de las cuales las universidades logran plantear y llevar a cabo un proyecto científico y escalarlo a nivel aplicativo. Estas capacidades son habilidades y conocimientos organizacionales requeridos para lograr difundir y transferir el desarrollo científico. Este planteamiento está sugerido desde la perspectiva de país por Amsden e Ikino, 1993, 1994. Para Iansiti y Clark (1994) la capacidad organizacional es mezclar nuevos y viejos conocimientos acumulados que están fragmentados.

Las capacidades emprendedoras incluyen las habilidades organizacionales y de vinculación como es la búsqueda de recursos financieros destinados a la investigación. El investigador requiere de fondos para investigar y también para transferir los resultados de su investigación. Por lo general, el financiamiento privado ha estado más orientado a la obtención de resultados que puedan comercializarse en el corto y medio plazo. Por el contrario, los recursos públicos han financiado en mayor medida la investigación básica. En algunos países como Estados Unidos las empresas reducen sus gastos en I+D al mismo tiempo que aumentan su apoyo a la investigación académica (Mansfield y Lee, 1996). Este tipo de financiamiento, generalmente, no se destina sólo a la producción de nuevo conocimiento, también a la creación de nuevas tecnologías o productos potencialmente comercializables. Es de esperar, por tanto, que cuanto mayor sea el peso del financiamiento privado de I+D y/o de la aplicada, mayor sea el interés de la universidad en la

obtención de patentes. Además, el financiamiento procedente del sector empresarial puede interpretarse en cierta medida como un indicador de los vínculos entre empresa y universidad (Fernández, *et al*, 2009).

Dicho marco analítico lo sintetizamos en la figura 2. A partir de estos ejes caracterizamos en el siguiente apartado el proceso de construcción de las capacidades de transferencia en la universidad.

Figura 2. La transferencia de desarrollos científicos en una universidad. Capacidades nucleares y complementarias



3. LA CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES DE TRANSFERENCIA EN LA UNIVERSIDAD: INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y EMPRENDEDURISMO

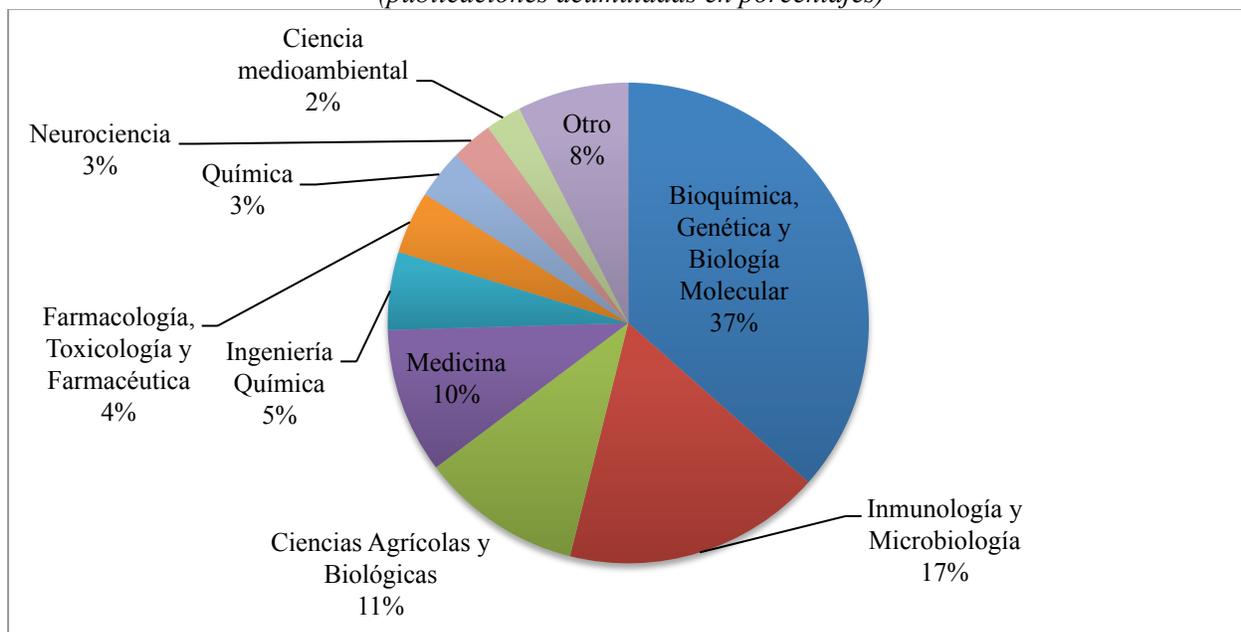
En este apartado caracterizamos el proceso de construcción de capacidades de investigación científica y emprendedoras que han sido la base para que un instituto de investigación en el área de la salud haya podido transferir uno de sus desarrollos científicos que es el de anti venenos a una empresa farmacéutica mexicana.

Las capacidades científicas evidencian el proceso de acumulación de la investigación científica del IBt. La investigación está organizada a través "células" que son grupos dirigido por uno o dos investigadores líderes y una estructura académica que permite una colaboración horizontal. En el Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos está adscrito el equipo de antivenenos que es uno de los cinco departamentos de investigación en que está organizado el IBt-UNAM. El equipo es liderado por dos importantes científicos que son pioneros en la naciente biotecnología de los años 1970 y la biología molecular actual. El científico líder en donde sustentan las capacidades científicas nace en Brasil y sus estudios de Licenciado en Biología (Historia Natural) los realiza en la Universidad Federal de Rio Grande del Sur, Porto Alegre, Brasil y es doctor en

Biofísica Molecular por la Universidad de París, Francia. Desde 1974 es profesor e investigador en la Universidad Nacional Autónoma de México y a la fecha (2017) se desempeña como investigador Titular adscrito al Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos del Instituto de Biotecnología de la UNAM, es Investigador Emérito en la UNAM y miembro del Sistema Nacional de Investigadores. El equipo está integrado por investigadores, técnicos académicos y alumnos de posgrado de tiempo completo y una trayectoria de casi cuatro décadas investigando los antídotos de animales ponzoñosos. Las capacidades científicas se refuerzan por medio de intercambios académicos nacionales e internacionales entre científicos, técnicos y estancias posdoctorales en otras universidades.

La publicación de artículos es el medio de difusión inicial de la investigación científica. Al año 2017 la IBt cuenta con 4,197 publicaciones científicas. Las áreas de especialización son las de bioquímica, genética y biología molecular (37%), inmunología y microbiología (17%) y ciencias agrícolas y biológicas (11%), medicina (10%), ingeniería química (5%), farmacología, toxicología y farmacéutica (4%), química (3%), neurociencia (3%) y ciencia ambiental (2%) y el 8% restante en otras quince áreas (Gráfica 1).

Gráfica 1. Instituto de Biotecnología, UNAM. Especialización científica al 2017 (publicaciones acumuladas en porcentajes)



Fuente: elaboración propia con datos de SCOPUS (2017)

Las *capacidades emprendedoras* se integran por las actividades de organización y vinculación con otros agentes. Dichas capacidades se combinan en el equipo de investigación y son orientadas por los científicos líderes. Dichas capacidades complementan el trabajo de investigación científica e integra actividades de organización, financieras y de vinculación que son impulsadas por uno de los líderes científicos y por el apoyo institucional del Instituto por medio de una Oficina de Transferencia de Tecnología. Estas capacidades emprendedoras en la universidad han sido determinantes para completar el proceso de transferencia de un desarrollo

científico al sector productivo, ya que es poco frecuente que las empresas del sector farmacéutico en México cuenten con capacidades científicas propias.

El período inicia en los años 1930s hasta el año 2016 que es hasta donde contamos con información. Dichos períodos son ilustrativos para enmarcar el proceso de acumulación de capacidades científicas y emprendedoras. Las etapas son descritas enseguida y en cada una se enfatizan la creación y acumulación de capacidades científicas y emprendedoras en el IBt-UNAM.

Etapas 1, 1930s a 1970s. El inicio. La construcción de capacidades de investigación científica básicas y capacidades emprendedoras incipientes

En la etapa 1 se inician las primeras investigaciones sobre sueros en México en el que participan investigadores de la UNAM adscritos a las nascentes áreas de investigación biomédica. La investigación para crear antídotos contra el envenenamiento por picadura de animales ponzoñosos se inició en México a principios del siglo XX y en la UNAM se inician en las áreas de medicina y se consolidan en lo que hoy conforma el Instituto de Biotecnología (IBt-UNAM) en donde se adscribe el equipo de científicos y técnicos que conforman las capacidades científicas, emprendedoras y de transferencia para impulsar el desarrollo de los anti venenos.

Posteriormente se inician las acciones para construir una infraestructura institucional de apoyo en la UNAM. En los años 1980s la UNAM impulsa la idea de aplicar los desarrollos científicos con el sector social y el sector productivo. Así en 1987, Dirección del IBt-UNAM, con el apoyo del entonces Centro para la Innovación Tecnológica de la UNAM, crean el Núcleo de Innovación Tecnológica que junto con los núcleos de otras dependencias de la UNAM forma la Red de Núcleos de Innovación. Al final de esta etapa se incorpora en los años 1970s el novel científico emprendedor como alumno al equipo de investigación en el recién formado IBt, y ya siendo novel científico impulsa el acercamiento con el sector productivo en los años 1980s y lograr en la siguiente década los primeros logros con empresas farmacéuticas internacionales y nacionales.

El IBt-UNAM se crea en el año 1982 y es un centro de excelencia en el desarrollo de la biotecnología moderna, con capacidades de investigación en ingeniería celular, biología del desarrollo, biología estructural, biocatalizadores y bioprocesos, genómica, medicina molecular, microbiología y fisiología, y biología molecular de plantas. El IBt proporciona capacitación avanzada en estas áreas. A través de programas de posgrado, junto con una licenciatura en Ciencias Genómicas, promueve la integración de sus alumnos en proyectos de investigación. Cuenta con más de 100 investigadores y ha graduado 461 alumnos (213 PhD).

Etapas 2, 1980s a 1990s. Capacidades científicas intermedias e integración de capacidades emprendedoras dispersas

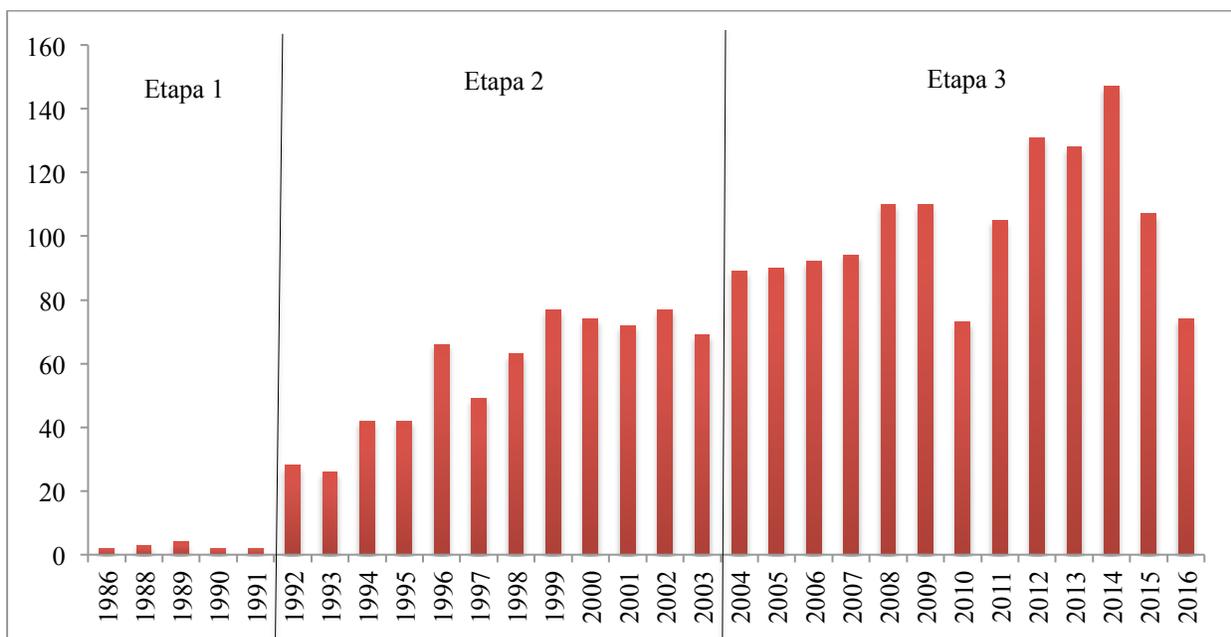
En la etapa 2 se impulsan las fragmentadas capacidades emprendedoras creadas al final de la etapa anterior. En los años 1990s se logran articular algunas a nivel de UNAM con la creación del Centro para la Innovación Tecnológica que integra muchas de esas capacidades dispersas en diversas entidades académicas de la UNAM sobre todo de las áreas con mayor acercamiento

natural a ser aplicadas como es la biomedicina y las ingenierías. En 1992 el Núcleo se transforma en la actual Secretaría Técnica, siendo uno de sus objetivos dar apoyo a la comunidad académica del IBt-UNAM en la producción de tecnología biológica competitiva, mediante la protección de los derechos de propiedad industrial de los desarrollos generados, promoviendo y facilitando la vinculación con el sector productivo. En 1994 crean en conjunto con la empresa mexicana Silanes un área de investigación aplicada en una empresa farmacéutica en 1994 (Instituto Bioclón). Dicha área de investigación es independiente de la universidad y queda adscrita a la empresa farmacéutica, con el fin de superar barreras institucionales. Las capacidades emprendedoras propiciaron el obtener fondos públicos y privados para financiar los proyectos de investigación, sobre todo una vez que se formaliza en 1996 la colaboración de los científicos con el área de investigación de la empresa farmacéutica (Calderón et al, 2016). Dicha colaboración coincide con los esfuerzos de la empresa farmacéutica para fortalecer sus capacidades científicas. En los años 1990s inician las actividades de patentamiento. En el período acumulan capacidades de transferencia y obtienen tres patentes en la empresa farmacéutica extranjera Schering.

Etapas 3, 2000s a la fecha. Consolidación de capacidades científicas avanzadas y capacidades emprendedoras intermedias

En la etapa 3 se consolidan las capacidades científicas y complementarias acumuladas, consolidándose el equipo de investigación y aumentando su productividad científica, de formación de investigadores y de patentes. Las colaboraciones con la academia y el sector productivo son mayores y se concluye el licenciamiento del desarrollo científico creado en las etapas previas. Estos hechos marcan las etapas del proceso de construcción y trayectoria de capacidades de transferencia en el IBt-UNAM que en gran medida ha sido definido por sus capacidades científicas (Gráfica 2).

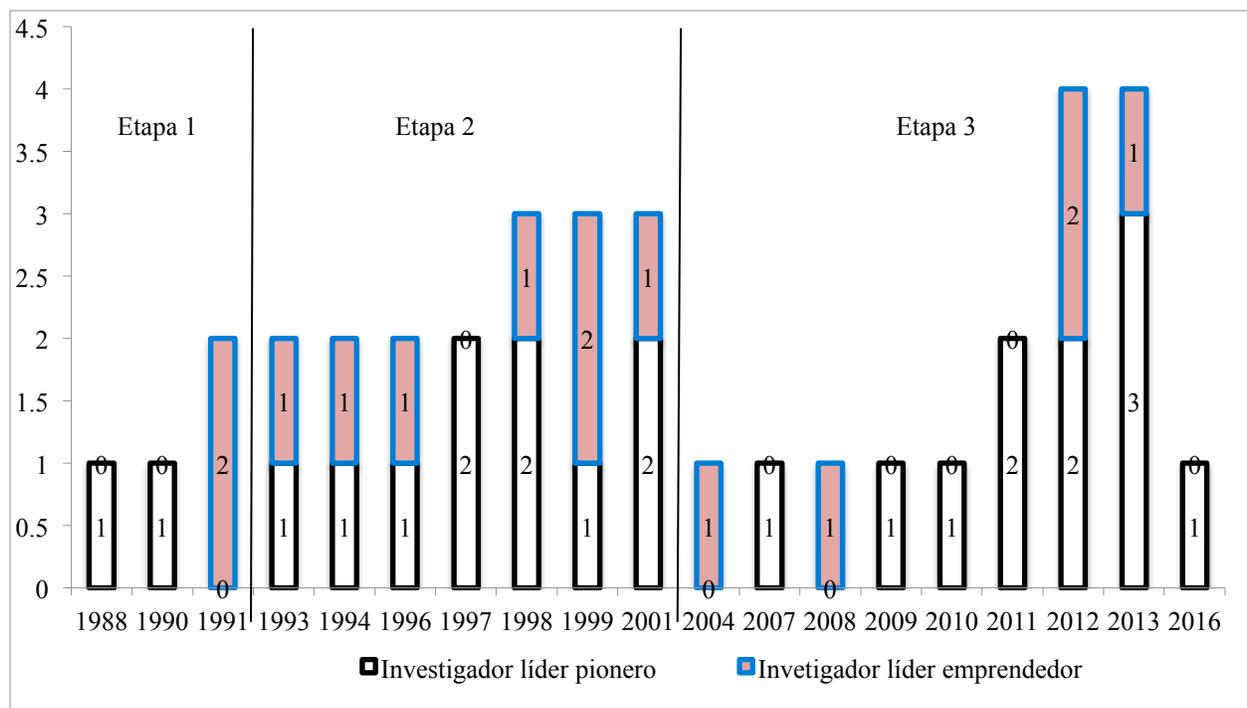
Gráfica 2. Instituto de Biotecnología-UNAM. La construcción y trayectoria de capacidades de transferencia en la universidad (número de publicaciones científicas), 1986-1991



Fuente: Elaboración propia con datos de SCOPUS (2017).

Desde su fundación el IBt-UNAM ha tenido como objetivo el desarrollo de tecnología biológica, lo que explicaría en alguna medida el elevado número de patentes vis-à-vis otros institutos de investigación de la UNAM. Alrededor de tres cuartos del total de patentes concedidas al IBt son para vacunas que se han realizado como parte de los dos científicos líderes de los once que integran el equipo de investigación del Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos (Gráfica 3).

Gráfica 3. UNAM-Instituto de Investigaciones Biomédicas. Capacidades del científico líder y el científico emprendedor (número de patentes por científico), 1988-2016



Fuente: Elaboración propia con datos de EPO (varios años).

En síntesis, el IBt-UNAM avanzó en la integración de capacidades necesarias para lograr transferir el desarrollo científico de anti venenos. Estas capacidades por lo general no son del interés o cuenta con ellas el investigador, por lo que tiene que aprenderlas o bien en el departamento o equipo de investigación se requiere complementar para lograr el proceso de transferencia. Estas actividades son realizadas por un área especializada como es la OTT y en algunos casos por el científico emprendedor. Entre los recursos financieros recibidos por las universidades, destacan las ayudas a la investigación, los proyectos de investigación, el financiamiento público y el privado. Dicha integración implicó combinar capacidades de investigación científica y emprendedora como se resume en la Tabla 1.

Tabla 1. Instituto de Biotecnología-UNAM. La construcción y trayectoria de capacidades de transferencia en la universidad, 1930s-2016

Grado/Tipo	Capacidades		
	Investigación científica (nucleares)	Emprendedoras (complementarias)	
		Organizacionales	Vinculación
Etapa 1. 1930s-1970s. <i>Capacidades de investigación científica básicas y capacidades emprendedoras incipientes</i>	Ciencia basada en sueros. Inicio años 1930s. Avances en los primeros antivenenos de primera generación.	Escasas e inmersas en habilidades del científico líder. Se gestan primeras estructuras de apoyo de transferencia en la universidad y los institutos de investigación.	Preponderantemente al interior del equipo sin patentar
Etapa 2. 1980s-1990s. <i>Capacidades científicas intermedias e integración de capacidades emprendedoras dispersas</i>	Ciencia basada en la biotecnología. Se potencializa al crearse el Instituto de Biotecnología en la UNAM. Se crean los antivenenos de segunda generación.	Intermedias. Inmersas en el equipo de investigación apoyado por un área especializada de la institución que es la Oficina de Transferencia de Tecnología	Redes con investigadores universitarios. Patentes sin comercializar
Etapa 3. 2000s a 2016. <i>Consolidación de capacidades científicas avanzadas y capacidades emprendedoras intermedias</i>	Ciencias de la vida (nanotecnología, genómica, biotecnología). Antivenenos de tercera generación o faboterápicos	El equipo y la OTT se especializa y la integra como una función emprendedora con una estrecha vinculación con otros agentes	Redes con otras universidades y empresas. Patentes transferidas

Fuente: Elaboración propia con base en entrevistas.

4. CONCLUSIONES

Uno de los dilemas en el proceso de innovación es acerca del rol que pueden desempeñar las universidades como difusoras del conocimiento científico ya sea para reflexionar acerca de los diversos fenómenos o bien para resolver problemas sociales ya sea como un apoyo comunitario o comercializando dicho conocimiento. Los resultados de la investigación universitaria pueden tomar diferentes rumbos ya sea vía la divulgación a través de publicaciones científicas incluso en las primeras etapas del descubrimiento o bien vía a través de patentes como medio de protección y posible licenciamiento. Este trabajo reflexionó acerca de cómo una universidad logra transferir un desarrollo científico al sector productivo logrando difundir investigaciones básicas para resolver y atender un problema en el sector de la salud poco atendido como son las áreas de enfermedades huérfanas (antivenenos) y con posibilidad de ampliarse a enfermedades de emergente atención como lo es la diabetes.

En la universidad, la transferencia del desarrollo científico se va construyendo y conforma un proceso de acumulación de capacidades científicas que sólo logran difundirse vía la aplicación a resolver un problema de salud, en la medida en que se logran construir capacidades emprendedoras que complementan dicho proceso y que en entornos institucionales con escasos incentivos son gestadas como un intento por impulsar su aplicación y que es realizada sobre todo por los nuevos y jóvenes investigadores que se integran al equipo inicial y que logran crear una visión, motivar e ir eliminando barreras institucionales para ir construyendo nuevas condiciones de apoyo complementario al trabajo de investigación en aspectos organizacionales, de

vinculación y financieros para avanzar en el proceso de transferencia en la institución de investigación universitaria.

Una vez que la universidad logra la transferencia de las patentes, aún se requiere que dicho desarrollo científico se avance en el proceso de escalamiento industrial para llegar a los usuarios, y que por lo general lo realiza una empresa. En esta etapa las capacidades de transferencia realizadas por la universidad quedan manteniendo dependiendo de los acuerdos con la empresa a diferentes niveles de participación, ya sea vía la consultoría o bien en el mantenimiento de proyectos conjuntos con los investigadores y los alumnos en formación.

En resumen se trata de un caso poco frecuente en el que la universidad logra crear capacidades de transferencia de un desarrollo científico mostrando los obstáculos e incentivos a lo largo de dicha transferencia al sector productivo que ha sido exitosa desde dos puntos de vista: por un lado el desarrollo científico vía la empresa ha logrado crear un producto competitivo que le ha permitido a una empresa de un país en desarrollo competir en los mercados internacionales y por otro lado contribuir en los problemas de salud de enfermedades huérfanas poco atendidas por las empresas líderes farmacéuticas evitando así cientos de muertes en aquellos países sobre todo en desarrollo en los que prevalecen animales ponzoñosos evidencia las posibilidades de transferir desarrollo e incluso avanzar en otras posibles aplicaciones de enfermedades emergentes como es la diabetes. Con ello, esperamos haber contribuido a la discusión y debate acerca del papel que puede y debe tener la universidad pública de un país en desarrollo como lo es México, en donde se muestra que las capacidades de transferencia combinan capacidades científicas y emprendedoras con las que se pueden aplicar los desarrollos científicos para resolver problemas sociales como es la salud pública.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del Proyecto CB201501-258387, *Transferencia de conocimiento orientada hacia problemas nacionales de salud: el caso de la diabetes*, CONACYT 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

- Amsden, A. e Hikino, T. 1993. 'Borrowing Technology or Innovating: An Exploration of the Two Paths to Industrial Development,' R. Thomson (ed.), *Learning and Technological Change*, New York: St. Martin's Press, pp. 243-266.
- Amsden, A. e Hikino, T. 1994. 'Project Execution Capability, Organizational Know-how and Conglomerate Corporate Growth in Late Industrialisation' *Industrial and Corporate Change*, 3(1): 111-147.
- Ankrah, S.N., y T.F.Burgessen, P.Grimshaw,N.E.Shaw, (2013), Asking both university and industry actors about their engagement in knowledge transfer: What single-group studies of motives omit, *Technovation* 33, 50-65
- 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.
- Baldini, N. (2006), "University patenting and licensing activity: a review of the literature", *Research Evaluation*, 15 (3): 197-207.
- Bell, M. y K. Pavitt (1993), Technological Accumulation and Industrial Growth: contrast between developed and developing countries, *Industrial and Corporate Change*, Vol 2. No. 2.

- Bell, M. y K. Pavitt (1995), "The Development of Technological Capabilities", en I.u. Haque (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*; pp. 69-101, Washington, The World Bank.
- Bisang, R., M. Campi M, y V. Cesa (2009), *Biotechnología y desarrollo*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- Calderón, G., Jasso J., y Torres, A. (2016). Innovación y colaboración universidad-empresa en la industria biofarmacéutica en México, C. Garrido-Noguera y D. García-Perez-de-Lema. (Coords.). *Vinculación de las universidades con los sectores productivos. Casos en Iberoamérica*, vol. 2 - Cap. 39, (pp. 125-147). Ciudad de México, México: UDUAL y la REDUE-ALCUE.
- Callejón, M., Barge-Gil, A., López, A. (2007). La cooperación público-privada en innovación a través de los Centros Tecnológicos, *Economía Industrial*, 366: 123-132.
- Casas, R., De Fuentes, C., Torres, A. y Vera-Cruz, A. (2013), "Estrategias y gobernanza del Sistema Nacional de Innovación Mexicano: Retos para un desarrollo incluyente", Dutrénit, G. y Sutz, J. (Ed), (2013), *Sistemas de Innovación para un Desarrollo Inclusivo. La experiencia latinoamericana*. Foro Científico y Tecnológico-LALICS, México City
- Cepal (s/f) CYT DES Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Manual de Políticas Públicas. En <http://www.cepal.org/cgi-bin/getprod.asp?xml=/iyd/noticias/paginas/7/31427/P31427.xml&xsl=/iyd/tpl/p18f.xsl&base=/iyd/tpl/top-bottom.xsl>
- Clark, B. (1998). *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation*, New York: International Association of Universities and Elsevier Science.
- Cohen, W.M., R.R. Nelson y J. Walsh (2002). Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. *Management Science*, 48: 1-23.
- Corona, L. y Jasso, J. (2005), "Enfoques y características de la Sociedad del Conocimiento. Evolución y perspectivas para México", Sánchez Daza *et al.* (compiladores): *Innovación en la Sociedad del Conocimiento*, BUAP, UNAM, RIDIT, CIECAS-IPN, México, pp. 9-40.
- Dosi, G., Coriat, B. y Pavitt, K. (2000), *Competences, Capabilities and Corporate Performances*, Laboratory of Economics and Management (LEM), Working Paper Series, November 2000. Sant'Anna School of Advanced Studies, Italy.
- 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.
- Edquist, Ch., y Johnson, B. (1997). "Institutions and organizations in Systems of Innovation". En Edquist, Ch. (coord) *Systems of innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Routledge, Reino Unido
- Etzkowitz, H., Andrew; W., Christiane, G. y Cantisano; B. (2000). "The Future of the University and the University of the Future: Evolution of Ivory Tower to Entrepreneurial Paradigm", *Research Policy*, vol. 29 (2).
- Fararo, T., y Skvoretz, J., (1986). "Action and Institution, Network and Function: The Cybernetic Concept of Social Structure". *Sociological Forum*, 1(2), pp. 219-250.
- Fernández Sara, L. Otero González, D. Rodeiro Pazos y A. Rodríguez, (2009), Determinantes de la capacidad de las universidades para desarrollar patentes, *Revista de la educación superior*, vol.38 no.149 México ene./mar.
- Gibbons, M. (1998). *Higher education relevance in the 21st century*, Paris: World Bank.
- Iansiti, M., y K. B. Clark. (1994) "Integration and Dynamic Capability: Evidence from Development in Automobiles and Mainframe Computers." *Industrial and Corporate Change* 3, no. 3 (1994): 557-605.
- Instituto de Biología, UNAM, Ciudad de México. <http://www.biología.unam.mx/html>
- Jasso, J., (2011) "Nota crítica. Emprendedor o emprendedurismo. Reflexiones y consideraciones de una teoría en construcción" *Hunab ku/Economía y negocios*, Number 2, Universidad del Caribe, pp. 93-99.
- Kirzner, I. (1997). Entrepreneurial discovery and the competitive market process: an Austrian approach. *The Journal of Economic Literature*, 35, 60–85.

- Leonard-Barton, D. (1992), "Core Capabilities and Core Rigidities: A Paradox in Managing New Product Development", *Strategic Management Journal*, Núm. 13, pp.111-125.
- Mansfield E. y Lee J-Y (1996) The modern university: Contributor to industrial innovation and recipient of industrial R&D support. *Research Policy* 25: 1047–1058.
- Markman, G. D., Gianiodis, P. T., Phan, P. H., & Balkin, D. B. (2005). Innovation speed: Transferring university technology to market. *Research Policy*, 34, 1058-1075.
- 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.
- Narin, F., Hamilton, K. y Olivastro D. (1997). The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy* 26:317–330.
- Prahalad, C.K. y G. Hamel (1990), "The Core Competencies of the Corporation", *Harvard Business Review*, Vol. 68, no. 3 (May-June), pp. 79-91.
- Shane, S. (2003), Entrepreneurial motivation, *Human Resource Management Review*, 13, 257-279.
- Shane, S. (2004). *Academic Entrepreneurship, University Spin-offs and Wealth Creation, New Horizons in Entrepreneurship Series*, Edward Edgar Publishing Limited.
- Shane, S., y Venkataraman, S. (2000). The promise of entrepreneurship as a field of research. *Academy of Management Review*, 25(1), 217–226.
- Schumpeter, J. A. (1934). *The theory of economic development*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Scopus (2017). <http://bibliotecas.unam.mx/index.php/conoce-recursos-electronicos/390-scopus>
- Smilor, R.W., Dietrich, G.B., & Gibson, D.V. (1993). The entrepreneurial university: the role of higher education in the United States in technology commercialization and economic development, *International Social Science Journal*, 45(135): 1-11.
- Teece, D., Pisano, D. y Shuen, A.(1990), "Firm Capabilities, Resources and the Concept of Strategy", en Working paper 90-8, Center for Research in Management, University of California, Berkeley.
- Torres, A. (2006). Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas. *Journal of Technology Management & Innovation*, 1(5), 12-24.
- Torres, A., G. Dutrénit, J. L. Sampedro, y N. Becerra (2011). What are the factors driving university-industry linkages in latecomer firms: evidence from México. *Science and Public Policy*, 38(1), February 2011, pages 31-42.
- Torres, A. y B. Castellanos, (2017), "La tercera misión de la universidad y los obstáculos para la utilización social del conocimiento", Coloquio Universidad Emprendedora, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa.
- Verspagen, B. (2006). "University research, intellectual property rights and European innovation systems", *Journal of Economic Surveys*, vol. 20, no. 4, pp. 607-6
- Zahra, S., y Dess, G. (2001). Entrepreneurship as a field of research: encouraging dialogue and debate. *Academy of Management Review*, 26(1), 8–11.