

Imagen de ar130405 de pixabay

Retos para las *spin-off* académicas en México como resultado de la valorización económica de I+D+i de las universidades

Challenges for the academic spin-offs in Mexico as a result of the economic valorization of RD & I from the universities

María Teresa Maldonado-Sada^{1*}, Frida Carmina Caballero-Rico¹, Loecelia Ruvalcaba-Sánchez²

RESUMEN

El modelo de valorización económica, de los resultados de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de las universidades, mediante la creación de empresas *spin-off*, ha demostrado tener un alto índice de éxito e impacto social en diferentes países. En las universidades de Latinoamérica se está fomentando la cultura emprendedora para su creación, por los beneficios económicos que se generan para la universidad y los investigadores participantes. El objetivo del presente trabajo fue analizar el contexto nacional e internacional de las *spin-off* académicas, para identificar algunos de los factores que favorecen u obstaculizan su creación y éxito, como estrategia para acelerar su implementación en México. Al ser un modelo recientemente introducido al país, las *spin-off* académicas requieren la creación de un nuevo marco legal dentro de las universidades para establecer con claridad beneficios y compromisos de la institución y participantes, así como, favorecer su gestión, implementación y crecimiento. Además, de encaminar los resultados de I+D+i para que puedan ser comercializables, capacitar a los investigadores en emprendimiento y propiedad intelectual, aumentar la inversión en investigación privada, y generar políticas y condiciones para incrementar el número de investigadores en México.

PALABRAS CLAVE: valorización económica, *spin-off*, *spin-off* académica, I+D, innovación.

ABSTRACT

The economic valorization model from the Research Development and Innovation (RD & I) for higher education research results through the creation of spin-offs, has demonstrated to attain a high success index and a positive social impact in several countries. Accordingly, Latin American Universities are encouraging an entrepreneurship culture for the creation of spin-offs since it leads to economic profits for both, the University and the participating researchers. The objective of this paper was to analyze the national and international context of academic spin-offs in order to identify some factors that promote or prevent their creation and success as strategy to accelerate their implementation in Mexico. Since this model has recently been introduced to the country, academic spin-offs require the creation of a new legal framework inside the universities in order to achieve two main goals: one is to establish clearly the rights and responsibilities of the institution and the participants, and the second one entails fostering their management, implementation and development. In addition, there is similarly a need to channel the RD & I results in order to transform them into marketable goods; to train researchers in entrepreneurship and intellectual property; increase private research investment, and generate policies and conditions to increase the number of researchers in Mexico.

KEYWORDS: economic valorization, spin-offs, academic spin-offs, RD & I, innovation.

*Correspondencia: mmaldonado@uat.edu.mx/ Fecha de recepción: 9 de Abril de 2018/ Fecha de aceptación: 3 de Julio de 2019/ Fecha de publicación: 29 de julio de 2019

¹Universidad Autónoma de Tamaulipas, Gestión y Transferencia del Conocimiento, Centro Universitario Adolfo López Mateos, Edificio Centro de Excelencia, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México, C. P. 87149. ²Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial Aguascalientes, CONACYT.

INTRODUCCIÓN

La creación de nuevas empresas, en particular las de base tecnológica, ha sido uno de los principales factores que favorecen el crecimiento de la economía en ámbitos locales, regionales y a nivel nacional (Lejpras, 2014). Los emprendimientos *spin-off*, como empresas de base tecnológica, han ofrecido una oportunidad para crear un cambio sustancial y positivo en los países en donde se crean (Bruton y col., 2013; Castillo-Vergara y Alvarez-Marin, 2015). Lo anterior se ha dado mediante la investigación de valor (Leten y col., 2014; Gusberty y Dewes, 2017), la transferencia del conocimiento (Audretsch, 2014) y el desarrollo tecnológico (Leten y col., 2014).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) define a las *spin-off* como: a) empresas creadas por investigadores de universidades u otras organizaciones del sector público; b) empresas emergentes de licencias de explotación de tecnologías creadas en el sector público; y c) empresas emergentes por la participación directa de fondos públicos, o que fueron creadas a partir de instituciones públicas de investigación (OCDE, 2001). Lo anterior se muestra en la de Figura 1.

Naranjo (2011), sugiere que el término *spin-off* nació en Estados Unidos en los años setenta, tomando como ejemplo la generación de empresas espontáneas e independientes que surgieron como nueva actividad de otras ya existentes, o de los laboratorios universitarios de California, en Silicon Valley. Por otra parte, Bernasconi y Jolly (2007), diferenciaron el concepto genérico de *spin-off* de la *spin-off* universitaria o académica, debido a que mientras estas últimas hacen hincapié en la transferencia de conocimiento, las primeras hacen mayor énfasis en la transferencia de personal. Técnicamente, las *spin-off* académicas se basan en la innovación y se originan de un organismo público de investigación o una institución de educación superior (Helm y Mauroner, 2007). Pueden ser de base tecnológica, de I+D+i (Czarnitzki y Ram-

mer, 2014), de servicios o negocios (Zarrabeitia y col., 2016).

La importancia atribuida a la utilización del conocimiento producido en las universidades y en las empresas, ha generado un gran interés por el estudio a profundidad de este tema, sobre todo por el impacto económico y social que puedan generar (Zucker y col., 1998). En este sentido, las *spin-off* cobran importancia dentro de un modelo de valorización económica de los resultados de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) de las universidades, ya que se ha demostrado tener un alto índice de éxito e impacto social en diferentes países desarrollados y en vías de desarrollo (Lejpras, 2014). Así mismo, se puede obtener un beneficio económico, tanto para la universidad donde se desarrolla (Castillo-Vergara y Alvarez-Marin, 2015), como para los investigadores involucrados.

El tema es reciente en México, por lo que hay pocas *spin-off* académicas reportadas en la literatura; se puede destacar a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con dos empresas exitosas: una en la Facultad de Ciencias Físicas denominada Corrosión y Protección Ingeniería, y otra, Agro&Biotecnia, en el Instituto de Biotecnología, en conjunto con el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo de Culiacán (CIAD) (Galindo y col., 2015; CCC, 2019); y a la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) con la empresa INNTECVER (CCC, 2019).

El objetivo de este trabajo fue determinar el contexto nacional e internacional de *spin-off* académicas, para identificar algunos de los factores que han favorecido o han sido un reto para su creación y éxito en las universidades, y valorarlos como parte de las estrategias de modelos de *spin-off* para su implementación en México.

Creación de *spin-off*

Las *spin-off* académicas pueden surgir del modelo de triple hélice (universidad, Estado y sector privado) (Grasmic, 2016), en donde la uni-



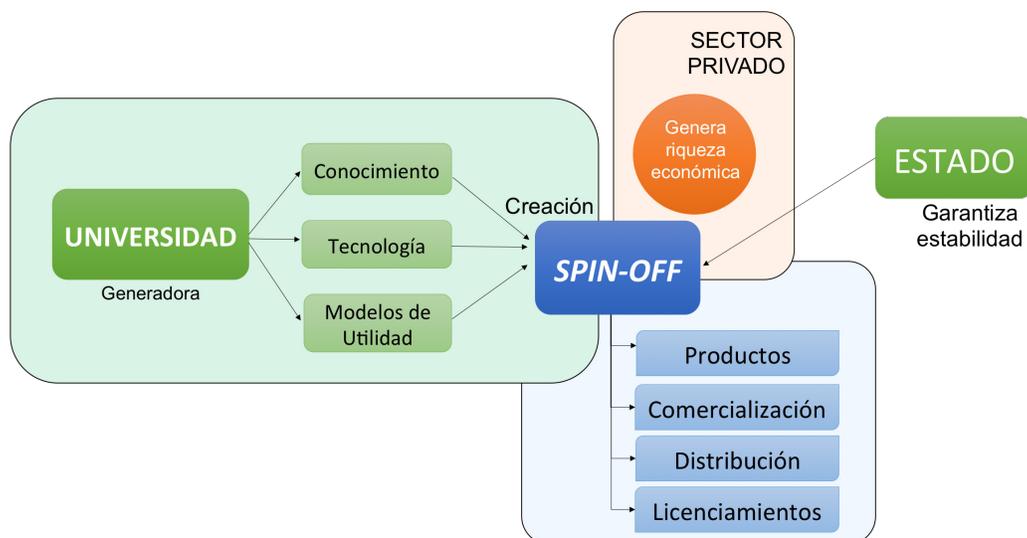
■ **Figura 1. Principales orígenes de las empresas *spin-off*. Modificado a partir de OCDE, 2001.**
 Figure 1. Main origins of Spin-off companies. Modified from OCDE, 2001.

versidad es la generadora del conocimiento, la empresa es el lugar donde se comercializa el producto o servicio, y el estado garantiza su estabilidad, el intercambio y el financiamiento de la investigación (Botero y col., 2014). Este modelo ha sido superado y se han incorporado nuevas hélices, como el sector social, que aunque no forma parte del sistema productivo, puede ser parte del conocimiento generado o el usuario que recibe la transferencia de este conocimiento o tecnología (Morales-Rubiano y col., 2015). En la Figura 2 se contemplan las hélices elementales del concepto de *spin-off* universitaria. Narváez-Vásquez y col. (2016), señalan que las *spin-off* académicas: 1) son creadas en las universidades o centros públicos de investigación; y 2) son resultado de las investigaciones del personal que funge como propietario; y se originan del emprendimiento académico. Los aspectos más importantes para la creación de las mismas son las habilidades del investigador(es), que a su vez se influyen por la creatividad, la aplicación percibida y la experiencia empresarial (Miranda y col., 2017).

Las etapas para la creación de las *spin-off* son la idea, el concepto de negocio, los recursos fi-

nancieros y la cultura emprendedora (Elpida y col., 2010). Estas etapas deben tener un soporte estructural y operacional, como las necesidades del mercado, las habilidades del capital humano, las políticas públicas, el marco jurídico, los recursos de capital y las universidades como semilleros para la creación de empresas. El desarrollo de una *spin-off* académica representa un gran reto para sus creadores, quienes se enfrentan a obstáculos importantes, particularmente porque el crecimiento de la *spin-off* se relaciona con competir en un ambiente comercial o industrial muy diferente al contexto universitario. Además de que, en muchas ocasiones, los investigadores poseen poca o nula capacitación relacionada con la gestión de negocios para explotar las oportunidades de mercado. Otras de las barreras para la creación de las *spin-off* son la falta de recursos financieros, el alto riesgo, la información de mercado, así como, falta de tiempo de los investigadores (Rodeiro-Pazos y col., 2010; Fernández-Alles y col., 2015).

Zúñiga-Zapata (2013), recomienda que las universidades interesadas en iniciar una *spin-off* realicen un análisis profundo de las condiciones que cuentan, tales como las caracte-



■ Figura 2. Concepto de *spin-off* universitaria o académica. Modificado a partir de Bernasconi y Joly (2007); Botero y col. (2014); Narváez-Vásquez y col. (2016).

Figure 2. Concept of University or Academic Spin-off. Modified from Bernasconi y Joly (2007); Botero y col. (2014); Narváez-Vásquez y col. (2016).

rísticas del investigador y compromiso emprendedor, características del entorno y de la tecnología, reconocimiento de la oportunidad emprendedora, características de apoyo o unidad de transferencia de la tecnología, marco jurídico y legal, y la disponibilidad de recursos, entre otros.

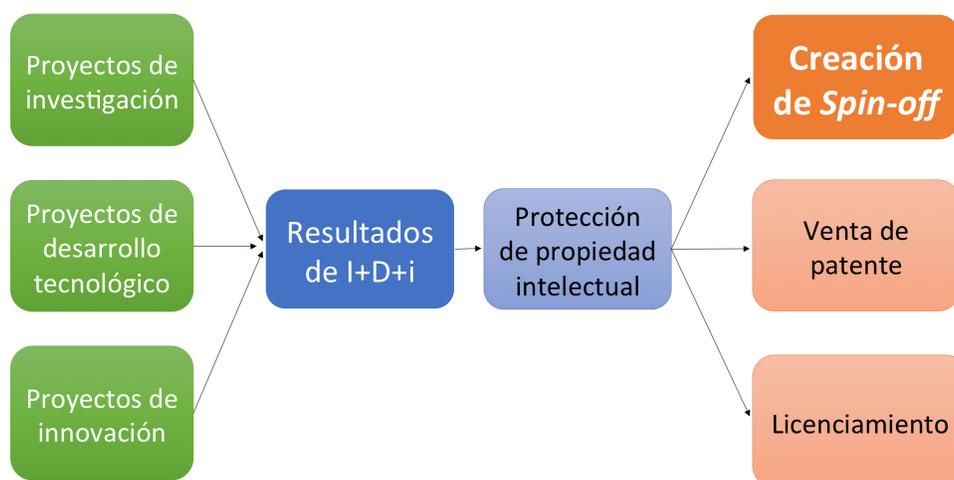
Monge y col. (2010), señalan que el conocimiento que se constituye como base de la empresa *spin-off* universitaria puede ser tácito o explícito. En ambos casos, su aprovechamiento y explotación adecuada puede producir un desarrollo empresarial, y con ello un crecimiento económico, que incide sobre la mejora competitiva del sector productivo y beneficiar a la institución educativa (Helm y Mauroner, 2007; Narváez-Vásquez y col., 2016).

Las *spin-off* y la valorización económica de las universidades

Una forma de impulsar la formación de negocios *spin-off* relacionados con nuevas tecnologías, es a través de las instituciones de educación superior (IES). Lo anterior, específicamente, por su contribución en la formación

de recursos humanos de alto nivel y la investigación aplicada, para el desarrollo de tecnología, patentes, contratos y licenciamientos (Iacobucci y Micozi, 2014). Es por ello que, las potencias mundiales tienen un alto grado de inversión en I+D+i, así como un gran número de investigadores y estudiantes trabajando en la generación y transferencia de conocimiento (Rodeiro-Pazos y col., 2010).

En la Figura 3, se muestra un esquema general de la valorización económica del conocimiento generado a través de los diferentes procesos de I+D+i universitaria, donde la creación de una *spin-off* es una manera de agregar valor comercial a los productos de una IES. En este esquema, los resultados de I+D+i de la IES, a través de distintos medios de financiamiento (recursos propios, privados, estatales o federales), tradicionalmente generan productos susceptibles para protección de propiedad intelectual, ya que es una de las vías para producir valor económico a la institución. Otras opciones son la venta y el licenciamiento de los derechos de explotación de la propiedad intelectual.



■ **Figura 3. Valorización económica de los resultados de I+D+i de una IES. Modificado a partir de los planteamientos de Helm y Mauroner (2007); Narváez-Vásquez y col. (2016).**

Figure 3. Economic value of results of RD & I from a Higher Education Institution. Modified with the approach of Helm y Mauroner (2007); Narváez-Vásquez y col. (2016).

Así mismo, las IES pueden comercializar los resultados de las investigaciones, financiadas por medios públicos mediante otras estrategias, aparte de las que se mencionan en la Figura 3. Estas pueden ser, la creación de *spin-outs*, *start-ups*, oficinas de transferencia de tecnología, incubadoras de empresas, parques científicos y tecnológicos, consultorías, centros de investigación, organizaciones regionales de innovación, centros o unidades empresariales, entre otros (Helm y Mauroner, 2007; De-Cleyne y col., 2015).

Inversión en investigación de las instituciones de educación superior

Otro factor que limita o favorece directamente la creación y éxito de las *spin-off* es la inversión destinada a I+D+i de las universidades. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), observó que algunas IES destinan un presupuesto importante en este rubro y promueven, además, la transferencia del conocimiento a la industria, mediante contratos de investigación de la IES hacia el exterior (UNESCO, 2010). En este contexto, se muestra en la Tabla 1, la inversión en I+D+i y el presupuesto total de algunas de las princi-

pales IES de Estados Unidos, Europa y América Latina. En los países de América Latina, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) y el Instituto Politécnico Nacional (IPN) se encuentran entre las universidades con mayor presupuesto total (UNAM, 2016; IPN, 2018). En cambio, otras universidades de América Latina como la Universidad de Chile (UCHILE) y la Universidad de Santiago de Chile (USACH), tienen un presupuesto escaso en comparación de los demás países (UCHILE, 2017; USACH, 2018). Entre mayor presupuesto tenga la universidad, mayor debiera de ser su inversión en I+D+i, sin embargo no siempre es así, tal es el caso del IPN con \$ 860.47 MDD, el cual, sólo invierte el 1.4 % de su presupuesto en I+D+i, mientras que la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), con \$ 394 MDD, destina el 8.6 % a este rubro (UANL, 2017; IPN, 2018).

Visto de una manera global, en la inversión que realizan distintas universidades en I+D+i destaca el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) de Estados Unidos, con un 70 % (MIT, 2016), ocupando el tercer lugar en el *ranking web* mundial de universidades; y el ETH de Zúrich, Suiza (por sus siglas en in-

■ Tabla 1. Inversión en I+D+i en algunas universidades del mundo. Modificado a partir de datos de las de las universidades y los Gobiernos del país de origen.

Table 1. Investment on RD & I in some Universities around the world. Modified with the most recent data found from the Universities and Governments of the country of origin.

Nombre de la universidad	Total del presupuesto	Inversión en I+D+i	% en I+D+i	Fuente (Presupuesto e Inversión I+D+i)	Spin-offs registradas en literatura	Fuente Spin-off	Ranking mundial (WEBOMETRICS, 2019)
MIT (EU)**	\$ 3 349.90	\$ 2 333.80	69.7	MIT, 2016	1 865	Roberts y Eesley, 2011	3
Standford Univeristy (EU)***	\$ 6 500.00	\$ 1 105.00	17.0	Stanford University, 2018	2 700	Lebret, 2010	2
ETH Zürich (Suiza)	\$ 1 770.83	\$ 1 009.38	57.0	ETH, 2015	364	ETH, 2019	27
University of Cambridge (Reino unido)**	\$ 2 554.50	\$ 682.37	26.7	CAM, 2018	135	Spinouts, 2019	11
UNAM (México)	\$ 2 150.00	\$ 569.00	26.5	UNAM, 2016	11	Torres, 2017	128
IPN (México)	\$ 860.47	\$ 12.15	1.4	IPN, 2018	0	NA	892
UANL (México)	\$ 394.00	\$ 34.00	8.6	UANL, 2017	0	NA	1320
UAT (México)	\$ 47.50	\$ 3.80	8.0	MILENIO, 2018	0	NA	3133
Universidad de Chile (Chile)*	\$ 0.99	\$ 0.18	18.2	UCHILE, 2017	10	UCHILE, 2011	371
USACH (Chile)*	\$ 0.26	\$ 0.07	27.0	USACH, 2018	2	USACH, 2019	1265
Universidad de Granada (España)**	\$ 486.36	\$ 123.57	25.4	UGR, 2018	59	UGR, 2019	226
Universidad Politécnica de Madrid (España)	\$ 288.00	\$ 163.00	56.6	UPM, 2016a	88	UPM, 2016b	323
Universidad de Sevilla (España)	\$ 357.00	\$ 126.00	35.3	USEV, 2017	18		350

Se tomaron en cuenta el promedio del tipo de cambio del año de los datos: \$ 19 MXN/USD (2017), \$ 1.2 EURO/USD; \$ 680 CLP/USD (2018); \$ 0.96 CHF/USD. *Se tomó en cuenta el Gasto en Personal en I+D+i o académico como Inversión en I+D. **La inversión para la investigación es de fuentes internas y patrocinadas. ***La inversión para la investigación es de fuentes patrocinadas.

glés: Swiss Federal Institute of Technology Zurich) (ETH, 2015), donde tienen actualmente 364 *spin-off* académicas, desde sus inicios, un poco antes del año 2000 (ETH, 2019); y la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), ambas con alrededor del 57 %, aunque con una diferencia en el *ranking* muy amplia, ubicándose en el lugar 27 y 323, respectivamente. Así mismo, aunque en la Universidad de Stanford (Stanford University, 2018), sólo se invierte el 17 % en investigación, esta inversión es completamente financiada por fuentes externas, por lo que la cantidad de *spin-off* creadas es superior a otras universidades (Tabla 1). En los países de América Latina, en inversión en I+D+i, destaca en primer lugar la USACH con 27 %, en segundo la UNAM, con un 26.5 % (UNAM, 2016); y en tercer lugar la UCHILE con un 18.2 % (UCHILE, 2017). Otras universidades en México, como la UANL, sólo destina el 8.6 % (UANL, 2017), y la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) el 8 %. (MILENIO, 2018). En España, la Universidad de Granada (UGR), la Universidad de Sevilla (US) y la UPM invierten un porcentaje arriba del 25 % a la I+D+i, esto debido a las nuevas metas trazadas por cada una de estas universidades para los próximos años (UPM, 2016a; USEV, 2017; UGR, 2018).

La Universidad de Stanford y el MIT de Estados Unidos, coinciden en que, entre mayor inversión en I+D+i destinen, mayor será el número de *spin-off*. La primera tiene 1 865 empresas *spin-off* registradas en la literatura (Roberts y Eesley, 2011) y la segunda 2 700 (Lebret, 2010). En México, por ejemplo, la universidad que tiene más posibilidades para la creación de *spin-off*, si se tomara en cuenta solo la inversión en I+D+i, es la UNAM, lo cual coincide con lo registrado en la literatura de 11 *spin-off* creadas (Torres, 2017), sin embargo, siguen siendo pocas con respecto a otras universidades con casi el mismo presupuesto para I+D+i, como la Universidad de Cambridge (CAM, 2018), donde se tienen 135 *spin-off* creadas (Spinouts, 2019). En las dos universidades chilenas analizadas (Tabla 1),

la premisa “mayor inversión en investigación, más cantidad de *spin-off*” muestra una especial particularidad, ya que ambas presentan bajo presupuesto total, pero un alto porcentaje de inversión en I+D+i, y presentan *spin-off* registradas en la literatura, contrario a lo observado en algunas de las instituciones mexicanas estudiadas (IPN, UANL y UAT). Así mismo, en España, y posteriormente en Chile, la creación e implementación de *spin-off* se ha desarrollado mucho antes que en México, por las políticas de estos países. Destaca entre ellas, la UPM con 56.6 % de inversión en investigación (UPM, 2016a) y 88 empresas *spin-off* creadas (UPM, 2016b); la UGR con 59 *spin-off* (UGR, 2019), la US con 18 *spin-off* (UPM, 2016b), y por último la UCHILE con 10 *spin-off* (UCHILE, 2011).

El éxito de las *spin-off* académicas

Las *spin-off* que han resultado más exitosas son aquellas creadas para resolver problemas de la región (Helm y Mauroner, 2007). Estas empresas pueden ser de base tecnológica o de I+D+i. Algunos ejemplos muy claros de éxito ampliamente reconocido en el mundo, por ser pioneros en la creación e implementación de *spin-off*, son las empresas que se sitúan en Estados Unidos, en el área de Silicon Valley, en California y Boston; y en Reino Unido, destacan Cambridge y Oxford. Por otro lado, el Instituto de Investigación de la Universidad de Stanford (Stanford University, 2018), en Estados Unidos, ha creado más de 60 *spin-off*, con una capitalización en el mercado de casi 20 billones de dólares. Entre los factores que han destacado para el éxito de estas *spin-off*, están los modelos de negocios de los resultados de investigación, y tener en cuenta las diferentes habilidades de cada uno de los miembros del equipo de investigación, considerando estrategias para fomentar las capacidades del equipo. Lo anterior, independientemente del perfil técnico de los investigadores. Así mismo, se debe considerar la formación en negocios para el éxito de la creación de *spin-off* (Castillo-Vergara y Alvarez-Marín, 2015). Para la supervivencia de las

spin-off también se deben de tomar en cuenta: a) el incremento en las ventas; b) crecimiento de empleos; c) rentabilidad; d) eficiencia en costos; e) oportunidad de obtener un mayor crédito bancario; f) tiempo en el mercado; y g) más apoyos de inversión de capital (Helm y Mauroner, 2007; Czarnitzki y Rammer, 2014). Además de considerar que, las *spin-off* universitarias con capital de riesgo, que exportan y poseen patentes, tienen una supervivencia mayor que el resto (Pazos y col., 2016).

Contexto mundial de las *spin-off*

En algunos países, como Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, España e Italia, se ha facilitado la creación de *spin-off* dentro de las IES. El apoyo del gobierno y de organizaciones públicas de investigación, son de suma importancia para su creación, mantenimiento y crecimiento; este apoyo se brinda a través de fondos y políticas específicas (Czarnitzki y Rammer, 2014).

En la I+D+i, el licenciamiento de tecnologías es una manera de generar ingresos para las *spin-off* y una forma de transferencia del conocimiento, por lo que es importante mencionarla. Estados Unidos, por ejemplo, lidera el licenciamiento de tecnologías en el mercado mundial generado en las IES (UNESCO, 2010; Gresser, 2014), con una cuota o tasa de licenciamiento para el 2013 de 128 billones de dólares, comparado con el total mundial de 329 billones de dólares, que es el 38.9 % de las regalías en licenciamiento de tecnologías del mundo (Gresser, 2014).

Las *spin-off* en Alemania e Italia son más recientes, y tienen su origen en las nuevas políticas y programas para la investigación pública (Czarnitzki y Rammer, 2014; Iacobucci y Micozzi, 2014; Stephan, 2014). Estas *spin-off* se desarrollan en los clústeres de IES basadas en ciencia y desarrollo tecnológico. En Italia, a través de la Agencia Italiana de Investigación sobre Nuevas Tecnologías, Energía y Desarrollo Económico Sostenible (ENEA, por sus siglas en italiano: Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo

economico sostenibile), se realizaron varios polos italianos como Parto, Sassuolo, Como, Viena y Capri; y por la Agencia de Desarrollo Económico Emilia-Romagna (ERVET, por sus siglas en italiano: Emilia-Romagna Valorizzazione Economica Territorio SpA) se produjeron centros sectoriales de servicio. Así mismo, Lombardía es el motor económico de Italia y es el responsable del 21 % del producto interno bruto (PIB) italiano, y del 30 % de las exportaciones de este país; la mayoría de las *spin-off* de Italia operan en Milán, y la mayoría de ellas obtienen financiamiento por inversión o por capital (Coletti, 2015). En Alemania, a través de la Asociación Helmholtz, se han establecido más de 175 *spin-off* directamente de los centros de investigación, como un canal importante de transferencia. Estas *spin-off* se basan en tecnologías y desarrollos específicos por científicos de todo el país, y están activas en todos los sectores tecnológicos de la economía (Helmholtz, 2019).

En España, las leyes que sustentan la creación de las *spin-off*, son la Ley Española de Patentes y la Ley Orgánica de Universidades (LOU). Estas nuevas leyes liberaron a los profesores-empresarios de sus obligaciones docentes, y como consecuencia, se generó una gran cantidad de empresas (Otrín y col., 2007). Las *spin-off* en España son de dos tipos: 1) las de negocios innovadores de las áreas de ciencias sociales y leyes (menos susceptibles para protección); y 2) las de base tecnológica, que surgen de las ciencias experimentales, logrando mejores resultados en el número de empleos generados, emprendedores con más experiencia para crear *spin-off*, mayores registros de propiedad intelectual, entre otros (Zarrabeitia y col., 2016).

En Andalucía, una región de bajo nivel económico, las universidades han considerado como factores principales para la creación de *spin-off* universitarias, que se tengan suficientes recursos y la posibilidad de vincularse con algún parque tecnológico. Sin embargo, muchas de estas empresas se quedan solamente

en la etapa previa a la incubación (Cáceres-Carrasco y Aceytuno, 2015).

En general, es posible apreciar que Estados Unidos fue el pionero en la creación de *spin-off*, por la facilidad de contar con fondos y políticas específicas. En Europa, Italia y Alemania, adoptaron el modelo y se crearon clústers en donde interactúan las universidades y las *spin-off* que surgen. En España, la implementación de *spin-off* es reciente, y se empiezan a ver resultados favorables desde que se eliminó o se redujo la carga académica a los investigadores.

Las *spin-off* en Latinoamérica

En países de Latinoamérica, la creación o implementación de *spin-off* universitarias se ha estudiado muy poco. Se reconoce que las IES han aportado esfuerzos para realizar actividades emprendedoras y de innovación. Sin embargo, las *spin-off* no han sido estimuladas desde las universidades latinoamericanas (Castillo-Vergara y Alvarez-Marin, 2015). En México, Colombia, Chile y Brasil, es un tema reciente, en gran medida por las políticas de algunos de estos países que son poco flexibles o no tienen un plan enfocado a ciertas áreas estratégicas como la propiedad intelectual (Naranjo, 2011; Jiménez y col., 2013; López-Obando, 2017). Se considera a Colombia y Brasil, como pioneros en Latinoamérica en la adopción de este tipo de valorización económica del conocimiento. Sin embargo, encontraron dificultades en la adaptación del concepto de *spin-off* por parte de la IES, debido a la falta de entendimiento o nulo marco legal y políticas públicas para su creación, lo que retrasó la aplicación exitosa de este modelo (Hernández-Mondragón y col., 2016). Se ha observado que algunos integrantes del personal académico o de investigación en las universidades latinoamericanas, optan por crear una empresa o compañía fuera de la universidad, debido a que buscan alternativas de actividades empresariales, pero la universidad no les brinda el apoyo adecuado (Meoli y Vismara, 2016). En el año 2010, en Chile, y en el 2015 en Colombia, se empezaron a establecer estra-

tegias para la creación, desarrollo y consolidación de *spin-off* para el fortalecimiento económico (Castillo-Vergara y Alvarez-Marin, 2015; López-Obando, 2017).

En Brasil, el principal motivo de la creación de las *spin-off* es el involucramiento de personal altamente capacitado con la universidad, y que, en la mayoría de los casos, continúa laborando en ella de tiempo parcial o completo. Así mismo, las nuevas empresas en Brasil se basan principalmente en la prestación de consultoría o de servicios de I+D y no en el desarrollo tecnológico (Jiménez y col., 2013).

En Colombia se utilizan las “innovaciones colaborativas”, que se basan en las alianzas para la transferencia del conocimiento de la IES con la industria (Naranjo, 2011). La primera *spin-off* denominada Conocimiento y Servicios de Ingeniería (Conoser) surgió en la Universidad de Antioquia, y para su creación requirió cuatro años de investigación, estudio de mercado y el apoyo económico gubernamental. Posterior a ella, surgieron empresas como BIOINNCO, en esta misma universidad; Place to Train, MercaLAB, Quantum, Plasma y Augura de la Universidad de EAFIT; Bioingeniería Core S.A. de la Universidad del Norte; INNPULSA y Tecno parque del Sena en la Universidad del Valle, entre otras (Botero y col., 2014).

Por otro lado, el gobierno de Chile, a través de su Política de Innovación 2010-2014, promulgó la Ley de Incentivo Tributario a la I+D, para modernizar y agilizar las agencias ejecutoras de I+D, y diseñar e implementar políticas de innovación a través de Estrategias Regionales de Innovación (Proyecto RED), aumentando hasta un 50 % los fondos gubernamentales. Actualmente, se hacen esfuerzos para la adaptación al nuevo paradigma de una universidad más emprendedora a través de *spin-off* académicas mediante fondos públicos (Castillo-Vergara y Alvarez-Marin, 2015). En general, en Latinoamérica se han hecho esfuerzos para la creación y desarrollo de

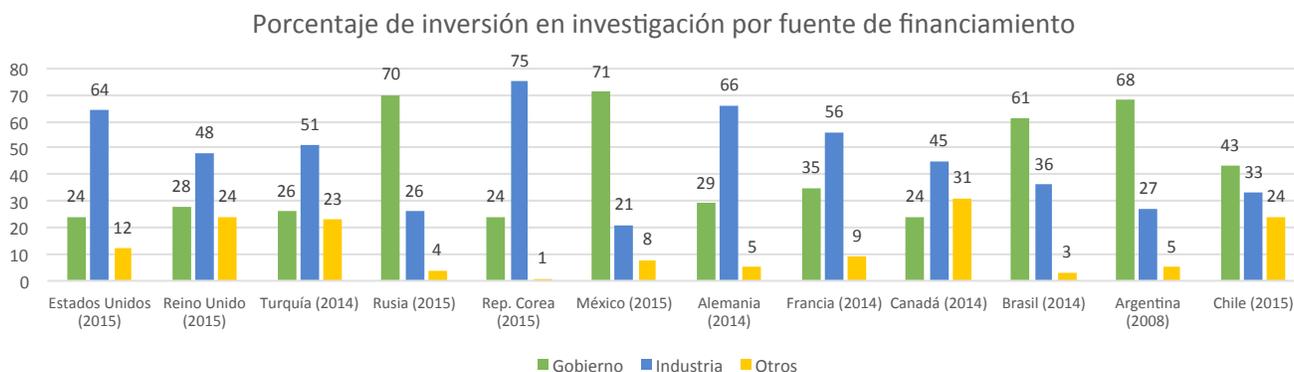
spin-off académicas. En algunos casos, como el de Chile y Colombia, a través de los gobiernos, o como en Brasil, y recientemente en México, a través de las propias universidades. Sin embargo, sigue habiendo retos y oportunidades para facilitar su mantenimiento y éxito.

Las *spin-off* en México y casos de éxito

El gobierno mexicano ha mantenido interés en la creación y desarrollo de empresas de base tecnológica, incluyendo la creación de las *spin-off*. Sin embargo, los resultados no han sido los esperados. El crecimiento de empresas de base tecnológica o de alta tecnología es muy bajo, ya que las grandes empresas son las que tienen los recursos que se necesitan para incubar proyectos tecnológicos, pero en su conceptualización, la empresas de base tecnológica debieran formarse con poco capital humano de alta especialidad y estar relacionadas con las universidades, institutos o centros de investigación (Merrit, 2012). Así mismo, hay una escasa cultura de inversión en ciencia y tecnología por parte la iniciativa privada, ya que el gobierno invierte más en este rubro que la industria. Se puede observar en la Figura 4, que la inversión pública de México es del 71 %, seguido de Rusia con el 70 %, y de Argentina con el 68 %. Por otro lado, en los países desarrollados, la inversión pública es igual o inferior al 35 % (UNESCO, 2015).

Algunas universidades, en México, ya están haciendo los primeros esfuerzos de valorización económica de I+D+i a través de *spin-off* académicas, en las que los investigadores siguen siendo parte de la universidad donde se desarrolla la empresa. Apenas en los últimos 4 años se empiezan a ver casos de éxito de *spin-off* académicas, especialmente de la UNAM. Uno de estos casos es el de la empresa “Corrosión y Protección Ingeniería”, desarrollada por el Dr. Lorenzo Martínez Gómez, investigador del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM. Esta *spin-off* tiene la licencia exclusiva del programa de certificación y capacitación de ingenieros y técnicos en control de corrosión más reconocido en el mundo (CCC, 2019).

El Instituto de Biotecnología (IBt) de la UNAM, es el que cuenta con más casos de éxito recientes de empresas *spin-off*, en las que algunos investigadores siguen siendo parte de la UNAM y accionistas de sus empresas; y otros, donde el investigador decide emprender su camino fuera de la universidad, formando una nueva empresa *spin-off*, siendo licenciarios de la tecnología que desarrollaron como investigadores o estudiantes del IBt. Tal es el caso de la empresa GIFISA (Grupo Alimentario Farmacéutica Industrial SAPI de C.V), fundada por el Dr. Alejandro Torres Gavilán, quien trabajando en equipo con otros



■ Figura 4. Distribución de inversión en investigación por fuente de financiamiento. Modificado a partir de datos del instituto de estadística de la UNESCO (2015).

Figure 4. Distribution by founding sources in different countries in 2015. Modified with data from UNESCO Institute of Statistics (2015).

3 investigadores, creó esta empresa por su investigación en la extracción y síntesis de capsaicinoides durante su maestría y doctorado. El Dr. Torres mencionó que, al día de hoy, GIFISA es exitosa gracias a la vinculación que tuvo con el IBt y la OTT “Inno-Ba” de la UNAM, y por poder contar con un apoyo del programa FINNOVA, así mismo, por la gran competencia, cobijo y respaldo de Inno-Ba, y por ser el pilar de su desarrollo e innovación en el futuro de esta *spin-off* (CCC, 2019).

Otro caso de éxito, es el desarrollo del biofungicida FUNGIFREE AB. Este producto es resultado de un proyecto del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD). Después de presentarse en un congreso del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) se empezó una investigación conjunta con el Instituto de Biotecnología de la UNAM, y se optó por su protección a través de una patente ante el IMPI (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial) por medio de las IES. Los investigadores ofrecieron el licenciamiento de la tecnología a las empresas productoras de mango, sin tener ningún éxito, por lo que se fundó la *spin-off* Agro&Biotecnía para su comercialización. Por lo anterior, se obtuvo apoyo por el Fondo Mixto de Conacyt y el estado de Morelos para industrializar el producto, lograr los registros de efectividad biológica de inocuidad, efectuar el trámite de la patente en otros países y desarrollar un plan de negocios de la empresa. Sin embargo, uno de los principales retos para el buen funcionamiento de la *spin-off* fue el licenciamiento de la patente y las negociaciones con los investigadores socios de la empresa. Esto debido a que la UNAM no contaba con marco legal de este tipo de transferencia tecnológica (Galindo y col., 2015). El éxito de la empresa, no sólo se obtuvo por un buen producto o un resultado de investigación, sino por la visión multidisciplinaria de la protección industrial y de la comercialización del producto. Así mismo, fue importante el recurso humano de alta capacidad para la producción del biofungicida, y para el futuro desarrollo

de productos con valor agregado en el área de la biotecnología (Galindo y col., 2015).

En este contexto, se presenta el caso de la creación de la *spin-off* INNTECVER, que surge del desarrollo de la antena más pequeña del mundo para televisión abierta. Esta empresa fue fundada por la Dra. Tecpoyotl Torres, de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM). Esta empresa fue seleccionada en el programa de becas “Líderes en Innovación 2015”, que patrocinan Newton Foundation y la Academia Real de Ingeniería de Reino Unido, donde eligen casos de éxito de transferencia tecnológica y emprendimiento (CCC, 2019).

En estos tres casos de éxito de *spin-off* académicas en México, se puede identificar que, para su creación, las IES presentan tres elementos importantes: 1) el fomento a la cultura emprendedora; 2) la oferta de servicios tecnológicos de las IES; y 3) la creación y estabilización de incubadoras de empresas (Santamaria-Velasco y Brunet-Icart, 2014).

El 89.6 % de las IES mexicanas promueven la cultura emprendedora, y el 85.6 % de ellas tiene algún programa académico con relación a la cultura emprendedora, a través de: 1) eventos de emprendimiento; 2) cursos, talleres, seminarios y lecturas; 3) eventos de creatividad; 4) promover en los estudiantes su participación en eventos de emprendimiento fuera de la IES; y 5) promover en los estudiantes la participación en eventos de creatividad fuera de la IES. En cuanto al 89.6 % de las IES que promueven la cultura emprendedora, resaltan las universidades públicas federales, con una promoción de sólo 50 %, mientras las universidades públicas estatales tienen un 96.9 % (Santamaria-Velasco y Brunet-Icart, 2014).

De acuerdo con la literatura, uno de los modelos que se pueden aplicar para establecer la creación de *spin-off* exitosas y/o emprendimiento académico en México, es el modelo “Investigación-Ecosistema-Gente-Propiedad

Intelectual-Transferencia-Alineación” (REPITA, por sus siglas en inglés: Research-Ecosystem-People-Intellectual Property-Transfer-Alignment), debido a que en este modelo se toma en cuenta: 1) promover la investigación aplicada; 2) ecosistema emprendedor: catalizar *spin-off* combinando recursos e incentivos; 3) recursos humanos: equipos emprendedores con habilidades de alta especialización; 4) transferencia tecnológica: llevar a cabo una estrategia de entrada y salida; y 5) enfocar: alinear la tecnología con la incubación empresarial (Cantu-Ortiz y col. 2017). Lo anterior, independientemente de si la universidad, o el instituto, tiene bajo perfil emprendedor. Este modelo es una propuesta de mejora al “Ecosistema Emprendedor” del Tecnológico de Monterrey, hacia programas de “Células de Incubación”, donde se introducen: las habilidades de investigación de graduados, el emprendimiento de base tecnológica y la transferencia de tecnología a través de *spin-off* (Cantu-Ortiz y col., 2017).

Retos para las *spin-off* en México

La creación de las *spin-off*, en las universidades de México, se puede facilitar a través de los nuevos desarrollos científicos y tecnológicos, en conjunto con la capacidad para conocer la demanda del mercado (empresas) y transferir este conocimiento (Torres y Jasso, 2019). Sin embargo, algunos de los retos de la implementación de *spin-off* en México, incluyen: a) la estructura legal e institucional de sus universidades; b) el número y las características de los investigadores dedicados a la generación de conocimiento; c) poca noción sobre negocios o emprendimiento de los investigadores; y d) la inversión en investigación de las universidades (Santamaria-Velasco y Brunet-Icart, 2014; Galindo y col., 2015; Hernández-Mondragón y col., 2016; Cantu-Ortiz y col., 2017).

a) La estructura legal e institucional de sus universidades:

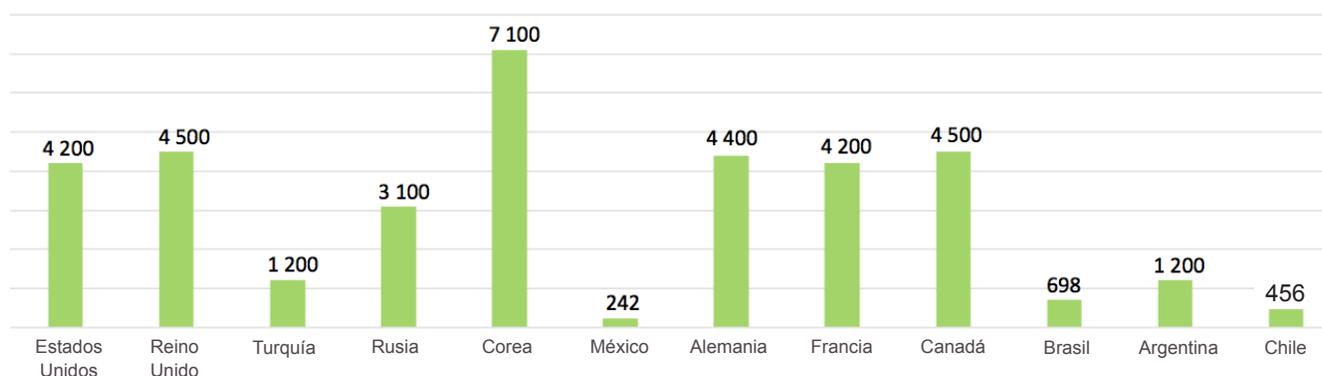
Algunos investigadores de México están interesados en comercializar los productos de sus investigaciones. Sin embargo, hay conflic-

to de interés dentro de la Ley General de Responsabilidades Administrativas, debido a que la investigación se realiza dentro de instituciones públicas, es decir, que los investigadores son servidores del gobierno de acuerdo con la ley. Por lo tanto, la transferencia tecnológica y la comercialización de su investigación es un conflicto de interés bajo este marco legal. Otros factores son, la falta de claridad de las regulaciones institucionales para que los investigadores sean socios de sus propias compañías, y la falta de financiamiento (Hernández-Mondragón y col., 2016).

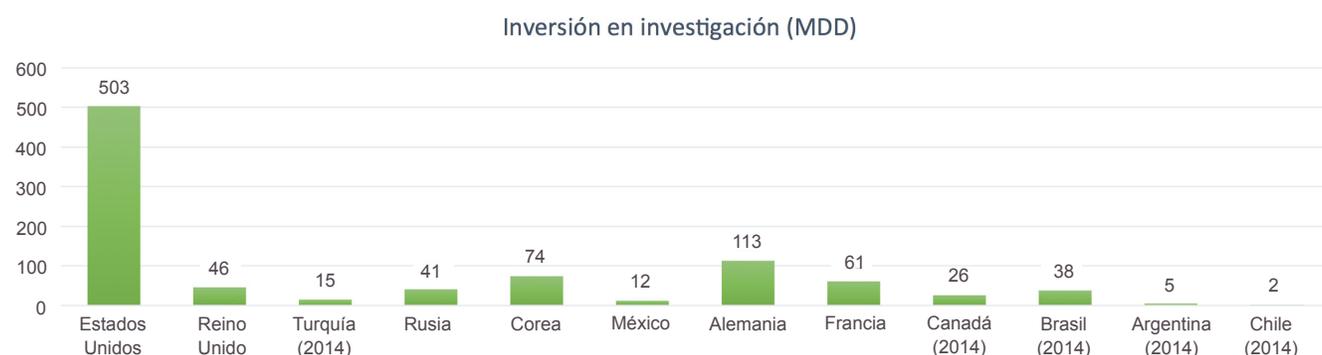
b) Número y características de los investigadores: En 2017, de los 54 180 investigadores de México, sólo se encontraban asociados al Sistema Nacional de Investigadores (SNI), 27 017 investigadores (Conacyt, 2017). El número total de investigadores en México es relativamente bajo, en comparación con la población del país, toda vez que hay 242 investigadores por millón de habitantes (Figura 5) (UNESCO, 2015). Como puede verse, México está muy por debajo de países más desarrollados en I+D+i, como Alemania y Corea, o en los países donde las *spin-off* académicas han hecho crecer la economía, como Estados Unidos y Reino Unido. Así mismo, de países en vías de desarrollo, como Brasil, Argentina y Chile, donde el número de investigadores también es mayor que el de México.

c) Poca noción sobre negocios o emprendimiento entre los investigadores:

Dentro de las deficiencias que enfrenta el país, para contar con un modelo exitoso, se puede destacar: las habilidades de investigación, alta tecnología y la transferencia tecnológica (Cantu-Ortiz y col., 2017). Lo que preocupa más son los Centros de Investigación Pública con un escaso 26.7 % como anfitriones de eventos de cultura emprendedora, y entre un 0 % y 18.2 % de actividades de emprendimiento dentro de los institutos. Lo anterior resulta en la falta de comercialización de los resultados de investigación (Santamaria-Velasco y Brunet-Icart, 2014). En las universidades de México hay poca cultura emprendedora, a pe-



■ **Figura 5. Investigadores en algunos países del mundo. Modificado a partir de datos del Instituto de Estadística de la UNESCO (2015).**
 Figure 5. Researchers in some countries around the world. Modified with data from UNESCO Institute for Statistics (2015).



■ **Figura 6. Inversión en investigación de algunos países del mundo (UNESCO, 2015).**
 Figure 6. Research investment in some countries (UNESCO, 2015).

sar de los esfuerzos por fomentarla, por lo que los profesores y estudiantes dedicados a la investigación, aunque tienen gran capacidad de producción, la falta de capacitación en el área de emprendimiento o negocios y propiedad intelectual, influye negativamente en la creación de *spin-off*.

d) Inversión en investigación de las universidades:

México invierte más en I+D (12 MDD) que otros países de Latinoamérica, como Argentina (5 MDD) y Chile (2 MDD), sin embargo, no es suficiente la inversión. El porcentaje de inversión privada y la cantidad destinada con respecto al PIB (0.48 %) es de las más bajas

del mundo (Conacyt, 2017). En Estados Unidos y Alemania, donde existen más casos de éxito de *spin-off* académicas, se invierten 503 y 113 millones de dólares, respectivamente (Figura 6). Es decir, entre mayor inversión reciban los investigadores, se podrían generar más ingresos para el país a través de la creación de *spin-off* universitarias.

CONCLUSIONES

En México, uno de los factores determinantes y limitantes para la implementación de *spin-off* académicas, como parte de la valorización económica de los resultados de I+D+i en las universidades, son el marco administrativo y legal, por lo que no quedan claros los benefi-

cios de los investigadores al crear una *spin-off* en la universidad, como por ejemplo, el porcentaje de participación correspondiente a cada investigador por la venta de patentes o licenciamientos de desarrollos tecnológicos o científicos, entre otros. Así mismo, como es un tema reciente en México, en las universidades hay poca cultura emprendedora, sobre todo en la academia y entre los investigadores, sin embargo, hay reportes de éxito de *spin-off* que se han creado desde las universidades. Otro factor que obstaculiza la creación de *spin-off*, es el reducido número de investigadores y poca inversión en I+D+i en las universidades. En los gobiernos de otros países, como España, Chile y Colombia, se hicieron políticas específicas para la creación de *spin-off*, y se han visto resultados favorables, a pesar de que la inversión en investigación no es tan grande como la que se realiza en países desarrollados. En Estados Unidos y Reino Unido, la inversión en investigación es mayor que en México, y la creación de *spin-off* es un éxito en las universidades más reconocidas de estos países como en el MIT, Stanford, Cambridge, entre otras. Esto permite conocer los factores que fueron determinantes para su éxito, como la visión multidisciplinaria entre

un grupo y/o varias instituciones hacia un fin común de comercializar los resultados de investigación (valorización económica de la investigación), a través de una empresa con personal altamente calificado para el desarrollo tecnológico, con el apoyo de las IES de origen y los distintos órganos de gobierno. Así mismo, conocer las limitaciones y retos que han enfrentado las *spin-off* académicas, en países de Latinoamérica, especialmente para México, permite generar nuevas propuestas para que la creación e implementación de *spin-off* sea más fluida. Con base en la revisión de la literatura, se propone para México, implementar el modelo REPITA de *spin-off* académicas, debido a que toma en cuenta las condiciones de una economía en desarrollo, las habilidades investigativas, la alta tecnología y la transferencia tecnológica. Así mismo, sería importante empezar a aplicarlo en universidades públicas, específicamente en las universidades autónomas, ya que los casos reportados de *spin-off* académicas en México han sido desarrollados en estas universidades. Sería interesante también conocer las condiciones de las universidades autónomas de México, y encontrar los factores que han favorecido la creación de *spin-off*.

REFERENCIAS

- Audretsch, D. B. (2014). From the entrepreneurial university to the university for the entrepreneurial society. *The Journal of Technology Transfer*. 39(3): 313-321.
- Bernasconi, M. and Jolly, D. (2007). The size and the characteristics of the hightech spin-off phenomenon in Sophia Antipolis. In F. Therin (Ed.), *Handbook of Research on Techno-Entrepreneurship* (pp. 12-16). EDHEC Business School, France: Edward Elgar Publishing.
- Botero, R., Gómez, S., Giraldo, J. C., Castro, C. A., and Charry, W. P. (2014). Implementación de *spin off* en el área de informática en Colombia. *Ingenierías USB-med*. 5(2): 12-17.
- Bruton, G., Ketchen, D., and Ireland, D. (2013). Entrepreneurship as a solution to poverty. *Journal of Business Venturing*. 28(6): 683-689.
- CAM, University of Cambridge (2018). Reports and Financial Statements 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.cam.ac.uk/system/files/uoc_annual_report_2018.pdf. Fecha de consulta: 25 de junio de 2019.
- Cáceres-Carrasco, F. R. y Aceytuno, M. T. (2015). Academic spin-offs incubation strategies: the case of the Andalusian region. *Cuadernos de Gestión*. 15(2): 113-142.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2017). Ley General de Responsabilidades Administrativas, en *Diario Oficial de la Federación*. [En línea]. Disponible en: <https://declaranet.gob.mx/docs/LGRA.pdf>. Fecha de consulta: 10 de junio de 2019.
- Cantu-Ortiz, F. J., Galeano, N., Mora-Castro, P., and Fangmeyer, J. Jr. (2017). Spreading academic entrepreneurship: Made in Mexico. *Business Horizons*. 60(4): 541-550.
- Castillo-Vergara, M. y Alvarez-Marin, A. (2015).

La transferencia de investigación en Instituciones de Educación Superior mediante *spin-off*. *Actualidades Investigativas en Educación*. 15(3): 1-23.

Coletti, M. (2015). Dati Sulla Lombardia, Highlits, News: "Milan is a cluster of Innovation". *Invest in Lombardy*. [En línea]. Disponible en: <http://www.investinlombardyblog.com/2016/10/milan-is-a-cluster-of-innovation/>. Fecha de consulta: 15 de enero de 2018.

Conacyt, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2017). Informe general del estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. [En línea]. Disponible en: <http://www.siicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion/informe-general-2017/4813-informe-general-2017/file>. Fecha de consulta: 20 de noviembre de 2018.

CCC, Consejo Consultivo de Ciencias (2019). *Spin-offs* de México. *Consejo Consultivo de Ciencias*. [En línea]. Disponible en: <http://www.cccciencias.mx/es/spin-offs.html>. Fecha de consulta: 15 de marzo de 2019.

Czarnitzki, D. and Rammer, C. (2014). University spin-offs and the "performance premium". *Small Business Economy*. 13(2): 309-326.

De-Cleyn, S. H., Braet, J., and Klofsten, M. (2015). How human capital interacts with the early development of academic spin-offs. *International Entrepreneurship and Management Journal*. 11(3): 599-621.

Elpida, S., Galanakis, K., Bakouros, I., and Platias, S. (2010). The Spin-off Chain. *Journal of Technology Management & Innovation*. 5(3): 51-68.

ETH (2015). ETH Zurich, Swiss Federal Institute of Technology in Zurich. [En línea]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/ETH_Zurich. Fecha de consulta: 12 de enero de 2018.

ETH (2019). ETH spin-off machine running at full speed. [En línea]. Disponible en: <https://www.ethz.ch/en/news-and-events/eth-news/news/2019/01/eth-spin-off-machine-running-at-full-speed.html>. Fecha de consulta: 25 de junio de 2019.

Fernández-Alles, M., Camelo-Ordaz, C., and Franco-Leal, N. (2015). Key resources and actors for the evolution of academic spin-offs. *Journal of Technology Transfer*. 40(6): 976-1002.

Galindo, E., Serrano-Carreón, L., Gutiérrez, C. R., Balderaz-Ruíz, K. A., Muñoz-Celaya, A. L., Mezo-Villalobos, M. y Arroyo-Colín, J. (2015). Desarrollo Histórico y los Retos Tecnológicos y Legales para Comercializar Funifree AB, el primer Biofungicida 100 % mexicano. *TIP Revista Especializada en*

Ciencias Químico-Biológicas. 18(1): 52-60.

Grasmic, K. (2016). Academic spin-offs as triple hélix element: Case-Study of Russian Regions. *Journal of Technology Management & Innovation*. 11(3): 127-136.

Gresser, E. (2014). U.S. share of world intellectual property revenue – 39 percent. *Progressive Economy*. [En línea]. Disponible en: http://progressive-economy.org/trade_facts/u-s-share-of-world-intellectual-property-revenue-39-percent/. Fecha de consulta: 1 de enero de 2018.

Gusberti, T. and Dewes, M. (2017). Impact evaluation for University-Business Cooperation and Technology Transfer in higher education systems: cluster analysis. *Production*. 27.

Helm, R. and Mauroner, O. (2007). Success of research-based spin-offs. State-of-the-art and guidelines for further research. *Review of Managerial Science*. 1(3): 237-270.

HELMHOLTZ (2019). Spin-off companies. [En línea]. Disponible en: https://www.helmholtz.de/en/transfer/technology_transfer/projects_and_initiatives/spin_off_companies/spin_offs/. Fecha de consulta: 4 de marzo de 2019.

Hernández-Mondragón, A. C., Herrera-Estrella, L., and Kuri-Haruch, W. (2016). Legislative environment and other factors that inhibit transfer of Mexican publicity funded research into commercial ventures. *Technology in Society*. 46: 100-108.

Iacobucci, D. and Micozzi, A. (2014). How to evaluate the impact of academic spin-offs on local development: an empirical analysis of the Italian case. *The Journal of Technology Transfer*. 40(3): 434-452.

IPN, Instituto Politécnico Nacional (2018). Presupuesto 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.ipn.mx/assets/files/secgeneral/docs/cgc/CGC%202017/2-SO-XXXVI-PRES.pdf>. Fecha de consulta: 25 de junio de 2019.

Jiménez, C. N., Maculan, A., Otálora, I., Moreira Cunha, R. y Castellanos, O. (2013). *Reflexiones sobre los mecanismos de transferencia de conocimiento desde la universidad: el caso de las Spin-off*. [En línea]. Disponible en: http://www.altec2013.org/programm_e_pdf/1119.pdf. Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2017.

Lebret, H. (2010). Stanford University and High-Tech Entrepreneurship: an empirical study. *SSRN Electronic Journal*. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/228315334_

Stanford_University_and_High-Tech_Entrepreneurship_An_Empirical_Study. Fecha de consulta: 20 de junio de 2019.

Lejpras, A. (2014). How innovative are spin-offs at later stages of development? Comparing innovativeness of established research spin-offs and otherwise created firms. *Small Business Economics*. 43(2): 327-351.

Leten, B., Landoni, P., and Van-Looy, B. (2014). Science or graduates: How do firms benefit from the proximity of universities? *Research Policy*. 43(8): 1398-1412.

López-Obando, P. (2017). Surgimiento de empresas catalogadas como *spin-off* universitarias en Colombia, análisis desde la gerencia de proyectos (fase 1). *Revista Escuela de Administración de Negocios*. 82: 61-72.

Meoli, M. and Vismara, S. (2016). University support and the creation of technology and nontechnology academic spin-offs. *Small Business Economics*. 47(2): 345-362.

Merrit, H. (2012). Las empresas mexicanas de base tecnológica y sus capacidades de innovación: una propuesta metodológica. *Trayectorias*. 34: 27-50.

MILENIO (2018). "UAT tendrá 2 mil 500 mdp de presupuesto para 2018", en *Periódico Milenio*. [En línea]. Disponible en: http://www.milenio.com/region/presupuesto_uat_2018-milenio_noticias_0_1102090006.html. Fecha de consulta: 20 de enero de 2018.

Miranda, F. J., Chamorro-Mera, A., and Rubio, S. (2017). Academic entrepreneurship in Spanish universities: An analysis of determinants of entrepreneurial intention. *European Research on Management and Business Economics*. 23(2): 113-122.

MIT, Instituto Tecnológico de Massachussets (2016). MIT Facts, Financial Data. [En línea]. Disponible en: <http://web.mit.edu/facts/finacial.html>. Fecha de consulta: 10 de enero de 2018.

Monge, M., Briones, A. y García, D. (2010). La creación de *spin-off* universitaria: caso del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). *Cuadernos de Administración*. 27(43): 23-38.

Morales-Rubiano, M., Sanabria-Rangel, P. y Caballero-Martínez, D. (2015). Características de la Vinculación Universidad-Entorno en la Universidad Nacional de Colombia. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*. 23(1): 189-208.

Naranjo, G. (2011). *Spin-off* académica en Colombia: estrategias para su desarrollo. *Multiciencias*. 11(1): 35-45.

Narváz-Vásquez, G., Maridueña, A., Milton, R.,

Chávez-Ferreiro, J. y González-Garcilazo, M. A. (2016). Las *spin-off* universitarias: revisión de la literatura sobre la ambigüedad del constructo. *Revista Global de Negocios*. 4(7): 95-108.

OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2001). Introduction: The New Spin on Spin-offs. [En línea]. Disponible en: <http://www.oecd.org/sti/inno/introductionthenewspinonspin-offs.htm>. Fecha de consulta: 26 de septiembre de 2016.

Otrín, P., Salas, V., Trujillo, M. y Vendrell, F. (2007). El *spin-off* universitario en España como modelo de creación de empresas intensivas en tecnología. Estudio DGPYME. [En línea]. Disponible en: <http://www.ipyme.org/Publicaciones/Informe%20spinnoff.pdf>. Fecha de consulta: 27 de octubre de 2014.

Pazos, D. R., Bua, M. M. V., López, S. F. y Gulías, M. J. R. (2016). Análisis de la supervivencia de las *spin-offs* universitarias creadas en España: Factores diferenciales respecto a empresas similares. *Investigaciones de Economía de la Educación*. 1(11): 435-4549.

Roberts, E. B. y Eesley C. E. (2011). Entrepreneurial Impact: The Role of MIT – An Updated Report. *Foundations and Trends in Entrepreneurship*. 7(1-2): 1-149.

Rodeiro-Pazos, D., Fernández-López, S., Otero-González, L. y Rodríguez-Sandiás, A. (2010). Factores determinantes de la estructura de capital de las *spin-offs* universitarias. *Academia. Revista Latinoamericana de Administración*. 44: 65-98.

Santamaria-Velasco, C. y Brunet-Icart, I. (2014). Creación de empresas y *spin-off* universitarias en México. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*. 5(9): 16-41.

Spinouts (2019). UK University Listings Spinouts, From Research to Market. [En línea]. Disponible en: <http://www.spinoutsuk.co.uk/listings/university-listings/default.aspx>. Fecha de consulta: 26 de junio de 2019.

Stanford University (2018). Stanford Facts 2018-2019. [En línea]. Disponible en: <http://facts.stanford.edu/administration/finances>. Fecha de consulta: 25 de marzo de 2019.

Stephan, A. (2014). Are public research spin-offs more innovative? *Small Business Economy*. 43(2): 353-368.

Torres, I. (2017). Diseña UANL programa de emprendimiento e innovación. Foro Consultivo. [En

línea]. Disponible en: <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/boletines-de-prensa/diseña-uanl-programa-de-emprendimiento-e-innovación>. Fecha de consulta: 22 de junio de 2019.

Torres, A. y Jasso J. (2019). Capabilities and knowledge transfer: evidence from a university research center in the health area in Mexico. *Contaduría y Administración, Especial Innovación*. 64(1): 1-16.

UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2010). Informe de la UNESCO Sobre la Ciencia 2010. [En línea]. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001898/189883S.pdf>. Fecha de consulta: 10 de junio de 2017.

UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (2015). Global overview of the numbers of researchers. [En línea]. Disponible en: tellmaps.com/uis/rd/#!/tellmap/187250920. Fecha de consulta: 2 de enero de 2017.

UANL, Universidad Autónoma de Nuevo León (2017). Presupuesto de Ingresos y Egresos del 2017. [En línea]. Disponible en: http://www.transparencia.uanl.mx/informacion_presupuestal/presupuesto_2017/archivos/presupuesto_2017.pdf. Fecha de consulta: 9 de enero de 2018.

UCHILE, Universidad de Chile (2011). Diez *spin off* desde la Universidad de Chile. [En línea]. Disponible en: <http://www.uchile.cl/noticias/69255/diez-spin-off-desde-la-universidad-de-chile>. Fecha de consulta: 26 de junio de 2019.

UCHILE, Universidad de Chile (2017). Aprueba balance de ejecución presupuestaria año 2017 de la Universidad de Chile. [En línea]. Disponible en: <http://web.uchile.cl/transparencia/archivos/iep2017.pdf>. Fecha de consulta: 26 de junio de 2019.

UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México (2016). Aprueba UNAM su presupuesto para 2017. *Boletín UNAM-DGCS-860, Antigua Escuela de Medicina*. [En línea]. Disponible en: http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_860.html. Fecha de consulta: 7 de enero de 2018.

UGR, Universidad de Granada (2018). Presupuesto 2018 definitivo. [En línea]. Disponible en: https://gerencia.ugr.es/pages/vger_eco/presupuestos/presupuesto2018definitivo. Fecha de consulta: 25 de junio de 2019.

UGR, Universidad de Granada (2019). *Spin-off* de la UGR. *Oficina de Transferencia y Resultados de Investigación*. [En línea]. Disponible en: <https://spinoff.ugr.es/showcase/>. Fecha de consulta: 26 de junio de 2019.

es/showcase/. Fecha de consulta: 26 de junio de 2019.

UPM, Politécnica de Madrid (2016a). Presupuestos 2016. [En línea]. Disponible en: <http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Vicerrectorado%20de%20Asuntos%20Economicos/Area%20de%20Gestion%20Economica%20y%20Financiera/Presupuestos/presupuesto2016/Presupuesto%202016.pdf>. Fecha de consulta: 11 de enero de 2018.

UPM, Universidad Politécnica de Madrid (2016b). La UPM, líder en transferencia de conocimientos entre las universidades españolas. [En línea]. Disponible en: <http://www.upm.es/UPM?fmt=detail&prefmt=articulo&id=9a0bff265b425510VgnVCM10000009c7648a>. Fecha de consulta: 27 de junio de 2019.

USACH, Universidad de Santiago de Chile (2018). Aprueba presupuesto de ingresos y gastos de año 2018 de la Universidad Santiago de Chile. [En línea]. Disponible en: https://www.transparenciaactiva.usach.cl/sites/default/files/paginas/aprueba_presupuesto_2018.pdf. Fecha de consulta: 26 de junio de 2019.

USACH, Universidad de Santiago de Chile (2019). Emprendimiento incubado en Innovo distinguido por Banco Santander. [En línea]. Disponible en: <https://www.usach.cl/news/emprendimiento-incubado-innovo-distinguido-banco-santander-1>. Fecha de consulta: 26 de junio de 2019.

USEV, Universidad de Sevilla (2017). Presupuesto 2017. [En línea]. Disponible en: <http://servicio.us.es/gesteco/presupuesto-cuenta/presupuesto-2017/presupuesto2017.pdf>. Fecha de Consulta: 10 de enero de 2018.

WEBOMETRICS (2019). Ranking web de Universidades. [En línea]. Disponible en: <http://webometrics.info/es/WORLD>. Fecha de consulta: 25 de junio de 2019.

Zarrabeitia, E., Ruiz-de-Arbulo, P., and Diaz-de-Basurto, P. (2016). The need for a change in the paradigm of entrepreneurship at Universities: differences between innovative spin-offs and technology-based spin-offs. *Independent Journal of Management & Production*. 7(2): 465-487.

Zucker, L., Darby, M., and Brewer, M. (1998). Intellectual human capital and the birth of U.S. biotechnology enterprises. *American Economic Review*. 290-306.

Zúñiga-Zapata, A. C. (2013). Las *spin-off* en el contexto universitario colombiano: consideraciones generales. *Journal of Engineering and Technology*. 2(2): 82-95.