

Hacia la transición de una universidad emprendedora: la capacidad de absorción como base de la gestión y generación de I+D+i y comercialización de conocimiento, productos y servicios de una universidad pública mexicana ante la crisis provocada por el COVID-19

Autores: Sánchez Regla, Ana Lilia*; Rodríguez Carbajal, Ricardo; Álvarez Torres, Francisco Javier

Contacto: *al.sanchez@ugto.mx

País: México

Resumen

Este trabajo tiene como propósito explicar de qué forma la capacidad de absorción (CA) y sus dimensiones, representan un factor fundamental en la generación y gestión de I+D+i y la comercialización de productos científico-tecnológicos en torno al COVID-19 en un laboratorio científico integrado a una universidad pública mexicana.

Este trabajo es resultado de un estudio de caso cuya base es esencialmente cualitativa que permitió entender el fenómeno de las CA en Universidades públicas. La información fue obtenida de 31 entrevistas semi estructuradas y aplicación de una herramienta metodológica diseñada expresamente para este trabajo.

Las universidades públicas requieren de fuentes externas para complementar y fortalecer su conocimiento acumulado, conformando que permiten decodificar e internalizar el conocimiento externo y transformarlo en un producto e innovaciones comercializables, apoyando así la transición hacia una universidad emprendedora. La visión de la comercialización de conocimiento y la eficiente gestión de la I+D+i ha contribuido para que laboratorio público mexicano analizado sostenga una estrategia dominante y sea considerado como un referente en la industria biofarmacéutica nacional e internacional; y las ACAP generadas, fueron y son, entre otros factores, la base de la generación de innovaciones de proceso y producto que brindaron una rápida respuesta médica a la sociedad e industria mexicana ante la crisis sanitaria del COVID-19.

Las CA generadas en universidades públicas es aún un tema poco explorado. Bajo este enfoque, este trabajo se considera novedoso en la literatura, y pretende no sólo expandir sus alcances, sino abrir espacios de aprendizaje y reflexión. Se presenta uno de los escasos casos de laboratorios públicos en México que observan la comercialización de conocimiento y tecnología como un modelo de negocio, capaz no sólo de generar patentes, sino, como un motor que potencia desarrollos científico-tecnológicos e innovadores en su interior.

1. Introducción

Las innovaciones no se desarrollan de manera aislada, sino que se gestan dentro de un ecosistema donde se conjuntan diversas fuentes de conocimiento (Lundvall 1992; Schumpeter, 1942), que se convierte en una base una importante fuente de innovación para entornos altamente cambiantes (Köhler et al., 2012; Lane y Probert, 2007; Laursen y Salter, 2006; Vega-Jurado et al., 2008; Choi et al., 2019).

En la dinámica del cambio tecnológico y la economía basada el conocimiento y la innovación, al igual que las empresas, las universidades -sean públicas o privadas- no sólo compiten con otras universidades e instituciones de educación superior o de investigación a partir del conocimiento que generan (Teece y Pisano, 1994; Teece et al., 1997; Escribano et al., 2009), sino que, requieren de la experiencia y las habilidades

del conocimiento provisto por actores externos con el fin de complementar y robustecer el propio (Lane et al., 2006; Camisón y Forés, 2010; Ince et al., 2016), y es bajo esta forma, que se mantienen en la vanguardia en todas las áreas temáticas del conocimiento (Ankrah y Omar, 2015). Pavitt (1984) apunta que las industrias basadas en ciencia de forma imprescindible necesitan del conocimiento externo, y más, aquellas que están integradas a industrias altamente dinámicas, donde la producción, absorción y difusión del conocimiento resulta una estrategia dominante (Morales y Díaz, 2019); es también, bajo este sentido, como también pueden ser vistas las universidades.

Las CA se constituyen como la habilidad de una organización para reconocer el valor de la nueva información externa, asimilarla, transformarla y explotarla con fines comerciales para el desarrollo de sus capacidades innovadoras (Cohen y Levinthal, 1990); así como para el sostenimiento de una ventaja competitiva (Zahra y George, 2002). Retomando el planteamiento de Cohen y Levinthal (1990), Vargas (2018) mantiene que las CA son una función del conocimiento acumulado, observando que en la medida de que éste es más profundo, las organizaciones pueden tener acceso a una mayor diversidad de conocimientos, comprender y evaluar mejor su naturaleza y el potencial comercial de los avances tecnológicos.

Las universidades públicas, son entidades generadoras y transmisoras de conocimiento y contribuyen tanto a la mejora del desempeño industrial, como al crecimiento económico y desarrollo de un país (Cohen et al., 2002; Robin y Schubert, 2013; Choi et al., 2019; Dutrénit et al., 2010). Estas instituciones, han presentado etapas de evolución, mismas que han sido estudiadas por Etzkowitz y Leydesdorff (1997). Estas etapas han comenzado en la formación de capital humano, para escalar hacia el desarrollo de ciencia e investigación in situ, y, en una tercera etapa, aunque esto no sea generalizado, existen universidades que se han logrado colocar como organizaciones intermedias capaces de ofrecer soluciones científicas y tecnológicas a distintas industrias (Pérez, 2016); lo que las ha obligado a extender la base de su conocimiento hacia un estadio de mayor complejidad, requiriendo elevar sus capacidades de absorción (Melnichuk et al., 2021). Tras mencionado esto, las CA difícilmente podrían no estar involucradas o separadas de este efecto, debido a la necesidad de las universidades de complementar conocimiento de otros actores, independientemente, de que ellas también lo generen.

Durante los últimos treinta años, las CA se han convertido en una de las temáticas de la gestión del conocimiento con mayor crecimiento en la literatura (Apriliyanti y Alon, 2017), y por consiguiente, sus análisis se han integrado una relevante cantidad de trabajos empíricos construidos bajo por lo menos tres enfoques:

Un primer enfoque, lo integran aquellos que dan sustento a la estructura, revisión, cosificación de principios teórico-conceptuales Cohen y Levinthal, 1990; Lane y Lubatkin, 1998; Zahra y George, 2002; Todorova y Durisin, 2007; Gambardella, 1992), así como aquellos que realizan análisis bibliométricos Apriliyanti y Alon, I. (2017), o bien, revisiones sistemáticas (Mokhlis et al., 2020). Haga clic o pulse aquí para escribir texto. Por otra parte, un segundo conjunto de estudios, está compuesto por aquellos estudios que relacionan las CA con industrias de alta tecnología y que han vinculado su actividad innovadora con universidades (Zhang et al., 2007; Cockburn y Henderson, 1998; Gambardella, 1992; Kurdve et al., 2020; Patterson y Ambrosini, 2015); y finalmente, un tercer grupo, lo representan todos aquellos trabajos que han alineado las bases conceptuales de las CA hacia distintos enfoques organizacionales como el intra e inter organizacional, la transferencia de tecnología, micro-founding, la propiedad intelectual, etc. (FILHO et al., 2021; Aprilillanti y Alón, 2017).

Lo anterior no sólo es el resultado no sólo parte de la elaboración de una revisión del estado del arte, sino también de la identificación de aquellos autores más referenciados dentro de la literatura consultada.

Sin embargo, para lograr aproximar la literatura al objetivo de este artículo que es detallar y analizar la forma en cómo las dimensiones de las capacidades de absorción (CA) funcionan como un motor en la creación de I+D biofarmacéutica al interior de un laboratorio científico integrado a una universidad pública en México, se realizó una búsqueda dentro de la plataforma Web of Science utilizando los siguientes motores de búsqueda: `absorp* capa* AND public universit*` y `absorp* capa* AND public universit* and biotechnology`.

De esta búsqueda fueron encontrados 153 artículos, de los cuales, sólo dos tienen un relativo acercamiento al objetivo central de esta investigación, teniendo, por un lado el trabajo realizado por Elezi (2019), quien hace una revisión de los aspectos que giran alrededor de la creación y absorción de conocimiento en las asociaciones de educación superior del Reino Unido; mientras que, por el otro lado, Cabeza Pulles et al. (2020), exponen cómo el networking interno formado en los grupos de investigación universitarios tiene una relación positiva y significativa con la transferencia y absorción de conocimiento.

En suma, lo anterior lleva a la conclusión, que aún en el campo de las CA, particularmente las que se generan al interior de las universidades, existe un campo de exploración sumamente amplio que requiere de investigación, ya que las universidades, si bien son generadoras de conocimiento, no están exentas del que generan otros actores y complementar el propio para asimilarlo, explotarlo y potenciar así, sus no sólo sus dos esenciales misiones, sino también, dar sustento a una tercera misión, que la orienta a comercializar el conocimiento y tecnología ahí desarrolladas.

La metodología requerida para conducir esta investigación fue la de un caso de estudio de caso de corte cualitativo y exploratorio ya que permitiera explorar, describir y documentar un fenómeno complejo, que requiriera de explicaciones más extensas (Yin, 1994) (Hernández-Sampieri et al., 2006). La información se obtuvo de fuentes primarias como lo son las entrevistas y eventos académicos, así como de fuentes secundarias que complementaron el estudio, requiriendo además de ello, del diseño una herramienta metodológica que fuera capaz de adaptarse a las características de este trabajo.

El objeto de análisis de este artículo es la Unidad de Desarrollo e Investigación en Bioterapéuticos (UDIBI), laboratorio científico integrado a la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, perteneciente al Instituto Politécnico Nacional (IPN), que es una universidad pública integrada a la administración pública federal, lo que significa, que, por tratarse de un organismo federal i) se rige por leyes federales para su gestión y administración, y ii) recibe fondos gubernamentales para su operación. La UDIBI está orientada al desarrollo científico y tecnológico de un bioterapéutico que coadyuva al tratamiento de enfermedades asociadas a la desregulación del sistema inmune. Dicho bioterapéutico está patentado por el IPN y cuenta con un registro sanitario para fabricado, distribuido y comercializado bajo el nombre de Transferón® (López, 2022). A la fecha este laboratorio científico es un Laboratorio Tercero Autorizado (LTA) ante la Comisión Federal para la Prevención de Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), máxima autoridad sanitaria en México.

Pero, no sólo la UDIBI se distingue por ser una unidad científica dedicada a caracterizar y comprender los aspectos farmacológicos del Transferón®, sino que, ante la escasa presencia de empresas científico-tecnológicas en el país, ésta se ha convertido en un organización intermedia (Pérez, 2016), que, aprovechando nichos de oportunidad, brinda servicios tecnológicos y de consultoría a empresas integradas en la cadena de valor de industrias farmacéutica, biofarmacéutica, cosmética y alimentaria; convirtiéndose así en una fuentes de recursos económicos, que, sumado a los obtenidos por el fondeo de proyectos de convocatorias federales, hace que este laboratorio científico no dependa, más que en una parte marginal, del presupuesto otorgado al IPN por el gobierno federal (Sánchez-Regla, 2019).

Otro punto relevante a destacar es que, si bien el IPN mantiene una estructura legal y procedimientos operativos y administrativos rígidos haciendo de esto una estructura sumamente burocrática, la UDIBI es dirigida bajo procedimientos administrativos optimizados y una estructura organizacional con líneas de responsabilidad, de decisión y mando definidas que la habilitan para gestionar sus los recursos económicos y solventar problemáticas de manera ágil y eficaz. Asimismo, es dirigida y gestionada bajo una visión de auto-sustentabilidad y comercialización de conocimiento y tecnología ahí generada, lo que la convierte en uno de los escasos casos de excepción de laboratorios científicos mexicanos con una visión orientada hacia la universidad emprendedora (Sánchez-Regla, 2019).

Esta investigación representa una novedad en la literatura de las capacidades de absorción y apreciando que su aportación abre nuevas líneas de conocimiento y reflexión en un tema pertinente y necesario en el sistema universitario y científico mexicano y, muy probablemente, para otras universidades e instituciones científicas pública en Latinoamérica.

El presente artículo se conformará de cinco apartados. El capítulo siguiente a esta introducción, es la revisión de los elementos teórico-conceptuales que giran alrededor de las CA, mientras que, del tercer apartado, se desprende la metodología, y cuarto capítulo, se desarrollará los resultados de esta investigación y su discusión, para finalizar, con un quinto apartado donde se incluyen las conclusiones.

2. Revisión teórica: Capacidades de absorción y sus dimensiones

2.1. Capacidades de absorción

En (1989) Cohen y Levinthal establecieron una primera aproximación a lo que sería el estudio de las CA, conceptualizándolas en ese entonces como “la habilidad de aprender del conocimiento externo a partir de procesos de identificación, asimilación y explotación del mismo”. Los hallazgos de este trabajo fueron diversos, tal como el que la I+D no es sólo es generadora de información nueva, sino que se construye a partir de asimilar y explotar el conocimiento que se adquiere en el exterior, lo que da como resultado una fuente de generación de nuevas innovaciones de procesos y/o productos. Posteriormente, un año más tarde (1990), estos autores profundizaron en mayores alcances, como que el conocimiento acumulado permite identificar la información nueva y externa, brindándole un valor -no económico- al conocimiento nuevo proveniente del exterior que complemente el propio, y tras su explotación, comercializar el conocimiento y tecnología generado (Sánchez-Regla, 2019).

Bishop, D’Este y Neely (2011) retoman el trabajo de Cohen y Levinthal (1990), señalando que la capacidad de absorción puede generarse a través de diferentes mecanismos, como la inversión en I+D de las organizaciones, la capacitación, el entrenamiento, así como en procesos de manufactura.

Por otra parte, otros autores, tomando en consideración la base conceptual de Cohen y Levithal (1989,1990) como es el caso de Mowery y Oxley (1995), ofrecieron otra perspectiva de concepto de las CA, citándolas como amplio conjunto de habilidades necesarias para comprender el componente tácito involucrado en la transferencia de conocimiento y la necesidad de modificar el conocimiento transferido. Asimismo, Zahra y George (2002) plantearon una reconceptualización de las CA como el conjunto de rutinas y procesos donde una organización adquiere, asimila, transforma y explota conocimiento permitiendo así generar capacidades dinámicas al interior de ésta.

Bajo un panorama más extenso, (Matusik y Heeley, 2005) (Zahra y George, 2002; Todorova y Durisin, 2007). plantean que el enfoque multidimensional de las CA proporciona la oportunidad de explorarlas, interpretarlas y analizarlas bajo distintos puntos de análisis, incluso hasta establecer sus propias métricas.

Añaden también que las capacidades de absorción tienen dimensiones que pueden adaptarse a entornos turbulentos y de cambios constantes al coexistir alrededor de ellas eventualidades o factores de contingencia que influyen en éstas tanto funcional como disfuncionalmente.

2.2. Dimensiones de las capacidades de absorción

Autores como Cohen y Levinthal (1990), Zahra y George (2002), Todorova y Durisin (2007) y Lane y Lubatkin (1998) Volberda et al., (2010), han propuesto distintos modelos de CA, y con ellos un serie de dimensiones, cuyo tipo y estructura, se han adaptado al enfoque y sentido de su análisis; y que, al igual que las CA, estas dimensiones, han sido sometidas a revisiones y discusiones en aras de mejorar su entendimiento (Todorova y Durisin, 2007; Para efectos de este trabajo

2.2.1. Identificación o reconocimiento del valor de la información

Las organizaciones, especialmente las que están integradas a industrias de alta tecnología, necesitan una gran cantidad de conocimiento codificado en sus procesos de innovación, por lo que frecuentemente tratan de encontrarlo fuera de sus fronteras (Flor et al., 2018), y a partir de ello, estas organizaciones primeramente requieren identificar y/o reconocer el valor de la información nueva y externa que permita establecer la base de la búsqueda de conocimiento y esto oriente a la organización a mantener o desarrollar una ventaja competitiva (Mokhils et al., 2020).

Se considera que, sin esta dimensión, las organizaciones no son capaces de absorber conocimiento (Todorova y Durisin, 2007), y a pesar de la relevancia de esta dimensión, pocos estudios la han tomado en consideración (Mokhils, et. al 2020).

2.2.2. Adquisición del conocimiento

Zahra y George (2002) colocan a esta dimensión como la que inicia el proceso de absorción de conocimiento y es crítica para el desempeño de la organización, influenciada fuertemente por la base de conocimiento acumulada y las inversiones de I+D.

2.2.3. Asimilación

Lane y Lubatkin (1998), citando a Nelson y Winter (1982) y a Cohen y Levinthal (1990), expresa que es la acción de internalizar el conocimiento externo al propio. Por su parte, Zahra y George (2002) establecen que la asimilación radica en analizar, procesar, interpretar y comprender información obtenida por parte de fuentes externas.

2.2.4. Transformación

Zahra y George (2002) fueron pioneros en integrar esta dimensión dentro de su modelo de CA. Para estos autores, la transformación se define como la capacidad para desarrollar y refinar y/o combinar el conocimiento existente, adquirido y asimilado anteriormente.

2.2.5. Aplicación o Explotación

Mokhils et. al (2020), citando tanto a Cohen y Levinthal (1990) como a Zahra y George (2002), manifiestan que la “explotación” del conocimiento representa la habilidad de la organización para aplicar el conocimiento nuevo y externo para fines comerciales, pero también, esta dimensión está asentada en aquellas

actividades que permiten a la organización refinar, extender y potenciar competencias existentes o la creación de nuevas a través de la incorporación de conocimiento adquirido y transformado al interior de sus actividades.

3. Metodología

La necesidad de extender la literatura orientada a analizar y explorar las CA generadas al interior de las universidades públicas, obligó a diseñar una investigación que integrara elementos exploratorios y descriptivos que pudieran abrir nuevos horizontes de conocimiento, y obtener mayores espacios de análisis y reflexión en torno a ellas.

Bajo este antecedente, el diseño de la investigación fue definido para que la información fuera obtenida en dos fases. Para la primera etapa se realizó un cuestionario semi estructurado con preguntas que permitieran conocer a la UDIBI. Por lo que, fueron diseñados y utilizados cuestionarios diferenciados que se aplicaron a través de entrevistas a distintos directivos, mandos altos y medios de diferentes áreas como investigación, aseguramiento de la calidad y áreas de apoyo. Al momento de realizar esta primera etapa, la UDIBI contaba con alrededor de 50 personas, logrando entrevistar a 20 personas, pero, sólo se ocupó la información de 16, toda vez que la información provista por estas cuatro entrevistas no fue considerada con suficiencia empírica.

La información recolectada en estas entrevistas, aportó conocimiento sobre la UDIBI, como el tipo de los proyectos científicos que se realizan, los servicios que se brindan, el programa de capacitación, la inserción de jóvenes estudiantes a los proyectos, los mecanismos de financiación y la dinámica tanto organizacional como social, asimismo, fueron identificadas las diferentes y múltiples fuentes de conocimiento externo y el tipo de conocimiento que provee cada una de ellas, e inclusive los mecanismos de transferencia de conocimiento y tecnología ahí desarrollados (Sanchez-Regla et al., 2019).

Todas las entrevistas fueron grabadas y el material fue transcrito, procesado en un procesador de texto para luego ser analizado, obteniendo de esta forma, elementos empíricos relevantes y suficientes sobre la UDIBI para dar paso a la segunda fase de exploración.

La segunda fase de exploración inició con la conformación del estudio del estado de arte, hecho que brindaría la aproximación teórico-conceptual de las CA y ello facilitara la respuesta a las preguntas de investigación. Una vez que se reunieron los elementos teóricos, y con apoyo en éstos, fue elaborado un nuevo conjunto de cuestionarios diferenciados para ser presentados y revisados por la Dirección Ejecutiva. Es preciso señalar que, a diferencia de la primera etapa de exploración, en esta segunda fase y con apoyo del organigrama, pudo, por parte de quien suscribe este documento, formular propuestas de entrevistados tanto de mandos altos como de los medios, así como aquellos actores externos que ejercen algún vínculo con la UDIBI, en particular asesores científicos.

Lo anterior fue un ejercicio hacia el interior de la UDIBI, sin embargo, esta investigación requería de la opinión de dependencias del IPN con la finalidad de obtener información que pudiera acrecentar el conocimiento de la UDIBI, sus mecanismos de operación, administración financiera, y todo aquello que pudiera brindar la opinión de este laboratorio científico por parte de estas dependencias. Empero, durante el tiempo que duró el estudio doctoral, base de este artículo, no se logró ninguna entrevista presencial, sólo, y eso en una baja proporción, se lograron dos conversaciones telefónicas, pero, suficientes para triangular la información, obtenida anteriormente por el área de administración de la UDIBI.

La segunda fase de exploración sirvió para profundizar en el tema de CA al interior de UDIBI, pero también, para validar información obtenida previamente. Algunas de las temáticas abordadas en las entrevistas fueron: la situación de la industria biofarmacéutica en México y el mundo, la posición que guarda la UDIBI como LTA en el mercado mexicano y qué lo hace competitivo ante otros actores, sus perspectivas científico-tecnológicas y comerciales, el proceso de autogeneración de recursos y estrategias de expansión, vinculación y de comercialización de conocimiento y/o tecnología y el modelo de negocio y generación de ingresos; al mismo tiempo, los mecanismos que emplea la UDIBI para transferir conocimiento y hacerse llegar de él y, de forma específica la forma en cómo se desarrollan CA al interior de este laboratorio, partiendo de la forma en cómo se ejecutan sus dimensiones para desarrollar ciencia biofarmacéutica orientada a encontrar soluciones terapéuticas en relación a COVID-19, cómo se generaron soluciones tecnológicas para dar solución de diagnóstico de este virus y la serie de servicios científico-tecnológicos y de consultoría durante esta pandemia.

El total de entrevistas sumó 31 (16 de primera etapa y 15 de la segunda) respondiendo en su gran mayoría el personal de investigación, proyectos, así como de su directiva, quien, además de ratificar la información brindada, abrió horizontes más profundos para conocer a la UDIBI en un plano comercial y de mercado, así como su posición competitiva en la industria biofarmacéutica, como planes a corto y mediano plazo.

Por otra parte, también se recabó información a través de un evento académico, siendo éste, el Primer Seminario de la Universidad Emprendedora organizado por la Universidad e Guanajuato y los autores de este texto (diciembre, 2022). Por lo que respecta al procesamiento y categorización de información se empleó NVIVO, permitiendo así un análisis más específico.

4. Las capacidades de absorción en un laboratorio científico público

Previo a la identificación de las dimensiones de CA que se gestan en el laboratorio científico público, se aprecia pertinente dar a conocer aspectos organizacionales de éste con la finalidad de aportar al lector un panorama más amplio de las variables que intervienen en la operación y base de negocio del laboratorio analizado. Para este efecto, la Tabla 1 muestra un esquema FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas).

TABLA 1. Análisis FODA de la UDIBI-IPN

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Personal con altas competencias científicas y técnicas • Certificaciones varias y procesos optimizados • Confianza y reconocimiento de la industria biofarmacéutica a la UDIBI • Claro entendimiento de las necesidades de la industria. • Elevada capacidad para generar auto ingresos • Visión emprendedora de la Directiva • Gestión estratégica orientada hacia la innovación. • Colaboraciones con ecosistema innovación y ciencia • Desarrollos tecnológicos que derivan innovaciones incrementales al interior UDIBI • Integración de jóvenes investigadores • Alto capital relacional por parte de la directiva. • UDIBI forma parte de comité sanitarios nacionales e internacionales • Robusto programa de capacitación de personal • Elevada producción de artículos científicos. • Prestigio científico del IPN 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevado horizonte de investigación sobre SARS-Cov-2 y otros virus • Perspectiva de transición de laboratorio científico institucional a una <i>spin-off</i> con personalidad jurídica independiente. • Creciente necesidad de industrias tecnológicas por servicios científicos y consultoría UDIBI • Elevado potencial de colaboraciones y alianzas
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Integrada a un marco legal e institucional rígido y burocrático. • Escaso sentido de arraigo del personal • Condiciones económicas y contractuales laborales desfavorables para el personal • Alta rotación de personal • Personal insuficiente vs volumen de trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> • Débil acceso de población a medicamentos biotecnológicos. • Entrada al mercado de mayores proveedores • Efecto y enfermedades cada vez más complejas • Débil política pública en salud en México • Abarataofrecen servicios biotecnológicos de mala calidad abajo costo.

Fuente: Elaboración propia.

Las variables que integran las *fortalezas* de la UDIBI se han incrementado y potenciado a partir de la experiencia y conocimiento individual-organizacional de su personal, la visión con la que es dirigida y los procedimientos optimizados con las que opera, así como por los retos que afronta a diario como los proyectos a corto y mediano plazo. En este proceso ha transitado de ser un laboratorio abocado a la investigación científica, a convertirse en una organización intermedia que como un LTA se contribuye y respalda la actividad innovadora de industrias basadas en ciencia (Pavitt, 1994), como lo es, la biofarmacéutica¹. Por su parte, las *oportunidades*, representan una favorable coyuntura donde la UDIBI cuenta con las capacidades

1. La UDIBI también brinda servicios especializados a la industria alimentaria y estética (ver www.udibi.com.mx).

para ser un competidor en materia científica y comercial en permanente desarrollo a nivel mundial donde existe una inabarcable necesidad de salud en constante progresión y crecimiento de la industria.

Las *debilidades* de la UDIBI se concentran en dos ámbitos, en el institucional y el social. De ellos se desprenden variables, que, en conjunto, en una menor o mayor medida, condicionan y/o limitan la operatividad no sólo en materia científica-tecnológica, sino en estrategias organizacionales y comerciales. Por su parte, las amenazas, en tanto, tienden a repercutir en el entorno país, pero no por ello, dejan de ser un factor que, aun de forma indirecta, tienen un impacto no sólo en los aspectos anteriores, sino también en su competitividad.

4.1. Fuentes de conocimiento

Las industrias de alta tecnología (como lo es la industria biofarmacéutica) se caracteriza por la acelerada y constante generación de conocimiento (Yoo et al., 2015), por lo que constantemente requieren de conocimiento interdisciplinario proveniente del exterior (Cockburn y Henderson, 1998). Esto no representa una excepción para la UDIBI, su actividad científica demanda conocimiento especializado nuevo, que completamente el desarrollado por sus propios recursos y competencias.

Alrededor de la UDIBI confluyen un amplio conjunto de fuentes de conocimiento externo y tienen una naturaleza distinta y que aporta un valor agregado a la base de conocimiento propia. Estas fuentes convergen desde cuatro entornos con actores (humanos y no humanos)² como:

- a. Internos: tienen una relación directa con la generación de I+D desarrollada al interior, como es el personal, los comités de científicos internos, los programas de capacitación, etc.
- b. Externos: Aquellos que tienen una relación indirecta o externa, como asesores científicos, socios estratégicos, competidores, clientes, proveedores, etc.
- c. Institucionales. Procesos y procedimientos, normas, leyes y reglamentos circunscritos al IPN, la CO-FEPRIS, universidades o centros de investigación; y,
- d. Gubernamentales (autoridades y/o entidades sanitarias nacionales e internacionales, etc.).

Lo mencionado hasta este momento, pone de manifiesto los elementos que han contribuido a acumular un mayor conocimiento del laboratorio científico explorado, pero también, son un canal de información que facilita la explicación de cómo la UDIBI identifica el valor de la información, adquiere, asimila, transforma y aplica o explota el conocimiento externo para generar desarrollos científicos de alta frontera e innovaciones biofarmacéuticas, así como servicios especializados.

4.2. Capacidades de absorción

4.2.1. Identificación del valor de la información

La UDIBI mantiene una serie de servicios muy claros: servicios internos y externos; los primeros, están enfocados a atender proyectos científicos relacionados al *Transferon*[®], mientras, los externos, se abocan a atender servicios especializados y consultoría a la industria farmacéutica con distintas líneas de especialidad.

Ante la necesidad de contar con conocimiento, la mayoría de los investigadores entrevistados expresaron que la identificación del valor de la información se constituye como una verdadera capacidad de absorción, toda vez que, abre canales de conocimiento al interior procedentes del exterior, y éste se decanta

2. Basado en los argumentos teóricos de Callon (1986) sobre la Teoría del Actor Red.

en la conformación de proyectos científicos (sean éstos internos o servicios especializados). En particular, esta dimensión, de acuerdo a los entrevistados, se realiza al inicio de un proyecto, y su estructura y metodología, parten de una necesidad específica evocada a resolver una problemática dada identificada en un proyecto de tipo interno y/o externo.

La importancia de la identificación del valor de la información, no sólo radica en lo antes dicho, sino su alcance es tal, que tiene amplia inferencia en el diseño de estrategias científico- tecnológicas y comerciales. Lo anterior se explica en el sentido que, al iniciar un proyecto, y establecer sus necesidades y requerimientos, se establece la infraestructura requerida, el personal, los equipos, el conocimiento, los recursos económicos, etcétera; y dependiendo del caso, se define si la UDIBI es capaz de realizarlo a partir de sus recursos, o bien, lo trabaja a partir de colaboraciones y alianzas, o bien, lo terceriza.

Algunas de las acciones que enmarcan esta rutina de CA son, entre otras, la revisión de protocolos y desarrollos de proyectos previos registrados en los Procedimientos Normalizados de Operación (PNOs), la búsqueda de información científica en artículos científicos, consulta e intercambio de información con otros grupos investigación al interior y pares científicos y académicos del interior de la UDIBI, pero también del exterior.

La *Identificación del valor de la información* en la UDIBI se presenta como una dimensión crítica en el proceso de absorción del conocimiento, toda vez que, en una primera instancia, para el desarrollo de proyectos científicos (internos o servicios), se analiza y disecciona la información útil para sus objetivos y que se transformará posteriormente en conocimiento.

Ahora bien, siempre y cuando así lo requiera un proyecto (interno o servicio), se volverá a recurrir a fuentes externas de conocimiento, pero de ya de forma acotada, y con el objetivo de revisar algunas pautas científicas y encauzar la trayectoria de tal proyecto.

4.2.2. Adquisición de la información

De acuerdo con los investigadores entrevistados, esta dimensión está íntimamente relacionada con la identificación del valor de la información.

Un importante número de los entrevistados expuso que los patrones de búsqueda e identificación del valor de la información van definiendo el mecanismo de adquisición de la información, en tal sentido que la información puede ser considerada “interesante” y enriquecer su conocimiento, sin embargo, lo que se tiene por objetivo es que ésta sea útil a la línea de investigación y los objetivos de los proyectos.

Gran parte de los investigadores entrevistados apuntaron que la principal fuente de adquisición de información son los artículos científicos consultados en una gama muy diversa de bases de datos especializadas de acuerdo al tipo de disciplina científica tales como inmunología, parasitología, biología molecular, microbiología, etc. Empero, debido a los altos costos de las licencias de ciertas revistas, en especial las de alto impacto (ej., *Nature*), el IPN no tiene destinado presupuesto para obtener sus accesos, por lo que los investigadores de la UDIBI, reconocieron que, para obtener determinados artículos científicos, recurren a otras fuentes externas como pares académicos, o bien, a través de redes sociales de grupos científicos. Este proceso no sólo observa la integración de conocimiento nuevo y externo hacia la UDIBI, sino también, se generan procesos de transferencia de conocimiento y tecnología entre diversos grupos de investigación con una base de estudios y enfoques pudiendo ser estos diferentes o no.

La segunda fuente en la que UDIBI adquiere conocimiento en la asistencia a congresos y/o foros académicos. De acuerdo con los investigadores entrevistados, estos paneles especializados brindan contenido

científico y/o técnico; asimismo, son espacios se transfiere e intercambia nuevo conocimiento. Finalmente, una tercera fuente la representan los clientes de UDIBI, sin embargo, los entrevistados señalaron que, el conocimiento brindado por los primeros es parcial o no es tan robusta como las otras fuentes anteriores, ya que existen múltiples factores que imposibilitan una transferencia fluida de conocimiento como son la secrecía corporativa, el desconocimiento técnico, inclusive la imposibilidad de los clientes de identificar y transmitir adecuadamente la problemática y/o sus necesidades.

4.2.3. Asimilación del conocimiento

La palabra “asimilación” está relacionada con las acciones relativas a la comprensión de lo aprendido y la integración a los conocimientos previos. A partir de ello, los investigadores entrevistados expusieron que la asimilación está integrada en prácticamente todo el desarrollo de un proyecto científico, sin importar su naturaleza. Posterior a la dimensión “identificación del valor de la información”, la asimilación, representa la rutina más relevante en el proceso de absorción de conocimiento, ya que aplica el conocimiento adquirido por distintas fuentes en la práctica científica.

La asimilación de conocimiento en la UDIBI no sólo la realizan los distintos grupos de investigación, sino es reforzada por otros cuerpos como el Comité de Interno de Investigación Científica (CIC)³ y la interacción con asesores científicos externos; ambos efectúan acciones de consulta y revisión del desarrollo de los proyectos. Derivado de esta interacción de todos estos grupos, se gesta una importante transferencia de conocimiento tácito a explícito.

4.2.4. Transformación del conocimiento

Los proyectos científicos de la UDIBI conllevan el manejo de moléculas, células y microorganismos lo que hace que éstos no tengan un comportamiento lineal, presentándose desviaciones a sus objetivos centrales. La rutina de la transformación en las capacidades de absorción, permite, como lo señala Zahra y George (2002) influir en el conocimiento adquirido al modificar los esquemas cognitivos, generando así mayor valor en la organización. Para el caso de la UDIBI, en caso de que el o los proyectos en desarrollo no estén presentando los resultados esperados de acuerdo con sus objetivos iniciales, el/los protocolo/s es/son sometido/s a una nueva revisión no sólo en sus procedimientos, sino en su base técnico-científica.

Posterior a este hecho, de acuerdo con los investigadores entrevistados, se establecen líneas de acción alternas y se realiza una nueva revisión a la literatura (esta vez más acotada), es decir, orientada a resolver una problemática específica.

4.2.5. Explotación del conocimiento

La mayor parte de los investigadores entrevistados coincidieron en que la *explotación del conocimiento* radica en generar mayores y mejores alcances científicos para desarrollar más productos y servicios de base tecnológica con un valor agregado, y con ello superar expectativas no sólo en el plano científico, sino también, en el ámbito social y económico a partir de la comercialización de los desarrollos ahí generados.

La explicación más próxima de la aplicación o explotación de conocimiento en la UDIBI se puede ejem-

3. De acuerdo a la legislación sanitaria mexicana, todos los Laboratorios Terceros Autorizados (LTA), tienen la obligación de conformar al interior un CIC, el cual tiene como funciones evaluar, aprobar y vigilar la calidad técnica y el mérito científico de los protocolos de investigación, verificando que estos se conduzcan conforme a los principios científicos de investigación universalmente aceptados, así como las buenas prácticas de laboratorio.

plificar con el tipo de enfoque y prioridades de la unidad antes y después de la pandemia de COVID-19. Anterior a este fenómeno sanitario, los objetivos de la organización se centraban en atender tres frentes: 1) desarrollar investigación básica para la generación de conocimiento nuevo, esencialmente en el área de inmunología e inmunoterapia, 2) brindar servicios analíticos y de asesoría técnica y regulatoria para que facilite los procesos de registro de productos de la industria biofarmacéutica, y 3) desarrollar proyectos de I+D de productos bioterapéuticos, principalmente anticuerpos terapéuticos por formulados por ingeniería, para el tratamiento de enfermedades infecciosas y crónico-degenerativas de mayor prevalencia en México, como el dengue, chikungunya, artritis reumatoide y algunos tipos de cáncer.

Particularmente, la explotación del conocimiento torno al COVID-19 se dio de la siguiente manera:

En cuanto fue declarada la contingencia de salud por SARS-CoV-2 en el país, fue decretada la suspensión de actividades en espacios públicos, incluyendo las universidades. Con la finalidad de contribuir a la sociedad mexicana, la directiva de la UDIBI decidió aprovechar las capacidades humanas, técnico-científicas e instalaciones desarrolladas por esta unidad científica para generar y brindar soluciones científicas y tecnológicas para atacar la pandemia. Bajo este entorno, la UDIBI reorientó su enfoque hacia cuatro actividades principales: 1) Ser un laboratorio autorizado para realizar pruebas de diagnóstico molecular de SARS-CoV-2, 2) Convertirse en fabricante de productos y dispositivos médicos que apoyaran la investigación y diagnóstico de SARS-CoV-2, 3) Fungir como un proveedor de servicios externos de investigación (es decir un CRO; *Contract Research Organization* por sus siglas en inglés) para desarrollo farmacéutico e investigación preclínica de vacunas y tratamientos contra SARS-CoV-2 y 4) Realizar actividades de I+D de anticuerpos e inmunoterapias anti-SARS-CoV-2 propios.

De esta forma se priorizó la realización de proyectos relacionados con COVID-19, tanto locales como internacionales. Uno de los logros más relevantes en torno a la explotación del conocimiento fue que se desarrolló un dispositivo médico para la detección de anticuerpos anti-SARS-CoV-2 elaborado por científicos mexicanos y autorizado por la COFEPRIS para su fabricación y venta durante la pandemia. Asimismo, el conocimiento generado permitió el diseño y producción de otras proteínas y anticuerpos relacionados con SARS-CoV-2 y disponer de ellos para mayores investigaciones científicas. La base acumulada de conocimiento más la explotación del mismo, no sólo permitió que se produjeran estos importantes avances, sino que ellos se desarrollaran con menores costos y tiempos de adquisición a los que ofrecían fabricantes del extranjero.

Otro aspecto derivado de la explotación de conocimiento es la divulgación de los resultados del conocimiento nuevo entorno al COVID-19. La publicación de este conocimiento se depositó en revistas arbitradas o revisadas por pares (*peer-reviewed*) contando esto como un parámetro de producción científica. Al momento de la elaboración de este artículo, se obtuvo evidencia en *Web of Science*, de la publicación de por lo menos 15 artículos durante el periodo 2020-2022 elaborados al interior de esta unidad científica; sin embargo, no se descarta que existen en otras plataformas de artículos científicos otra cantidad publicaciones realizadas por científicos de la UDIBI.

4.3. Discusión

Para un país como México, el conocimiento generado en las universidades públicas representa un activo de alto valor generador de innovaciones que han contribuido a la transformación de sus industrias y la vida de su sociedad. Este efecto podría suponer (aún en una menor medida) que estas instituciones crean conocimiento por sí solas y por sus propios medios y si bien, esto es cierto, no debe soslayarse que también emplean conocimiento externo.

El conocimiento e innovaciones producido en universidades públicas no se desarrolla de manera aislada, ya que de forma constante y sistemática éstas recurren a fuentes de conocimiento externo *humanos y no humanos* (Callón, 1998) como una variable para nutrir el conocimiento propio o acumulado; y una vez que, se decodifica el conocimiento tácito, éste es transformado en aprendizaje que genera productos no sólo científicos, sino también, a la creación y transformación de procesos internos nuevos que dan pie a generar bienes o servicios de utilidad para la industria y/o la sociedad, o bien, para el caso del COVID-19, atender una emergencia sanitaria.

El conocimiento generado al interior de las universidades, para el caso la UDIBI - IPN, representa el insumo esencial de su existencia y dar sostenibilidad a sus dos funciones esenciales: formar capital humano y desarrollar investigación. Sin embargo, esta unidad científica mexicana ha evolucionado en tal sentido que la ha hecho escalar hacia la mirada de una universidad emprendedora capaz de comercializar y transferir su producto principal, para el caso, el conocimiento. Lo anterior hace evidente que, la capacidad de absorber conocimiento, es parte fundamental de la esencia de la UDIBI al desarrollar la habilidad para decodificar el conocimiento tácito externo, habilitarlo e internalizarlo al propio y explotarlo para generar nuevos o mejora a procesos, productos y servicios especializados potencialmente comercializables y generadores de una ventaja competitiva.

La UDIBI gestiona su conocimiento propio y externo bajo el modelo del *marketing pull*, sin embargo, esto no es generalizado en los demás laboratorios del IPN, quienes aún todavía actúan bajo el mecanismo del *technological push*, lo que hace aún más subrayar la actividad de la UDIBI en el sentido que su accionar puede ser una ventana de observación y análisis, así como relevantes lecciones para otras universidades e institutos de investigación pública en México y de otras latitudes en el mundo.

Por otra parte, la UDIBI no sólo es receptor de conocimiento externo generador de capacidades de absorción como se ha explicado, sino también, la interacción con otros actores permite transferirles conocimiento, creando un flujo de transferencia de conocimiento bidireccional (Sánchez-Regla et al., 2019).

Las futuras líneas a desarrollar es la exploración de otros casos que relacionen las CA en otras universidades públicas mexicanas, y observar la forma en cómo se gestan las capacidades de absorción, pero también, cómo otras capacidades, en este caso las dinámicas -las innovadoras y las adaptativas- impactan en su desempeño científico e innovador.

5. Conclusiones

Ante la falta de empresas científico tecnológicas en México, la UDIBI se ha consolidado como una organización intermedia que ha superado las fronteras institucionales en lo que a comercialización del conocimiento se refiere.

Cada una de las dimensiones de las CA en el proceso de absorción de conocimiento, observadas en la UDIBI permiten exponer que no sólo simbolizan la búsqueda de conocimiento nuevo, y con ello complementar su base de conocimiento acumulado, sino que, representan elementos indispensables para hacer de la ciencia básica y aplicada un círculo virtuoso que conlleva a un beneficio técnico-científico, económico y social.

En UDIBI el uso o aplicación del conocimiento externo fusionado al propio se transforma en nuevas formas de aprendizaje que construyen y reconstituyen competencias difícilmente replicables, pero al mismo tiempo, esta base de conocimiento nuevo e integrado al propio, no sólo se difunde a partir de artículos, libros, congresos, manuales, etcétera, sino también se formulan proyectos que se traducen en productos

bioterapéuticos útiles a la sociedad mexicana —ej. Transferon®, biblioteca de anticuerpos—y, ante situaciones críticas que exigen una pronta y veloz reacción, se desarrollan innovaciones de proceso y producto que atienden a emergencias como la derivada por la pandemia provocada por el COVID-19.

La pandemia brindó a la UDIBI la oportunidad de reconfigurarse internamente y generar un nuevo esquema de investigación aplicada en torno a un fenómeno sanitario emergente rompiendo paradigmas respecto a cómo hacer investigación científica aplicada en menor tiempo. En el caso de la UDIBI, la pandemia robusteció la base de sus capacidades para desarrollar productos con alto potencial de ser aprobados por las autoridades sanitarias para su uso terapéutico de enfermedades infecciosas y crónico degenerativas en seres humanos.

Actualmente, la unidad científica aquí estudiada, es liderada por científicos mexicanos que han transformado su visión y enfoque hacia la universidad emprendedora, haciendo de la gestión del conocimiento una estrategia dominante, que la convierte, dentro del entorno universitario público mexicano (aún tradicional), en uno de los escasos casos de excepción, lo que pudiera representar importantes lecciones para el sistema científico y universitario en México, y por qué no, a nivel Latinoamérica

Este trabajo pretende, abrir nuevos y mayores espacios en la literatura para la observación de las capacidades de absorción que se generan al interior de universidades públicas con una fuerte vinculación al sector privado. Como futuras líneas de investigación se tiene definir los impactos cuantitativos de las CA y otras capacidades (innovación y adaptativas) al desempeño científico innovador y científico, no sólo del laboratorio aquí analizado, sino, también, de otras unidades científicas integradas en universidades públicas de México.

Referencias bibliográficas

- Ankrah, S. y Omar, A. T. (2015). Universities–industry collaboration: A systematic review. *Scandinavian Journal of Management*, 31(3), 387–408.
- Aprilillanti, I. W. y Alon, I. (2017). Bibliometric analysis of absorptive capacity. *International Business Review*, 26(5), 896–907.
- Bishop, K., D'Este, P. y Neely, A. (2011). Gaining from interactions with universities: Multiple methods for nurturing absorptive capacity. *Research Policy*, 40(1), 30–40.
- Cabeza-Pullés, D., Fernández-Pérez, V. y Roldán-Bravo, M. I. (2020). Internal networking and innovation ambidexterity: The mediating role of knowledge management processes in university research. *European Management Journal*, 38(3), 450–461.
- Callon, M. (1986). The Sociology of an actor-network: The case of the electric vehicle. En L. J., R. A. Callón (ed.), *Mapping the Dynamics of science of technology* (pp. 19–34). McMillan Press.
- Camisón, C. y Forés, B. (2010). Knowledge absorptive capacity: New insights for its conceptualization and measurement. *Journal of Business Research*, 63(7), 707–715. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2009.04.022>
- Choi, J. D., Lee, J. S. y Bae, Z. T. (2019). When do firms focus on public research? Evidence from US medical device industry. *Industry and Innovation*, 26(6), 667–689.
- Cockburn, I. M. y Henderson, R. M. (1998). Absorptive Capacity, Coauthoring behavior and the Organization of Research in Drug Discovery. *The Journal of Industrial Economics*, XLVI(2), 157–182.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1990). Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1, Special Issue: Technology, Organizations, and Innovation), 128–152.

- Cohen, W. y Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R & D. *The Economic Journal*, 99(397), 569–596.
- Cohen, W. M., Nelson, R. R. y Walsh, J. P. (2002). Links and impacts: the influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, 48(1), 1–23.
- Dutrénit, G., De Fuentes, C. y Torres, A. (2010). Channels of interaction between public research organisations and industry and their benefits: evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, 37(7), 513–526.
- Elezi, E. (2019). *Exploring Knowledge Creation and Absorption in Higher Education Partnership*.
- Escribano, A., Fosfuri, A. y Tribó, J. A. (2009). Managing external knowledge flows: The moderating role of absorptive capacity. *Research Policy*, 38(1), 96–105.
- Etzkowitz, H. y Leydesdorff, L. (eds.). (1997). *Universities in the Global Economy: Triple Hélix of University-Industry-Government Relations*. Cassell Academic.
- FILHO, M. A. L. C., Pedron, C. D. y Ruas, R. L. (2021). What's Going on in Absorptive Capacity Studies? Research Fronts on Organisational Knowledge Absorption. *International Journal of Innovation Management*, 25(5), 215–256.
- Gambardella, A. (1992). Competitive advantages from in-house scientific research: The US pharmaceutical industry in the 1980s. *Research Policy*, 21(5), 391–407.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2006). *Análisis de los datos cuantitativos. En Metodología de la investigación*. <https://doi.org/10.6018/turismo.36.231041>
- Ince, H., Imamoglu, S. Z. y Turkcan, H. (2016). The Effect of Technological Innovation Capabilities and Absorptive Capacity on Firm Innovativeness: A Conceptual Framework. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 235(October), 764–770. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.11.078>
- Köhler, C., Sofka, W. y Grimpe, C. (2012). Selective search, sectoral patterns, and the impact on product innovation performance. *Research Policy*, 41(8), 1433–1356.
- Kurdve, M., Bird, A. y Laage-Hellman, J. (2020). Establishing SME–university collaboration through innovation support programmes. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(8), 1583–1604.
- Lane, C. y Probert, J. (2007). The external sourcing of technological knowledge by US pharmaceutical companies: Strategic goals and inter-organizational relationships. *Industry and Innovation*, 14(1), 5–25.
- Lane, P. J. y Lubatkin, M. (1998). Relative absorptive capacity and interorganizational learning. *Strategic Management Journal*, 14(5), 461–477.
- Lane, P. J., Koka, B. R. y Pathak, S. (2006). The reification of Absorptive Capacity: A critical review and rejuvenation of the construct. *Academy of Management Review*, 31(4), 833–863. <https://doi.org/10.5465/AMR.2006.22527456>
- Laursen, K. y Salter, A. (2006). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, 27(2), 131–150.
- López, C. A. (2022, december 2). La Universidad emprendedora con sentido social: El Caso de UDIBI-IPN. *1er Seminario “La Universidad 3.0 En México: Casos, Perspectiva, Quehacer, Retos y El Rol de Los Estudiantes Como Extensión de Sus Lazos”*. Universidad de Guanajuato, México.
- Lundvall, B. A. (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*.
- Matusik, S. F. y Heeley, M. B. (2005). Absorptive capacity in the software industry: Identifying dimensions that affect knowledge and knowledge creation activities. *Journal of Management*, 31(4), 549–572.
- Melnichuk, T., Schultz, C. y Wirsich, A. (2021). The effects of university–industry collaboration in preclinical research on pharmaceutical firms’ R&D performance: Absorptive capacity’s role. *J. Ournal of Product Innovation Management*, 38(3), 355–378.

- Mokhlis, C. E., Soudi, N., Lahmini, H. M. y Elmortada, A. (2020). A critical analysis of absorptive capacity research. *Periodical of Engineering and Natural Sciences*, 8(3), 1847–1859.
- Morales Sánchez, M. A. y Díaz Rodríguez, H. E. (2019). Determinantes de las capacidades de innovación en el sector biotecnológico en México. *Investigación Económica*, 78(307), 90–118.
- Mowery, D. C. y Oxley, J. E. (1995). Inward technology transfer and competitiveness: the role of national innovation systems. *Cambridge Journal of Economics*, 19(1), 67–93.
- Patterson, W. y Ambrosini, V. (2015). Configuring absorptive capacity as a key process for research intensive firms. *Technovation*, 36, 77–89.
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13(6), 343–373.
- Pérez Hernández, M. (2016). Las organizaciones intermedias en los procesos de innovación en México. *Perfiles Latinoamericanos*, 24(48), 161–183.
- Robin, S. y Schubert, T. (2013). Cooperation with public research institutions and success in innovation: Evidence from France and Germany. *Research Policy*, 42(1), 149–166.
- Sánchez-Regla, A. (2019). Identificación y análisis de un modelo de capacidades de absorción en la industria biofarmacéutica mexicana: El caso de la UDIBI-IPN. Instituto Politécnico Nacional.
- Sánchez-Regla, A., Ortíz, A. L., Pérez-Hernández M.P., González, I. y Pérez-Tapia, S. M. (2019). Mecanismos de transferencia de tecnología como elementos del fortalecimiento del conocimiento acumulado en la industria biofarmacéutica mexicana: El Caso de la UDIBI – IPN. *Nova Scientia*, 22(11), 246–273.
- Schumpeter, J. A. (1942). *Capitalismo, socialismo y democracia*. <https://doi.org/10.2307/20048211>
- Teece, D. J., Pisano, G. y Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 509–533.
- Teece, D. y Pisano, G. (1994). The dynamic capabilities of firms: an introduction. *Industrial Corporate Change*, 3(3), 537–556.
- Todorova, G. y Durisin, B. (2007). Absorptive Capacity: Valuing a Reconceptualization. *The Academy of Management Review*, 32(3), 774–786.
- Vargas, M. (2018). ¿La capacidad de absorción es dinámica? *Innovar*, 28(67), 75–87.
- Vega-Jurado, J. A., Gutierrez-Gracia, Fernandez-de-Lucio I. y Manjarres-Henriquez L. (2008). The effect of external and internal factors on firms' product innovation. *Research Policy*, 37(4), 616–632.
- Volberda, H. W., Foss, N. J. y Lyles, M. A. (2010). Perspective—Absorbing the concept of absorptive capacity: How to realize its potential in the organization field. *Organization Science*, 21(4), 931–951.
- Yin Robert, K. (1994). *Case study research: Design and methods*. Sage Publications.
- Yoo, S., Sawyer O., Tan W. (2015). The impact of exogenous and endogenous factors on external Knowledge sourcing innovación. The dual effects of the externa environment. *The Journal of High Technology Research*, 26(1), 14–26.
- Zahra, S. A. y George, G. (2002). Absorptive capacity: A review, reconceptualization, and extension. *Academy of Management Review*, 27(2), 185–203.
- Zhang, J., Baden-Fuller, C. y Mangematin, V. (2007). Technological knowledge base, R&D organization structure and alliance formation: Evidence from the biopharmaceutical industry. *Research Policy*, 36(4), 515–528.