

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco
División de Ciencias Sociales y Humanidades
Maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación
Área de Gestión de la innovación

Idónea Comunicación de Resultados:

**El papel de la vinculación academia-empresa para la creación, desarrollo
e innovación de una nueva empresa de base tecnológica: el caso de
Consortium CAP**

Presentada por la alumna:

Lic. Amaranta Saraí Navarro Méndez

Para obtener el grado de:

Maestra en Economía, Gestión y Políticas de Innovación

Directores

Dra. Gabriela Dutrénit Bielous

Dr. Daniel Hugo Villavicencio Carbajal

Miembros del Jurado

Mtro. Carlos Alonso Hernández Gómez

Dr. Ramón Castañeda Priego

Coyoacán, Ciudad de México, octubre 19, 2022

Agradecimientos

Agradezco profundamente a mi familia por ser siempre mi más grande fuente de inspiración y apoyo; a mis amistades que con cariño han estado a mi lado en los momentos más desafiantes.

Doy gracias especialmente a mis asesores Gabriela Dutrénit y Daniel Villavicencio, quienes me apoyaron y guiaron en todo momento de esta labor de investigación y de crecimiento personal. A Carlos Hernández por sus comentarios y su guía.

A los investigadores, científicos(as) e instituciones que me apoyaron en la realización del estudio de caso; a Noé Ayala y Ramón Castañeda.

A la Maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación y su cuerpo docente por compartir sus conocimientos e impulsarnos a ser mejores profesionales.

Muchas gracias a Amador Romero, Silvia Oropeza y Roberto Padilla, quienes me apoyaron durante esta etapa profesional.

Así mismo, a CONACYT por hacer posible esta meta.

Finalmente, gracias a la Universidad Autónoma Metropolitana no solo por brindarme educación de calidad, sino, por ser mi segundo hogar por tantos años.

Dedicatoria

Con amor a Marino y Ana María que me dieron fortaleza eterna

**“El único verdadero viaje de descubrimiento consiste no en
buscar nuevos paisajes, sino en mirar con nuevos ojos.”**
-Marcel Proust

Resumen

Una estrategia fundamental para abordar los desafíos globales ha sido la valorización y aprovechamiento de los recursos intangibles, lo que ha impulsado la transición hacia economías y empresas centradas en el conocimiento, la ciencia y la tecnología. Dadas las características particulares de las economías emergentes, las Empresas de Base Tecnológica que surgen en estas enfrentan problemas específicos para su creación y su desarrollo. La interacción de estas organizaciones con agentes externos juega un papel fundamental en la promoción de la innovación, la transferencia de conocimiento y la creación de redes de colaboración. Aunque se ha investigado extensamente esta dinámica a nivel internacional, la mayoría de los estudios se han enfocado en economías desarrolladas o en empresas de gran tamaño, dejando de lado la realidad contextual de países como México. Este documento tiene como propósito analizar estos aspectos mediante un estudio de caso, enfocado en los procesos que realizó una empresa mexicana de reciente creación al basar su creación, desarrollo e innovación en la vinculación con el sector académico.

Palabras clave

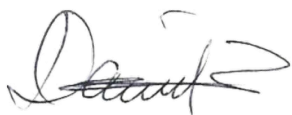
Innovación; Empresas de Base Tecnológica; Redes de colaboración y coinnovación; Vinculación academia-empresa.

Abstract

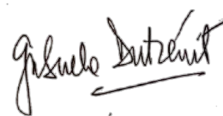
A fundamental strategy to address global challenges has been the valorization and exploitation of intangible resources, which has driven the transition towards economies and companies focused on knowledge, science and technology. Given the characteristics of emerging economies, the Technology-Based Companies that emerge in them confront specific problems for their creation and development. The interaction of these organizations with external agents plays a fundamental role in the promotion of innovation, knowledge transfer and the creation of collaborative networks. Although this dynamic has been extensively researched at the international level, most studies have focused on developed economies or large companies, leaving aside the contextual reality of countries such as Mexico. The purpose of this paper is to analyze these aspects through a case study, focused on the processes carried out by a recently created Mexican company in basing its creation, development and innovation on the linkage with the academic sector.

Key words

Innovation; Technology-Based Firms; Collaboration and co-innovation networks; Academia-industry linkage.



Dr. Daniel Hugo Villavicencio Carbajal



Dra. Gabriela Dutrénit Bielous

Resumen.....	2
Lista de cuadros, figuras y mapas.....	4
Introducción.....	5
I. Planteamiento del problema de investigación.....	6
II. Pregunta de investigación	9
III. Objetivos	9
1. Marco teórico y conceptual	10
1.1 Empresas de Base Tecnológica.....	11
1.2 La vinculación universidad-empresa.....	17
<i>1.2.1 Motivaciones para vincularse</i>	<i>20</i>
<i>1.2.2 Beneficios de la vinculación</i>	<i>21</i>
<i>1.2.2 Incentivos para la vinculación.....</i>	<i>22</i>
<i>1.2.3 Canales de interacción</i>	<i>23</i>
<i>1.2.4 Riesgos</i>	<i>24</i>
<i>1.2.5 Intensidad tecnológica</i>	<i>24</i>
<i>1.2.5 Datos, flujos de información e innovación.....</i>	<i>27</i>
<i>1.2.6 Cercanía geográfica</i>	<i>28</i>
1.3 Redes de colaboración y flujos de conocimiento.....	29
<i>1.3.2 Tipos de conocimiento y actores que participan</i>	<i>32</i>
<i>1.3.3 Formación de las redes de colaboración</i>	<i>33</i>
1.4 Marco conceptual	35
<i>1.4.1 Conceptos</i>	<i>35</i>
2. Marco contextual.....	39
2.2 La industria del plasma frío en México	47
3. Metodología de la investigación	50
3.1 Estrategia de la investigación.....	50
3.2 Estudio de caso: justificación	50
3.4 Fuentes de información.....	52
3.6 Validación del diseño	55
3.7 Operacionalización de las variables	58
4. Consortium CAP	60
2.1 Creación de la empresa	62
4.2 Luzars.....	68
<i>4.2.1 Asociación de Luzars con Consortium CAP</i>	<i>70</i>
4.3 Diseño del reactor estándar: colaboración CCAP-LUZARS-CIDI.....	71
<i>5.1 La intensidad tecnológica y la asociación empresa-empresa</i>	<i>80</i>
Conclusiones	84
Referencias.....	86

Lista de cuadros, figuras y mapas

Cuadros

1. Márco teórico
2. Definición de Empresa de Base Tecnológica
3. Creación de NTBFs según la evidencia francesa
4. Desarrollo de NTBFs según la evidencia francesa
5. Motivaciones para la vinculación
6. Beneficios de la vinculación
7. Canales de interacción
8. Clasificación de empresas por intensidad tecnológica en I+D
9. Industria y aplicaciones del plasma frío
10. Empresas líderes en tecnologías de plasma frío por país
11. Emresas líderes por segmento de mercado
12. Empresas que expresan en su sitio web vinculación con el sector académico para I+D
13. Empresas líderes en tecnologías de plasma frío por país y por segmento de mercado
14. Patentes y solicitudes por titular/solicitante en el IMPI sobre tecnologías de Plasma frío
15. Patentes otorgadas a las empresas líderes de plasma frío en USPTO, IMPI y DPMA
16. Tácticas para el estudio de caso
17. Operacionalización de las variables
18. Fundadores de la Consortium CAP
19. Plasmicus

Figuras

1. Alianza universidad-industria en nuevas empresas de base tecnológica (NTBF)
2. Espectro de profundidad de la alianza universidad-empresa en I+D
3. Relación entre conceptos
4. Diseño metológico
5. Estructura organizacional de Consortium CAP
6. Proceso de difusión del conocimiento basado en la colaboración científica y la propagación de enfermedades

Mapas

1. Industrias del estado de Guanajuato clasificadas por intensidad tecnológica
2. Industrias de alta tecnología en Guanajuato y actores con los que ha colaborado Consortium CAP

Introducción

Los acelerados avances tecnológicos y la transformación hacia lo digital están modificando las sociedades humanas, la manera en que se produce y se consume, los trabajos, las relaciones entre individuos u organizaciones y en general las formas de vida. Estos cambios se han acentuado en los últimos años, resaltando antes que nunca un panorama de incertidumbre y complejidad; una de las herramientas clave para hacer frente a las problemáticas ha sido incrementar el valor y uso de los recursos intangibles, así se está transitando hacia economías y empresas basadas en el conocimiento¹, en la ciencia y la tecnología.

Uno de los resultados de la producción de conocimiento es la innovación, ahora bien, entre los nuevos actores partícipes de estos procesos se ubican las Empresas de Base Tecnológica (EBT). Es decir, aquellas empresas que destacan por sus altos niveles de innovación y su participación en la formación de capacidades y habilidades que fortalecen la producción de conocimiento y nuevas tecnologías.

Entre los procesos que apoyan la innovación, producción/transferencia de conocimiento y creación de redes de colaboración se encuentran las interacciones entre los actores, como son la academia y la empresa. El tema ha sido estudiado a nivel internacional, sin embargo, los principales estudios se han hecho en economías desarrolladas, y/o en empresas de gran tamaño, dejando a un lado la realidad contextual de economías emergentes, situación de nuestro país.

Con esta consideración, la presente investigación tiene como propósito insertarse en el análisis de la vinculación entre el sector académico y el empresarial como una interacción clave para la creación y desarrollo de empresas de base tecnológica, así como sus implicaciones en torno a los procesos de transferencia de conocimiento e información entre los actores. Para comprender estas interacciones, su naturaleza y mecanismos, se decidió hacer un caso de estudio bajo un enfoque cualitativo. Se analizó una empresa mexicana de reciente creación que realiza sus actividades de I+D en torno a las aplicaciones del plasma

¹ Hoy, las empresas funcionan en el marco de un modelo novedoso de generación de valor y riqueza basado en el conocimiento, recurso intangible e inagotable que permite obtener ventajas competitivas sostenibles en el tiempo [...] Una consecuencia directa de este nuevo modelo económico basado en el uso intensivo del conocimiento es que la explotación de recursos naturales, las economías de escala y la reducción de costos y precios han dejado de ser el elemento central a través del cual se puede competir, bien sea entre empresas, bien entre países. (Villavicencio *et al.*, 2015:5)

atmosférico frío. El uso de esta tecnología la ha ido en crecimiento durante los últimos años al aprovechar el acelerado mejoramiento de los procesos tecnológicos, tiene diferentes aplicaciones en industrias como la agricultura, la cosmeceútica, la medicina, el tratado de superficies, el sector automotriz, entre muchos otros ámbitos.

La relevancia del caso está en que la empresa surgió como resultado de diferentes programas académicos (provenientes de universidades públicas) y gubernamentales, por lo que resulta preciso estudiar los mecanismos que han seguido desde sus inicios para la adecuada vinculación con otros agentes. La investigación misma es un resultado de estas interacciones, pues en su búsqueda activa de colaboración han formado lazos con el sector académico.

La investigación está compuesta por cuatro apartados, en el capítulo I se hizo un análisis del estado del arte, se comparan diferentes posturas teóricas en torno a la vinculación academia-empresa, las redes de colaboración y flujos de conocimiento; además, se exponen los conceptos bajo los cuales está regida la investigación.

Como se mencionó anteriormente, las tecnologías de plasma atmosférico frío son utilizadas en industrias de alta tecnología, los países que ofrecen productos con esta técnica son principalmente Alemania y Estados Unidos de América. El capítulo II tiene como propósito entender el desarrollo de la industria del plasma frío en México y en el mundo.

El tercer capítulo expone la metodología de la investigación, incluyendo aspectos como la estrategia y diseño de la investigación, los recursos y fuentes de información, la validación del diseño y la operacionalización de las variables.

Finalmente, el capítulo IV está compuesto por dos elementos. El primer resultado de la investigación aborda la caracterización y descripción de la empresa, explica la forma en que se creó y los mecanismos de vinculación que permiten su consolidación; se muestran los resultados de la investigación en campo, como las entrevistas realizadas y el análisis de los documentos a los que se tuvo acceso. El segundo elemento de este apartado es la comparación de lo observado en el caso con el estudio teórico, enfocando la discusión hacia la importancia de la vinculación academia-empresa para fortalecer los procesos de innovación y la formación de redes de colaboración.

I. Planteamiento del problema de investigación

El propósito de este apartado es exponer porqué se abordará el tema de la vinculación academia-empresa, precisar cuál es la importancia de contribuir a los estudios y en qué se

diferenciará. El proceso de innovación es complejo, incluye varias actividades y articula a diferentes actores, entenderlo requiere de un pensamiento sistémico, donde los diferentes actores que participan se entrelazan de formas específicas dependiendo del tipo de interacción, sus objetivos y direcciones. Se debe comprender que cada elemento es parte de un sistema complejo donde participan diferentes disciplinas, enriqueciendo el proceso de destrucción creativa del que hablaba Schumpeter (1934).

Este proceso requiere de la adecuada vinculación entre generadores y demandantes de conocimiento. La evidencia muestra que en México estas interacciones aún son débiles (Dutrénit, 2019). A pesar de que esta interacción en particular tiene un alto impacto en el desarrollo económico de los países y en la producción de conocimiento e innovaciones dentro de las empresas, la vinculación Academia-Empresa se enfrenta a una serie de obstáculos económicos, institucionales y políticos, tomando en cuenta el entorno de nuestro país. Sarabia (2015:13) resalta que “por muchos años, los indicadores de éxito de estas actividades fueron las patentes, el licenciamiento y la creación de empresas (spin-off), sin embargo, se han identificado canales informales de interacción que, por su frecuencia y retribución, tienen incluso más importancia que las interacciones formales.” Resulta interesante explorar este tipo de interacciones porque la vinculación puede comenzar de forma informal -a través de relaciones sociales- hasta consolidarse en convenios formales de colaboración e inclusive, en proyectos de coinnovación y también la creación de empresas.

Un factor determinante para el proceso de innovación² es la vinculación ente los agentes, por ejemplo, al otorgar recursos económicos o intelectuales que incentiven la innovación, y dependiendo del tipo de interacción podrán darse intercambio de conocimientos, creación de redes de colaboración, la mejora de procesos y productos, entre otros beneficios (ver apartado 1.2.1 y 1.2.2).

En México, los canales y mecanismos de interacción entre la academia y la empresa aún son difusos; uno de los orígenes de este problema es la falta de comunicación entre los actores, quizá por el estigma de que cada uno de ellos tiene objetivos diferentes. Es importante

² La innovación es “un fenómeno que se caracteriza por su efecto transformador en distintos niveles: en una empresa, la introducción de mejoras en productos o procesos desconocidos para el mercado puede marcar la diferencia con sus competidoras; pero, cuando la innovación tiene un grado considerable de novedad, puede provocar una disrupción en su industria y marcar la tendencia para el resto de las empresas, o también crear nuevos mercados” (Villavicencio *et al.*, 2015:7)

recordar que la vinculación academia-empresa no es el fin en sí mismo, si no, el medio por el cual transferir conocimiento y tecnología para hacer más eficientes los procesos de las industrias, aprovechar los conocimientos generados por las universidades y mejorar las capacidades de las empresas (Magaldi, *et al.*, 2019) Con esta premisa, surge la necesidad de identificar los mecanismos que están fortaleciendo estas interacciones, analizar el origen o naturaleza de esta vinculación y resaltar sus beneficios.

Algunas investigaciones sugieren que uno de los resultados exitosos de la vinculación academia-empresa en las economías mundiales son las EBT en sí mismas (Delapierre *et al.*, 1998; Merrit, 2011) pues al colaborar activamente con las universidades se desencadenan cambios positivos en los procesos de internalización o apropiación de la información y conocimiento, el desarrollo de productos, la adquisición de tecnología, la formación de redes de colaboración y la mejora en los procesos de innovación (Baier-Fuentes, *et al.*, 2020). Aún así, los mecanismos que propician la vinculación universidad-empresa son limitados y en algunos casos, insuficientes.

Otra parte importante de la literatura internacional sobre EBT plantea que las empresas consolidadas a partir de la producción de conocimiento e innovación y fortalecidas por su intensidad tecnológica, se enfrentan a problemas específicos desde su creación. Existen factores clave (tangibles e intangibles) para que se consoliden este tipo de empresas, a grandes rasgos se pueden agrupar en tres grupos:

- La disponibilidad de tecnología
- La disponibilidad de capital
- El grado de asimilación de la cultura emprendedora

Este último factor integra la calidad de los sistemas de innovación desde los nodos y flujos, hasta las relaciones universidad-empresa. (Merino y Villar, 2007) Así pues, se debe hablar de la formación de redes de colaboración efectivas que propicien un entorno adecuado para la innovación. Ahora bien, a comparación de países desarrollados, Latinoamérica está compuesta en gran parte por sectores de la población en situación de pobreza, con distribución desigual de la riqueza y una fuerte desigualdad social “expresada en sistemas deficientes y mala calidad de vida, de educación, salud, contaminación y uso de tecnologías obsoletas” (Arza, 2010). Lo cual lleva a tener demandas específicas para las organizaciones

de investigación públicas; las solicitudes realizadas por empresas al sector académico en países latinoamericanos no pueden ser comparadas con las de países desarrollados.

Los estudios existentes exponen que las EBT están constituidas en un 95.5% por pequeñas y medianas empresas (PYME), en México las PYME abarcan el 98% del aparato económico mexicano (Alarcón y Díaz, 2016:109) no obstante, hace falta aún muchos estudios para comprender el sector EBT y su desempeño en la economía mexicana. Por otra parte, la eficacia de las empresas de base tecnológica no está determinada por el tamaño. (Alarcón y Díaz, 2016; Merrit, 2012; Baier-Fuentes, *et al.*,2020) Ante este panorama, en los últimos años la creación de EBT en México ha ido en aumento, por lo que es necesario realizar investigaciones más profundas sobre sus orígenes y su forma de actuar.

II. Pregunta de investigación

La investigación se basará en la pregunta:

¿Cómo ha sido el proceso de conformación, desarrollo e innovación de una Empresa de Base Tecnológica y qué papel ha jugado la vinculación con la academia y otros actores en este proceso?

III. Objetivos

La investigación tiene como objetivo general:

Explorar el papel de la vinculación academia-empresa para conformar, desarrollar e innovar en una Empresa de Base Tecnológica mexicana e identificar la naturaleza de estas interacciones para apoyar estos procesos.

Los objetivos específicos son:

1. Documentar el proceso de consolidación de Consortium CAP e identificar la naturaleza de las interacciones que ha tenido la empresa con otros actores, en específico con la academia.
2. Analizar los problemas a los que se ha enfrentado la empresa en su trayectoria para vincularse con otros actores.

1. Marco teórico y conceptual

La presente investigación está basada en tres cuerpos de literatura (cuadro 1) que, en conjunto, serán el soporte teórico y conceptual para identificar y encuadrar los electos explicativos de la vinculación academia-empresa, que puedan explicar por qué los actores deciden colaborar, cómo se dan estas interacciones y cuáles son los alcances e impacto para los participantes. De esta forma, se pretende contrastar con lo observado en el estudio de caso presentado, desde la particularidad “universidad-empresas de base tecnológica”.

Cuadro 1. Marco teórico

Cuerpos de literatura	Elementos de estudio	Literatura principal
Empresas de base tecnológica	<ul style="list-style-type: none"> • Discusión del concepto y su caracterización • Clasificación 	<ul style="list-style-type: none"> • Alarcón y Díaz (2016) • Hatzichronoglou, OCDE (1997) • Lall (2000) • OCDE/Eurostat (2018) [Manual de Oslo] • Ortin P. y Vendrell (2014) • Zhang, <i>et al.</i>, 2022
La vinculación universidad-empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios de vincularse • Incentivos • Canales de interacción • Intensidad tecnológica • Datos, flujos de información e innovación • Cercanía geográfica 	<ul style="list-style-type: none"> • Baier-Fuentes; Guerrero; Amorós (2020) • de la Cruz y Natera (2019) • Dutrénit (2019) • OCDE/Eurostat (2018) [Manual de Oslo] • Villavicencio <i>et al.</i> (2015) • Abramovsky y Simpson (2009) • Magaldi, <i>et al.</i> (2019) • Arza (2010)

Redes de colaboración y flujos de información	<ul style="list-style-type: none"> • Conversión del conocimiento • Tipos de conocimiento y actores que participan • Formación de las redes de colaboración • Hubs y nodos de innovación 	<ul style="list-style-type: none"> • Grimpe y Hussinger, 2016 • Mu, Jifeng; <i>et al.</i>, (2008) • OCDE/Eurostat (2018) [Manual de Oslo]
---	---	--

Fuente: Elaboración propia

Después de un primer acercamiento al estado del arte, se encontró una relación importante entre la capacidad de vincularse entre actores y la producción de conocimiento, la transferencia de información y la formación de redes de colaboración. Dependiendo de la naturaleza de sus interacciones se han encontrado beneficios como la mejora de procesos y productos, la generación de procesos de innovación o coinnovación, hasta la formación de empresas de base tecnológica. Bajo esta lógica, se establecieron los tres grupos de literatura que se observan a continuación.

1.1 Empresas de Base Tecnológica

Las Empresas de Base Tecnológica (EBT) han destacado por su capacidad para generar conocimiento, producir bienes o servicios con un mayor valor agregado, tener alta productividad y por su impacto positivo para las economías de los países. Estudiar este tipo de empresa ha tomado relevancia por sus elementos diferenciados; sin embargo, la literatura internacional concuerda en que es complicado hacer una caracterización generalizada, ya que tanto los contextos institucionales, como los sociales y económicos son distintos entre las economías desarrolladas y en desarrollo.

Cabe mencionar, que gran parte de las investigaciones realizadas sobre EBT están centradas en grandes empresas y en economías desarrolladas (Zhang, *et al.*, 2022), lo cual impide tener múltiples puntos de comparación con el caso mexicano. Para el presente análisis, se retomarán dos estudios principales: el caso de China y el caso francés, pues ambos se enfocan en estudiar la creación, desarrollo e innovación de este tipo de empresas en sus países, además, ambos estudios concluyen que las interacciones con el sector académico e incluso, gubernamental fueron de vital importancia.

Con estas consideraciones, el primer apartado se dividirá en tres secciones: primero se expondrá el concepto de EBT y algunos problemas que surgen para su estudio; en un segundo

momento se hablará de los aspectos en torno a la creación de estas empresas; finalmente se expondrán algunos aspectos clave para que la empresa pueda desarrollarse y crecer con éxito.

Como nota adicional, es necesario destacar que en la literatura más actualizada se utiliza el término “Nuevas empresas de base tecnológica” (NTBFs³) haciendo énfasis en dos puntos: a) las particularidades que conllevan a su desarrollo en economías emergentes, y b) el hecho de que una parte importante de las NTBFs son micro y pequeñas empresas; por ende, a partir de ahora se utilizará este término.

1.1.1 Concepto de NTBFs y las limitaciones para analizarla

El primer problema para estudiar a las NTBFs surge del hecho de que las estadísticas de los países generalmente no incluyen a las micro empresas en los censos industriales o no son suficientemente caracterizadas, es decir, aquellas empresas con menos de 20 empleados se encuentran fuera del foco de análisis (Delapierre, *et al.*, 1998; Alarcón y Díaz, 2016; Zhang, *et al.*, 2022). No obstante, al ser empresas intensivas en conocimiento, su impacto, implicaciones y resultados productivos no están definidos necesariamente por su tamaño. En el caso de Francia durante los años 80, el número de empresas de alta tecnología creció principalmente en forma de PyME (Delapierre, *et al.*, 1998). En el mismo ejemplo, las PyME en su conjunto participaban con un 52% del total de los empleos registrados en el sector manufacturero para 1992, de los cuales una tercera parte eran de alta tecnología (particularmente en biotecnología, productos químicos, productos farmacéuticos y software).

Los autores del caso francés, definieron a la NTBFs como “Empresas independientes establecidas en los últimos 25 años con el fin de explotar una invención o una innovación tecnológica” (Delapierre, *et al.*, 1998. Pág. 989). Por otra parte, Alarcón y Díaz (2016) realizaron un estudio sobre la empresa de base tecnológica y su contribución a la economía mexicana, la definición que proponen se puede exponer como la integración de tres elementos (cuadro 2).

³ *New Technology Based Firms* por sus siglas en inglés

Cuadro 2. Definición de Empresa de Base Tecnológica

El concepto de empresa:

Una colección de activos tangibles e intangibles, configurados de tal manera que la organización genere un producto único para ser vendido en el mercado y mantener su ventaja competitiva; retomando a la teoría económica clásica, la empresa es una caja negra donde entran insumos y se obtienen productos.

El factor tecnológico e innovador:

Aunque toda empresa tenga una base de tecnología con la cual trabaja, no toda empresa es una EBT, pues requiere de una tecnología nueva que, además, genere una nueva oportunidad de negocio en los mercados.

El tiempo en el mercado y el riesgo tecnológico:

Empresas con menos de 25 años de creación, basadas en la explotación de una innovación o invención que implique un riesgo tecnológico sustancial; la tecnología utilizada debe ser reciente y supone que la explotación de la oportunidad de negocio conlleva un riesgo (el riesgo de las tecnologías de punta)

Fuente: Elaboración propia con base en Alarcón y Díaz, 2016:109

Esta definición resulta adecuada porque define amplia y puntualmente a la Empresa de Base Tecnológica, a diferencia de otras definiciones, rescata el riesgo tecnológico como un elemento clave. Existe una oportunidad en el propio riesgo de entrar a un nuevo mercado o al presentar cambios exponenciales o radicales en un proceso o producto, sin embargo, ésta es la marca de una EBT, el nivel de riesgo que está dispuesta a afrontar suele estar determinada por el nivel de innovación que propone. Es decir, a mayor grado de innovación existe un mayor riesgo y a diferencia de una empresa tradicional, la empresa de base tecnológica aprovechará este elemento a su favor.

1.1.2 Factores que promueven la creación de NTBFs

Una vez habiendo explorado la definición, surgen algunas preguntas, ¿Cómo surgen estas empresas? ¿El proceso de creación es el mismo que para cualquier otra PyME? O por su alto

nivel tecnológico y de innovación ¿necesita iniciar como una empresa de gran tamaño? En México hace falta aún muchos estudios que sirvan como precedente y poder contestar estas preguntas; por otra parte, los estudios de caso a nivel internacional generalmente se han enfocado en grandes empresas y en su desarrollo tecnológico u otras problemáticas que en su funcionamiento acontecen.

Países como China, Francia, Brasil, India, Alemania y Corea del Sur, han llamado la atención del sector académico por ser economías emergentes, con NTBFs que se han creado y desarrollado exitosamente. Como se ha mencionado antes, a pesar de haber revisado trabajos en los países mencionados, nos enfocaremos en el caso de China y Francia, por su similitud en condiciones, metodología y elementos de análisis. El cuadro 3 describe el caso de Francia.

Cuadro 3. Creación de NTBFs según la evidencia francesa

Características de los fundadores	<ul style="list-style-type: none"> • La mayor parte de empresas de base tecnológica son fundadas por al menos dos miembros, los cuales son científicos pertenecientes de una misma institución (usualmente de la misma empresa o mismo laboratorio público de I+D). • Por lo general, son fundadas por más de una persona, pero en la mayoría de los casos estas personas tienen antecedentes similares. Es decir, científicos con una misma base de conocimiento. • Como consecuencia del punto anterior, se sugiere que la empresa tiene fuertes capacidades tecnológicas, pero poca o nula experiencia relacionada con las empresas. Lo cual resulta un problema, al no contar con capacidades empresariales existe un nivel de riesgo mayor para entrar al mercado e incluso de no tener éxito y cerrar la empresa.
Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • El financiamiento inicial generalmente viene de instituciones públicas, clientes, amigos y otras relaciones. • Normalmente la mitad de los activos financieros de las NTBFs en sus inicios son activos personales de los fundadores.
Dificultades para su creación	<p>Principales dificultades para sus fundadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recaudar fondos.

	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer su credibilidad y demostrar que sus ideas estaban bien fundadas. • Abordar los complejos requisitos administrativos para el establecimiento de una nueva empresa. <p>Otras problemáticas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pronosticar el costo de la innovación y el tiempo para la comercialización • Encontrar una ubicación adecuada • Asistencia pública inadecuada • Problemas para identificar sus segmentos del mercado • Falta de disponibilidad de trabajadores calificados
--	--

Fuente: Elaboración propia con base en Delapierre et al. 1998.

Un descubrimiento importante en el caso francés fue que “el 73% de las empresas innovadoras muy pequeñas, con menos de 20 empleados estaban involucradas en redes productivas a través de vínculos con otras empresas o relaciones de subcontratación” (Delapierre, et al. 1998:997). Plantean, además, que una de las mayores dificultades para crear NTBFs recae en la falta de financiamiento; los agentes financieros no están interesados en invertir por dos aspectos, primero por no tener experiencia para juzgar las empresas basadas en tecnología y segundo, consideran que existe mayor rentabilidad en el tiempo - trabajo adicional y participación- otorgado a grandes empresas que en pequeñas inversiones a NTBFs.

1.1.3 Desarrollo de las NTBFs

De acuerdo con Delapierre, et al. (1998) en Francia el 83% de las empresas analizadas fracasaron al no recibir apoyos externos, los cuales podrían haber sido tanto en financiamiento como en conocimientos. De hecho, la mayor parte de PyME que se conformaron como NTBFs dependieron de sus propios recursos internos para cubrir los costes de innovación. Además, la mitad de las empresas que durante su creación no pertenecían a alguna red, desaparecieron. Por tanto, resulta de vital importancia vincularse con otros actores, especialmente para su creación, pero también para su desarrollo.

Cuadro 4. Desarrollo de NTBFs según la evidencia francesa

Determinantes para su crecimiento	Elementos Internos de la empresa	<ul style="list-style-type: none"> • Credibilidad de los fundadores, basada en su experiencia profesional • Comprensión profunda del mercado • Tener un plan de negocios y visión a largo plazo para sus actividades • Introducción de innovaciones orientadas al mercado • Capacidad de pronosticar las expectativas del mercado
	Factores exógenos	<ul style="list-style-type: none"> • Fortaleza del entorno de apoyo (de otros actores empresariales, gubernamentales u académicos) • Recibir algún tipo de financiamiento externo • Los socios financieros están más dispuestos a unirse a empresas que ya están bien financiadas, por tanto, es importante comenzar con activos iniciales grandes. • Crear redes es fundamental para la innovación y crecimiento
Clientes	Clientes-usuarios finales	<ul style="list-style-type: none"> • Tienden a desarrollar productos especializados en segmentos del mercado estrechos en lugar de productos estandarizados ampliamente utilizados.
	Empresas más grandes como clientes	<ul style="list-style-type: none"> • Suelen suministrar tecnologías especializadas a empresas más grandes • Explotan sus capacidades tecnológicas llevando a cabo I+D por contrato a grandes empresas.
Tamaño de las NTBFs	<ul style="list-style-type: none"> • Debido a la estrechez de sus mercados, pocas NTBFs se convierten en medianas y mucho menos en grandes empresas. • Usualmente los fundadores evitan un crecimiento rápido, consideran que una pequeña empresa es más propicia para la innovación tecnológica. • En otros casos, los fundadores también priorizan permanecer independientes, sin compartir la propiedad de su empresa con otras. 	

Fuente: Elaboración propia con base en Delapierre, et al. 1998

Por otra parte, las NTBF se enfrentan a numerosos obstáculos durante etapa de crecimiento -es en el proceso de desarrollo donde una gran parte de estas empresas se desintegran-. Zhang

et al. (2022: 190) plantean que un impedimento importante en economías emergentes o en desarrollo es la “vulnerabilidad de la novedad y la pequeñez, que causa falta de legitimidad, de recursos internos y capacidades en la financiación, I+D y gestión, restringiendo a las NTBF de perseguir el crecimiento por si solos”. Se corrobora que el nivel de apoyo en el entorno es determinante no solo para un desarrollo adecuado de la empresa, si no también, para su supervivencia. Una de las conclusiones del estudio de caso en China resalta el papel de las Universidades y los Institutos de Investigación como principal fuente de conocimiento científico y tecnológico, exponen firmemente que su interacción con las empresas debe ser sinérgica y no competitiva.

1.2 La vinculación universidad-empresa

Una vez identificados los principales factores que están asociados a la conformación y desarrollo de NTBF, ha resaltado la importancia de la vinculación y formación de redes en estos procesos. Ahora bien, ya que la vinculación entre actores tiene diferentes formas de expresarse y considerando que cada una de estas interacciones es compleja, se hará énfasis en la relación universidad-empresa.

De esta manera, es necesario que las empresas encuentren en el conocimiento su mejor ventaja competitiva duradera ya que “cuando los mercados cambian, las tecnologías proliferan, los competidores se multiplican y los productos se vuelven obsoletos casi de un día para otro, las empresas exitosas son las que consistentemente crean conocimiento nuevo, lo diseminan ampliamente en toda la organización y lo incorporan rápidamente en nuevos productos y tecnologías. Estas actividades definen a la empresa creadora de conocimiento cuyo único propósito es la innovación continua.” (Nonaka, 2007:01) Cabe destacar que la innovación no siempre se basa en nuevo conocimiento, puede resultar de combinar conocimiento ya existente.

La creación y transferencia de conocimiento requiere de procesos complejos que incluyen la participación de diferentes actores. En un primer momento se podrán establecer como:

- a) generadores de conocimiento: la *academia*, es decir, las universidades públicas y privadas, otras Instituciones de Educación Superior (por ejemplo, institutos tecnológicos), los centros de investigación
- b) demandantes de conocimiento: las *empresas* de los diferentes sectores, manufacturero, de servicios y agropecuario.

Aun cuando se establecen determinados actores por el lado de la generación de conocimiento y otros por el lado de la demanda de conocimiento, en realidad estos procesos son ambivalentes. Tanto las empresas, como el sector académico producen y demandan conocimiento, con sus particularidades o expresiones específicas, no son procesos excluyentes uno del otro.

Además, también participan otros actores como el gobierno, el poder legislativo, las instituciones financieras, las organizaciones intermediarias de innovación y algunos actores más recientemente incorporados a los análisis que son los servicios públicos, las industrias culturales, las cooperativas, los productores individuales, los emprendedores sociales y las organizaciones de los sectores social y privado. (Dutrénit, 2019)

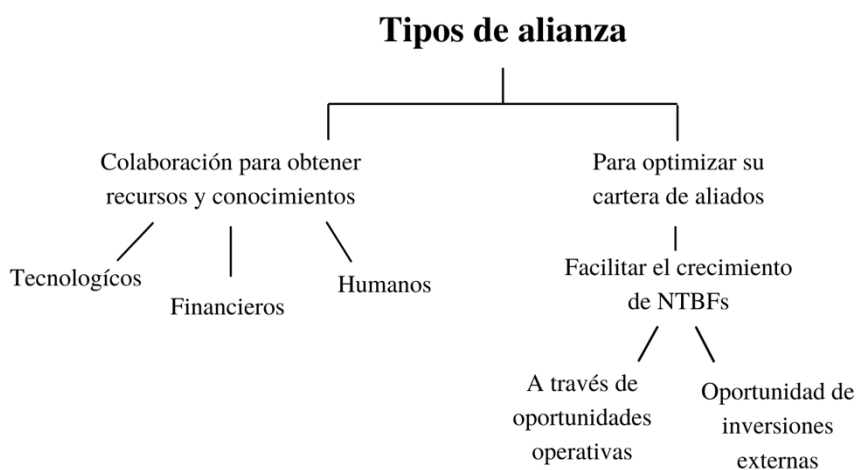
Desde una perspectiva sistémica⁴, la vinculación entre actores es un factor determinante tanto para el desarrollo económico, como para la producción y transferencia de conocimiento y tecnología. Por ende, el buscar mecanismos que incentiven la vinculación entre los actores es indispensable para generar beneficios en común. En específico, para promover el vínculo academia-empresa es necesario “identificar fortalezas y debilidades para promover el establecimiento de relaciones más fuertes y estables entre académicos y empresarios, con el fin último de generar mayor cantidad y mejores innovaciones por el sector productivo” (de la Cruz y Natera, 2019:33).

Aun cuando se ha expuesto el impacto de la vinculación en el desarrollo económico, la evidencia muestra que en México estas interacciones aún son débiles pues “la mayoría de los empresarios no demandan el conocimiento producido por las universidades o no encuentran un fuerte interés en interactuar con ellas. Los investigadores académicos, por su parte, están centrados en la producción de artículos científicos y otros productos valorados por los

⁴ “La perspectiva sistémica de la innovación exige enfoques multidisciplinares e interdisciplinares para examinar las interdependencias entre los actores, la incertidumbre de los resultados, así como las características evolutivas y dependientes de la trayectoria de los sistemas que son complejos y no lineales en sus respuestas a la intervención política. Los sistemas de innovación incluyen organizaciones del sector empresarial y de los otros tres sectores del Sistema de Cuentas Nacionales. Los sistemas de innovación pueden estar delimitados por la industria, la tecnología o la geografía y suelen estar interrelacionados, con sistemas locales vinculados a sistemas nacionales y mundiales. La medición suele recoger datos a nivel de empresa, y los datos resultantes se agregan para obtener resultados a nivel nacional o industrial. La medición de la innovación que abarca varios países tiene un gran valor potencial, pero requiere considerables esfuerzos de coordinación” (OCDE/Eurostat, 2018: 45)

incentivos a la investigación en el país, lo que genera un compromiso en el tiempo disponible para vincularse con el sector productivo” (de la Cruz y Natera, 2019: 35). Aún con estos obstáculos idiosincráticos, cuando se dan algunos procesos de vinculación, las motivaciones se han identificado como económicas e intelectuales para los profesionales, y pasivas y proactivas para las empresas (Arza, 2010: 474), partiendo de ellas, se derivan los distintos beneficios, canales de interacción y flujos de conocimiento. *Grosso modo*, las alianzas universidad-empresa se pueden representar de la siguiente manera:

Figura 1. Alianza universidad-industria en nuevas empresas de base tecnológica (NTBFs)



Elaboración propia con base en Zhang, *et al.* 2022

En la figura 1 se diferencian dos expresiones generales de la alianza entre actores académicos y empresariales, desde la perspectiva de la empresa. El primer caso es cuando la colaboración tiene como objetivo obtener recursos y conocimientos tecnológicos, financieros y/o humanos del sector académico, este tipo de alianza se busca tanto en la etapa de creación de la empresa como en su fase de desarrollo. El segundo tipo de alianza es la que tiene como propósito el desarrollo de la empresa, busca mejorar sus procesos operativos e incluso optimizar su cartera de aliados a través de la inversión externa a la empresa.

Este primer esquema no puede explicar la complejidad de la vinculación academia-empresa, pues las interacciones no tienen como objetivo beneficiar solo al lado de la empresa, si no, a la academia en igual grado. Por tanto, se profundizará en los siguientes indicadores que plantea la literatura especializada: motivaciones, beneficios, incentivos, canales de interacción, intensidad tecnológica, riesgos, cercanía geográfica, datos, flujos de información e innovación.

1.2.1 Motivaciones para vincularse

La principal motivación de las NTBFs para aliarse con el sector académico es obtener acceso a diversos recursos (intelectuales o económicos), especialmente en economías emergentes donde hay mayores limitaciones financieras y recursos restringidos por un entorno institucional imperfecto. (Zhang, *et al.* 2022)

Por otra parte, Arza (2010) hace un estudio profundo para diferenciar las motivaciones para vincularse desde la perspectiva de las empresas y la academia, partiendo de un punto clave: si la vinculación forma parte o no de una estrategia de innovación. Así, la academia bifurca en dos motivaciones, económico o intelectual; y las empresas entre pasivo o proactivo (ver cuadro 5)

Cuadro 5. Motivaciones para la vinculación

Actor	Tipo de motivación	Características
Academia	Económico	<ul style="list-style-type: none">• Presupuestarias• Diversificación de los recursos de financiación para la infraestructura y el apoyo al personal• Motivación individual: mejorar ingresos personales de los investigadores
	Intelectual	<ul style="list-style-type: none">• Mejorar la calidad de la enseñanza e investigación en el contexto de aplicación• Aprender tecnologías de producción que se pueden utilizar en futuras investigaciones• Abordar problemas desafiantes• Nuevas vías de exploración• Monitorear los últimos avances tecnológicos
Empresa	Pasivo	<ul style="list-style-type: none">• No necesariamente forma parte de la estrategia de innovación• Reducción de costes de desarrollo (pruebas y monitoreo)• Reducción de costes operativos (acceso a instalaciones mediante tarifas subvencionadas)• Se busca resolver problemas de producción concretos y simples a corto plazo

	Proactivo	<ul style="list-style-type: none"> • Es parte de la estrategia de innovación • Busca obtener y crear conocimientos actualizados y generalmente tácitos, para resolver cuellos de botella tecnológicos • Generalmente son proyectos a largo plazo
--	-----------	---

Fuente: Elaboración propia con base en Arza, 2010

El estudio mencionado, resalta que las empresas innovadoras buscan acceder a conocimientos producidos por la academia y así, hacer frente al cambio tecnológico (Arza, 2010: 475). No es el caso de todas las empresas, por lo que habrá que diferenciar en el futuro la correlación entre las motivaciones de ambos actores dependiendo la intensidad tecnológica, por ejemplo.

1.2.2 Beneficios de la vinculación

Las motivaciones para la vinculación son importantes porque de éstas derivan los beneficios que se puedan tener. (Cuadro 6) En particular las empresas pueden obtener diferentes perspectivas que apoyen la solución de problemas y el desarrollo de innovaciones en productos y procesos gracias a los diferentes enfoques. Además, se pueden dotar de investigadores altamente calificados mediante el acceso a recursos humanos para su contratación. Por otra parte, las universidades pueden aprovechar los aspectos intelectuales, económicos y de prestigio, es decir, de acceder a fondos económicos (recursos para asistentes de investigación, equipos de laboratorio, información y al igual que las empresas, tener diferentes enfoques para sus investigaciones. (Dutrénit, 2019: 17)

Cuadro 6. Beneficios de la vinculación

Actor	Motivación	Beneficios
Academia	Económico	<ul style="list-style-type: none"> • Fondos adicionales Mecanismo de auto reforzamiento: <ul style="list-style-type: none"> • Al comercializar la investigación, es posible identificar investigaciones más valiosas a partir de un conjunto de inventos • Mejorar la recaudación de fondos privados

	Intelectual	<ul style="list-style-type: none"> • Investigaciones derivadas de las aplicaciones de la industria • Intercambio de conocimientos • Nuevos conocimientos para la agenda industrial • Mayor productividad de la investigación
Empresa	Pasivo	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechamiento de nuevos instrumentos de laboratorio y metodológicas analíticas • Se amplía la capacidad de la industria para resolver problemas reales de producción • Absorben graduados de las universidades
	Proactivo	<ul style="list-style-type: none"> • La combinación de tecnologías y conocimiento resuelve problemas que por si sola la empresa no habría podido resolver • Contribuyen a las estrategias de innovación de las empresas • Resultados innovadores • Desarrollo económico y social más amplio

Fuente: Elaboración propia con base en Arza, 2010

La Encuesta de Vinculación de las Empresas expuesta por el estudio de Alarcón y Díaz (2016) muestra que los beneficios para las empresas en México -aunque su relevancia varia por sector- son el acceso a las capacidades y *expertise* de las instituciones, al apoyo de estudiantes e investigadores, integrarse en una red científica, al acceso de tecnologías innovadoras, estímulos de innovación y finalmente al desarrollo de un producto o servicio.

1.2.2 Incentivos para la vinculación

Cuando se habla de incentivos para la vinculación, generalmente es en torno a las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación expresadas en brindar recursos pecuniarios y no pecuniarios, instrumentos, generar programas de fomento e incluso facilitar la vinculación a través de las políticas con instituciones para emprender los proyectos de innovación. Arza (2010) expresa que sigue habiendo una brecha entre las actividades de investigación-enseñanza-divulgación y las políticas de los actores gubernamentales, y si se habla de su interacción con el sector privado la brecha es igual de grande, por el estigma de que las empresas buscan solo beneficios económicos y no tanto sociales.

En Francia, por ejemplo, programas de la Unión Europea como Esprit y Eureka contribuyeron significativamente a la financiación de NTBFs, buscando así generar acuerdos

cooperativos de I+D entre empresas y laboratorios privados o centros públicos de investigación. (Delapierre, et al. 1998: 998) Además, la evidencia sugiere que “el subsidio del gobierno es el instrumento institucional formal más poderoso y directo para controlar e intervenir en el funcionamiento del mercado en las economías emergentes, lo que influiría en las alianzas universidad-industria aliviando eficazmente las limitaciones de financiación de las NTBF e impulsando el crecimiento de las mismas” (Zhang, et al. 2022:191)

1.2.3 Canales de interacción

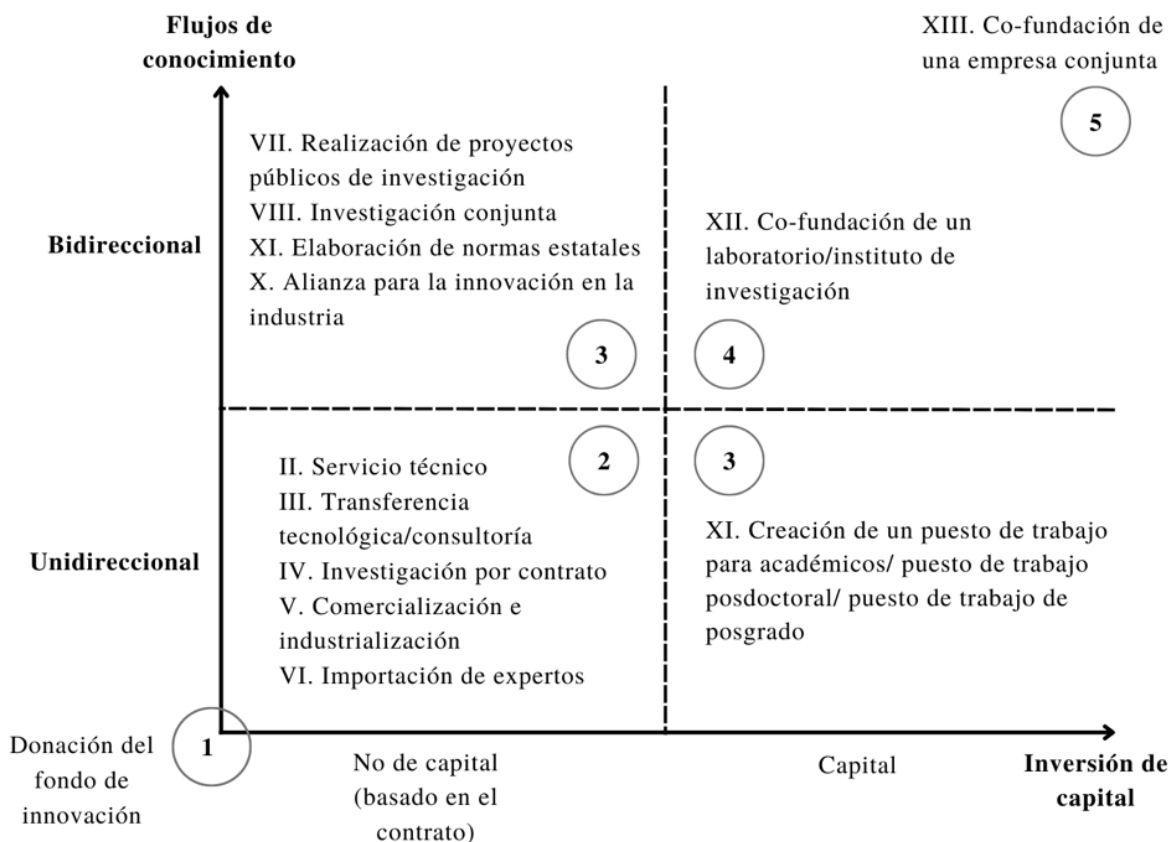
Los procesos de vinculación se dan por diferentes canales, los principales son la participación en proyectos de I+D conjuntos, la consultoría con investigadores individuales, los contratos de servicios de investigación, la participación de investigadores y la capacitación o asesorías. Los canales de interacción propuestos por Arza (2010) son el resultado de una sinergia entre las motivaciones (cuadro 5) de la academia y la empresa y se pueden expresar de la siguiente manera (cuadro 7):

Cuadro 7. Canales de interacción

Canal de interacción	Sinergia entre motivaciones:	Productos de la interacción
Tradicional	Pasivo-intelectual	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de contratación de graduados • Publicaciones • Conferencias
Bidireccional	Proactivo- Intelectual	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación conjunta • Redes
Comercial	Económico-Proactivo	<ul style="list-style-type: none"> • Spin-offs • Incubadoras • Licencias tecnológicas • Patentes
Servicios	Económico-Pasivo	<ul style="list-style-type: none"> • Consultorías • Pruebas • Monitoreo • Prestación de servicios científicos y tecnológicos a cambio de dinero

Elaboración propia con base en Arza, 2010

Figura 2. Espectro de profundidad de la alianza universidad-empresa en I+D



Fuente: Zhang et al. (2022), traducción propia

1.2.4 Riesgos

Los posibles riesgos asociados a la vinculación entre la academia y la industria se pueden expresar en cuatro puntos según Arza (2010), que puedan darse comportamientos poco éticos debido a un conflicto de interés; que la investigación no esté orientada a lo que es socialmente útil; que existan altos costes de oportunidad cuando el tiempo que se da a la interacción implique quitar tiempo a la enseñanza e investigación; y que puedan privatizarse los resultados de la investigación pública.

1.2.5 Intensidad tecnológica

Se plantea que “Las tipologías que se basan en la intensidad tecnológica son más apropiadas cuando se busca explicar la naturaleza del proceso de innovación. La relevancia que se le da a la generación y al uso de las capacidades de CTI en las empresas ayuda a describir el

aprendizaje necesario para generar innovaciones. Además, considera que el conocimiento puede insertarse de forma distinta en empresas con actividades económicas iguales (o similares)” (de la Cruz y Natera, 2019:36). De esta manera, un factor determinante para que se de la vinculación entre agentes estará en función de la intensidad tecnológica o que se encuentren en un sector común de conocimiento y orientación tecnológica. La intensidad de I+D se define como:

La relación entre el gasto en I+D y una medida de la producción, normalmente el valor añadido bruto (VAB) o la producción bruta (GO) (OCDE, 2015). Este indicador se suele utilizar a nivel de una economía para medir su esfuerzo relativo en I+D (GERD sobre el PIB) o su sector empresarial (BERD sobre el PIB o una medida más ajustada del VAB para el sector empresarial). En este estudio, la intensidad de la I+D sirve de criterio para clasificar y ordenar las actividades económicas. (Galindo-Rueda y Verger, 2016: 06)

La OCDE ha elaborado diferentes clasificaciones de las actividades económicas basadas en la tecnología (Galindo-Rueda y Verger, 2016: 05), considerando las condiciones y necesidades de un mundo cada vez más orientado al uso del conocimiento:

En la versión de 1997 los criterios eran una combinación de la intensidad de I+D interna y la I+D adquirida indirectamente a través de las compras de insumos intermedios y bienes de capital nacionales y/o importados. La intensidad tecnológica de las industrias se puede clasificar en cuatro categorías (Hatzichronoglou, 1997):

- Alta tecnología: aeroespacial, equipo de cómputo, maquinaria de oficina, electrónica-comunicaciones y farmacéuticas
- Media-alta tecnología: instrumentos científicos, vehículos de motor, maquinaria eléctrica, químicos, otros equipos de transporte y maquinaria no eléctrica
- Media-baja tecnología: productos de plástico y hule, fabricación de barcos, otras manufacturas, metales no ferrosos, productos minerales no metálicos, productos metálicos fabricados, refinación de petróleo y metales ferrosos
- Baja tecnología: impresión de papel, textiles y prendas de vestir, alimentos, bebidas y tabaco, madera y muebles

Hay dos actualizaciones de esta clasificación: a) 2003- actualización basada únicamente en la intensidad de I+D interna; y b) 2015- se considera que la innovación es más amplia que exclusivamente las actividades de I+D, por lo que se suman indicadores complementarios para medir la intensidad global de conocimientos en diferentes actividades económicas como actividades de propiedad intelectual, y de innovación en diferentes industrias. La propuesta más reciente de la OCDE se puede observar en el cuadro 8.

Cuadro 8. Clasificación de empresas por intensidad tecnológica en I+D

	Manufactura	No manufactura
Alta intensidad de I+D	Farmacéutica; Productos informáticos, electrónicos y ópticos	Investigación científica y desarrollo
Alta-media intensidad de I+D	Equipo de transporte; Vehículos motorizados, trailers y semi trailers; Maquinaria y equipos; Química y productos químicos; Material eléctrico	Actividades editoriales; Servicio de vehículos de motor, remolques y semirremolques; Servicios informáticos y otros servicios de información
Media intensidad de I+D	Productos de caucho y plástico; Otras manufacturas; Otros productos minerales no metálicos; Metales básicos; Reparación e instalación de maquinaria y equipo	
Media-baja intensidad de I+D	Textiles; Productos metálicos fabricados, excepto maquinaria y equipo; Cuero y productos relacionados; Papel y productos de papel; Productos alimenticios, bebidas y tabaco; Prendas de vestir; Coque y productos de petróleo refinado; Muebles; Madera y productos de madera y	Actividades profesionales, científicas y técnicas, excepto I+D científica; Telecomunicaciones; Explotación de minas y canteras

	corcho; Impresión y reproducción de soportes grabados	
Baja intensidad de I+D		Actividades financieras y de seguros; Suministro de electricidad, gas y agua, gestión de residuos y descontaminación; Actividades audiovisuales y de radiodifusión; Comercio al por mayor y al por menor; Agricultura, silvicultura y pesca; Construcción; Actividades administrativas y servicios auxiliares; Artes, espectáculos, reparación de artículos domésticos y otros servicios; Transporte y almacenamiento: Hostelería; Actividades inmobiliarias

Fuente: Elaboración propia con base en Galindo-Rueda y Verger (2016), OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity

1.2.5 Datos, flujos de información e innovación

Ahora bien, las innovaciones “derivan de actividades basadas en el conocimiento que implican la aplicación práctica de la información y los conocimientos existentes o recién desarrollados. La información consiste en datos organizados y puede reproducirse y transferirse a través de las organizaciones a bajo costo. El conocimiento se refiere a la comprensión de la información y a la capacidad de utilizarla con distintos fines. El conocimiento se obtiene mediante un esfuerzo cognitivo y, por tanto, los nuevos conocimientos son difíciles de transferir porque requieren un aprendizaje por parte del

receptor. Tanto la información como el conocimiento pueden obtenerse o crearse dentro o fuera de una organización” (OCDE/Eurostat, 2018:46). El proceso de transferencia de conocimiento parte de los datos, éstos se convierten en información y el uso adecuado de la información permite crear conocimiento.

El uso de datos para comprender e incentivar la innovación se puede estudiar desde la perspectiva de la academia y desde la empresa.

Para la academia:

Se utilizan los datos sobre innovación para mejorar la comprensión de la sociedad sobre la innovación y sus efectos socioeconómicos, y para probar las predicciones e implicaciones de una amplia gama de modelos sobre el papel de la innovación en el desarrollo económico, el cambio organizativo, la dinámica de las empresas y la transformación social. Los académicos tienen un gran interés en la investigación que puede proporcionar interpretaciones predictivas y causales de los resultados de la innovación, lo que requiere datos longitudinales sobre la innovación vinculados a datos de variables como el valor añadido, el empleo, la productividad y la satisfacción de los usuarios/partes interesadas. Los estudios robustos de inferencia causal son una aportación importante al desarrollo de políticas, ya que superan las limitaciones de los estudios transversales que sólo pueden identificar fenómenos correlacionados. (OCDE/Eurostat, 2018:48)

En las empresas:

los directivos también pueden beneficiarse de los datos estadísticos sobre innovación. Aunque los datos de innovación a nivel micro recogidos de forma confidencial no pueden hacerse públicos, los directivos pueden utilizar los resultados agregados de su sector para comparar las actividades y resultados de innovación de su organización. También cabe señalar que el acto de recopilar datos sobre la innovación en una organización puede influir indirectamente en las decisiones de los directivos, al dar a conocer las posibles actividades y recursos de innovación. [...] Los intereses e incentivos de los gestores de la innovación, como principales proveedores de datos sobre innovación (OCDE/Eurostat, 2018:49)

1.2.6 Cercanía geográfica

Otro factor relevante para estudiar la vinculación academia-empresa es la cercanía geográfica, analizando su nivel de impacto sobre la transferencia de conocimiento. El estudio planteado por Abramovsky y Simpson (2009) en Gran Bretaña, expresa que “La proximidad geográfica puede ser crucial si el principal mecanismo de transferencia de conocimientos son

las interacciones personales directas que permiten las redes sociales [...] Sin embargo, la proximidad física puede ser menos relevante si el conocimiento está codificado o si el conocimiento tácito se transfiere a través de vínculos bien establecidos, como acuerdos formales de colaboración o conexiones de antiguos alumnos”. A partir de esto, exponen dos consideraciones para entender la proximidad geográfica como un factor para la vinculación:

- Primero, si las empresas están localizando sus departamentos de Investigación y Desarrollo cerca de los departamentos de Investigación de las Universidades.
- Segundo, si las empresas innovadoras que están más cerca de la investigación de las universidades tienen vínculos más fuertes, y si es a través de acuerdos formales o informales.

La literatura especializada en la formación de vínculos para la difusión del conocimiento y formación de alianzas entre actores de un sistema de innovación demuestra que la escala territorial es sin duda, un factor determinante para establecer alianzas efectivas. “Como centro para la integración del capital humano y las incubadoras de invención, las ciudades se han convertido en elementos críticos del sistema nacional de innovación. No son entidades aisladas, sino conectadas entre sí a través de canalizaciones de información, canales de comunicación y transporte privilegiados.” (Zhichao Ba, *et al.* 2021) Es decir, las condiciones generales⁵ de una ciudad, pueden brindar características en su estructura que permita la vinculación entre el sector industrial y el sector académico.

Las condiciones territoriales -como la cercanía geográfica- no garantiza por sí misma la interacción entre los agentes, no obstante, sí es un factor determinante para que se faciliten o limiten los procesos de colaboración e innovación. Por otra parte, la emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19 obligo a las instituciones a trabajar de manera remota. Será indispensable analizar el nivel de impacto del aislamiento sobre las actividades de I+D de los diferentes actores y en particular, sobre la vinculación.

1.3 Redes de colaboración y flujos de conocimiento

Para sentar una base sobre las redes de colaboración y las formas en que se transmite la información, es necesario exponer un marco conceptual sobre flujos de conocimiento, sus implicaciones en el proceso de innovación y la medición de estos flujos; primero se hablará

⁵ La infraestructura, el equipamiento y el equipo de las ciudades conforman las condiciones generales de un territorio; así, las ciudades son la aglomeración de condiciones generales.

de la definición misma, posteriormente de la conversión del conocimiento, de los tipos de conocimiento y actores que participan, y finalmente se presentará una tipología que especifica tres términos: cooperación, colaboración y co-innovación (OCDE/Eurostat, 2018). En un segundo momento de este apartado se presentará la definición de Redes de colaboración y sus implicaciones en la vinculación academia-empresa.

Siendo así, hay que recordar que las innovaciones pueden surgir de vínculos entre los actores dentro o a través de diferentes sectores y como resultado de una amplia gama de mecanismos⁶ (cooperación, alianzas, empresas conjuntas), o como un proceso participativo que implica la innovación abierta⁷ o las interacciones usuario-productor.

De esta manera, “el conocimiento para su uso en la innovación puede intercambiarse a través de transacciones de mercado y a través de medios no comerciales. Los canales relevantes incluyen el conocimiento que se lleva en la mente de los individuos a través de diferentes fronteras organizativas. Los individuos pueden trabajar temporalmente en diferentes organizaciones sin cambiar de empleador, por ejemplo, cuando un empleado es destinado a trabajar en una institución académica como parte de un proyecto de colaboración.” (OCDE/Eurostat, 2018: 48) La complejidad para rastrear los vínculos importantes de la vinculación para las actividades de innovación recae en que los circuitos son en sí mismos de alta complejidad, las partes no siempre están conscientes de que estas interacciones son extensas y engloban tanto conocimiento codificado como tácito⁸.

⁶ “Las alianzas, los consorcios, las empresas conjuntas y otras formas de asociación son mecanismos de flujo de conocimientos que pueden utilizarse en las actividades de innovación, aunque cada uno de ellos puede utilizarse para otros fines. En las alianzas y los consorcios las empresas participan con otras organizaciones en una actividad común o ponen en común sus recursos para alcanzar un objetivo común.” (OCDE/Eurostat, 2018: 134)

⁷ El enfoque de la innovación abierta, aborda el conocimiento desde: los flujos de conocimiento entrantes (*Inbound*) o internos (*Outbound*) que se producen cuando una empresa adquiere y absorbe conocimientos de origen externo a sus actividades de innovación, incluyendo la adquisición de conocimientos y aprovisionamiento; y los intercambios del conocimiento hacia el exterior cuando intencionalmente se le permite a otras empresas u organizaciones utilizar, combinar o desarrollar sus conocimientos e ideas para sus propias actividades de innovación; esto puede ser desde licencias a su tecnología, hasta patentes o prototipos. (OCDE/Eurostat, 2018: 132)

⁸ Se entenderá como conocimiento tácito aquel que cada individuo tiene en su mente, que es personal y por ende, difícil de formalizar y comunicar; por otra parte el conocimiento explícito será el que ya está codificado, formalizado y sistematizado. (Nonaka y Takeuchi, 1999)

Las organizaciones como estructuras que integran individuos con un objetivo particular tienen en sí mismas los elementos necesarios para generar conocimiento, y este tendrá características únicas dependiendo del papel que juegue, por ejemplo, si es empresa o academia. Sin embargo, el conjunto de conocimientos individuales y el conocimiento que se produce colectivamente a través de la discusión, el intercambio de ideas, de datos y de información, es un proceso que se enriquece cuando dos o más actores trabajan en conjunto para generar conocimiento. La confianza es un factor determinante para los actores decidan participar o no en las redes de colaboración.

La importancia de analizar los flujos de conocimiento está en que “los tipos de redes utilizados, los vínculos entre organizaciones y el papel de los distintos agentes en la creación y difusión de conocimientos son útiles para investigar la división del trabajo de innovación entre organizaciones y la creación de cadenas de valor de la innovación” (OCDE/Eurostat, 2018: 57). En este sentido, es necesario exponer la información y el conocimiento como conceptos distintos. "La información se trata de creencias y de compromisos. El conocimiento es una función de una postura, perspectiva o intención particular [...] El conocimiento, como la información, trata de significado, depende de contextos específicos y es relacional" (Nonaka y Takeuchi, 1999). Como se ha planteado hasta ahora, el conocimiento es un recurso de suma importancia estratégica para las empresas y las universidades, por ende, la forma en que acceden a él tendrá repercusiones directas o indirectas en las actividades de innovación.

Así mismo, a la transmisión deliberada y accidental de conocimientos entre una unidad y otra se le llamará flujos de conocimiento. Y en este sentido, hay que recordar dos premisas iniciales, primero que “Las empresas recurren a fuentes externas de conocimiento para sus actividades de innovación” y segundo, “La información también puede intercambiarse, pero no es útil si no se entiende y se convierte en conocimiento” (OCDE/Eurostat, 2018:128). Los estudios de las redes de colaboración basan sus actividades en los flujos de conocimiento, así lo exponen Mu, Jifeng; *et al.*, (2008: 87) al señalar que "el flujo de conocimiento comprende el conjunto de procesos, eventos y actividades a través de los cuales los datos, la información y el conocimiento se transfieren de una entidad a otra". Un hallazgo de este estudio es que, al generar redes, el conocimiento que en mayor parte se comparte y aprovecha es el tácito, mejorando a su vez la capacidad de innovación de la empresa.

Por otra parte, Grimpe y Hussinger (2016) exponen que los beneficios de la vinculación con el sector académico para las empresas privadas han sido demostrados ampliamente, pues mejoran su capacidad para desarrollar innovaciones de productos y procesos; sin embargo, expone que los canales por los cuales el sector académico llega al sector privado no han sido suficientemente estudiados.

La atención se ha centrado en los vínculos que tengan como resultado un instrumento legal como son las patentes, licencias y regalías (mediante transferencia de tecnología y conocimiento codificado y formalizado), dejando a un lado los mecanismos informales de transferencia de conocimiento. “Los contactos informales mejoran la calidad de una relación formal [...] Los contratos formales van acompañados de una relación informal de intercambio mutuo sobre aspectos relacionados con la tecnología” (Grimpe, 2016: 02) Se ha demostrado que las NTBFs están integradas en redes densas de colaboración donde dependen de fuentes externas de tecnología; como se ha visto anteriormente, las NTBFs suelen ser subcontratadas en grandes empresas, en este caso se requiere de “estrechos vínculos de intercambio de conocimientos entre la empresa de desarrollo tecnológico y sus subcontratistas” (Delapierre et al, 1998: 999). De hecho, encontraron que algunos de los conocimientos transferidos entre los actores se utilizan para facilitar el desarrollo de habilidades, aprendizaje industrial y comercial, así como la formación de relaciones con nuevos clientes y el mejoramiento de la organización interna de la propia empresa.

1.3.2 Tipos de conocimiento y actores que participan

Intrínsecamente las empresas participan en la interacción de conocimiento con otros actores. La red de conocimiento es la interacción o vínculo basado en el conocimiento que comparten un grupo de empresas y de otros actores -para el propósito de esta investigación será con la academia- están interconectados por relaciones que permiten y/o delimitan la transferencia y creación de conocimientos (OCDE/Eurostat, 2018: 131). Para abordar las redes de conocimiento se debe definir el tipo de flujo de conocimiento y los actores que lo reciben, suministran o intercambian.

El conocimiento puede codificarse a través de bases de datos, rutinas de software, patentes, publicaciones, presentaciones públicas, y know-how. La clasificación del conocimiento dependerá de si es codificado (artículos, libros, fórmulas, modelos, materiales, bases de datos

y derechos de propiedad intelectual) o tácito y del nivel de facilidad para que se transfiera a otras partes. Asimismo, los diferentes flujos de conocimiento se pueden complementar.

Todas las organizaciones, actores o individuos pueden participar en los flujos de conocimiento (OCDE/Eurostat, 2018:130). Por ende, se señala que los actores con los que interactúa la empresa se pueden clasificar tomando en cuenta distintos criterios:

- a. La actividad económica de los actores define el tipo de conocimiento que puede ser intercambiado, tomando en cuenta las presiones competitivas para obtener o crear nuevos conocimientos.
- b. La afiliación institucional del actor, es decir, si es una empresa independiente o una que forma parte de un grupo nacional o multinacional. Se considera la propiedad y control sobre el conocimiento, sus usos, las fuentes de financiación y las fuentes de conocimiento.
- c. El proveedor o usuario de conocimiento, su uso y suministro.
- d. Los atributos de capacidad, abordando las capacidades de absorción de los individuos y organizaciones.

Existen otros elementos que se deben tomar en cuenta para el análisis entre los flujos de conocimiento de las entidades que se vinculan, estos son: el parentesco o distancia entre las unidades, los vínculos de propiedad, la distancia geográfica, los flujos de conocimiento anteriores (*Inbound* y *Outbound*) y finalmente, si pertenecen a una red común -por ejemplo, a comunidades de innovación-. En esta parte del análisis se incluye la presencia de vínculos formales (OCDE/Eurostat, 2018:131) que van desde las similitudes entre actores para medir la probabilidad de que se produzcan flujos de conocimiento, hasta identificar si forman parte de una misma cadena de suministro.

1.3.3 Formación de las redes de colaboración

De acuerdo con Zhichao Ba, *et al.* (2021) la evidencia demuestra que las innovaciones están integradas tanto en redes de colaboración como en redes de conocimiento. Ya se han mencionado algunos de los beneficios claves de la vinculación entre actores, por otra parte, las redes de colaboración en específico han tenido mayor auge en la colaboración entre empresas por su contenido tecnológico; las redes y conexiones entre empresas son una de las fuentes más importantes para obtener nuevas ideas, información y conocimiento, dando lugar

a tecnologías e innovaciones. (Zhichao Ba, *et al.* 2021; Mu, Jifeng; *et al.* 2008; Delapierre, *et al.* 1998). Es decir, se generan oportunidades para combinar y proponer soluciones a necesidades y problemas existentes con el apoyo de diferentes bases de recursos.

Estudios sobre la formación de redes entre empresas a través de los flujos de conocimiento (Mu, Jifeng; *et al.*, 2008: 13) reflejan que al generar vínculos:

- mejora el nivel de confianza entre los participantes pues los beneficios a largo plazo son para todos, de esta forma se reduce el comportamiento oportunista,
- mejora el rendimiento de la empresa en cuanto a beneficios, volumen de ventas e innovación, y
- los vínculos se realizan de dos maneras: cara a cara o a través de terceros

Aunque el estudio realizado por Jifeng, *et al.* (2008) aborda las redes empresa-empresa, este tipo de redes ha sido una de las bases teóricas para la formación de *comunidades de innovación*.

En las redes de colaboración entre empresas, las NTBFs proporcionan productos y servicios tecnológicos innovadores, brindando elementos diferenciadores en comparación con otras pequeñas y medianas empresas. La evidencia de los estudios revisados muestra que los vínculos pueden ser formales o informales y que generalmente son entre el empleador anterior de los fundadores y la NTBF. De hecho, se descubrió que “cuanto más pequeñas eran las empresas innovadoras, más probable era tener relaciones con laboratorios de investigación privados o públicos y más probable era que participara en una red de fabricación, como contratista o subcontratista” (Delapierre, *et al.* 1998: 998)

1.4 Marco conceptual

1.4.1 Conceptos

La investigación está basada en tres conceptos que, en conjunto, buscan explicar la vinculación academia-empresa, específicamente cuando la relación propicia la creación, desarrollo e innovación de Empresas de Base Tecnológica, y que permitan la operacionalización de las variables a utilizar.

- **Empresa de Base Tecnológica**

Se utilizará el concepto propuesto por Alarcón y Díaz (2016), quienes definieron a la Empresa de Base Tecnológica (EBT) como:

Una colección de activos tangibles e intangibles, configurados de tal manera que la organización genere un producto único para ser vendido en el mercado y mantener su ventaja competitiva; una empresa que trabaje con una base tecnológica nueva que, además, genere una nueva oportunidad de negocio en el mercado. La empresa se creó en un tiempo menor a 25 años, están basadas en la explotación de una innovación o invención que implique un riesgo tecnológico sustancial; la tecnología utilizada debe ser reciente y supone que la explotación de la oportunidad de negocio conlleva un riesgo (el riesgo de las tecnologías de punta).

Para complementar esta definición, se considerarán dos características planteadas por Zhang *et al.* (2022) y Delapierre *et al.* (1998) que, al sumarlas, es posible enfocarse a un tipo particular de EBT: la **Nueva** Empresa de Base Tecnológica (NTBFs por sus siglas en inglés)

- a) que la creación de la empresa se da dentro de las particularidades que conlleva desarrollarse en una economía emergente o en desarrollo.
- b) que en general, las NTBFs son pequeñas y medianas empresas, pero pueden tener el mismo impacto de una EBT de mayor tamaño.

- **Innovación**

Para los fines de la investigación, el concepto y tipos de innovación serán los planteados por OCDE/Eurostat, 2018:

“Un producto o proceso nuevo o mejorado (o una combinación de los mismos) que difiere significativamente de los productos o procesos anteriores de la unidad y que se ha puesto a disposición de los usuarios potenciales (producto) o puesto en uso por la unidad (proceso).”

Esta definición considera dos tipos de innovación⁹:

1. En producto: “Una innovación de producto es un bien o servicio nuevo o mejorado que difiere significativamente de los bienes o servicios anteriores de la empresa y que se ha introducido en el mercado [...] deben proporcionar mejoras significativas en una o más características o especificaciones de rendimiento. Las características funcionales relevantes incluyen calidad, especificaciones técnicas, fiabilidad, durabilidad, eficiencia económica durante el uso, asequibilidad, conveniencia, usabilidad y facilidad de uso.” En este tipo de innovación se consideran dos tipos de producto: a) los bienes, objetos tangibles y algunos productos de captura de conocimientos sobre los que se puedan establecer derechos de propiedad y cuya propiedad se pueda transferir a través de transacciones de mercado) y b) los servicios, actividades intangibles que se producen y consumen simultáneamente y que cambian las condiciones de los usuarios, es decir cambios en lo físico o psicológico, por ejemplo. Los servicios pueden incluir algunos productos de captura de conocimiento (OCDE/Eurostat, 2018:70-72)

Complementando la definición anterior se reconoce que los productos de captura de conocimiento pueden tener características de bien o servicio y son “la provisión, almacenamiento, custodia, comunicación y difusión de información digital a la que los usuarios pueden acceder repetidamente. Estos productos se pueden almacenar en objetos físicos e infraestructura, como medios electrónicos o la nube.” (OCDE/Eurostat, 2018:72)

2. En proceso: “Todas las funciones empresariales pueden ser objeto de actividad de innovación. [...] Una innovación de proceso de negocio es un proceso de negocio nuevo o mejorado para una o más funciones de negocio que difiere significativamente de los

⁹ Recordando que los tipos de innovación no son mutuamente excluyentes. Según la OCDE/Eurostat (2018) una empresa puede introducir más de un tipo de innovación durante el periodo de observación para recopilación de datos.

procesos de negocio anteriores de la empresa y que se ha puesto en uso en la empresa” Estos cambios podrán ser “mayor eficacia, eficiencia de recursos, fiabilidad y resiliencia, asequibilidad, conveniencia y usabilidad para aquellos involucrados en el proceso comercial, ya sea externo o interno de la empresa [...] La innovación puede implicar mejoras en uno o más aspectos de una sola función empresarial”. (OCDE/Eurostat, 2018:72) Dentro de este tipo de innovación están contempladas las innovaciones organizacionales, los nuevos procesos de mercadotecnia y la entrada a nuevos mercados¹⁰.

- **Vinculación**

Para entender la naturaleza de la vinculación se reconocerán tres formas de vincularse según la OCDE/Eurostat (2018):

1. Colaboración

La colaboración es la acción coordinada entre diferentes partes para abordar un tema definido en conjunto, todos los socios deben contribuir. Se pueden crear nuevos conocimientos, pero no necesariamente se da una innovación. Cada parte puede utilizar los conocimientos resultantes para diferentes objetivos.

2. Cooperación

La cooperación se da cuando dos o más participantes acuerdan responsabilizarse de una tarea o una serie de tareas, así las partes compartirán información que facilite el acuerdo. Las empresas innovadoras cooperarán con otras empresas si obtienen ideas o insumos de la otra empresa. Para ello, es necesario exponer detalladamente sus necesidades.

3. Coinnovación

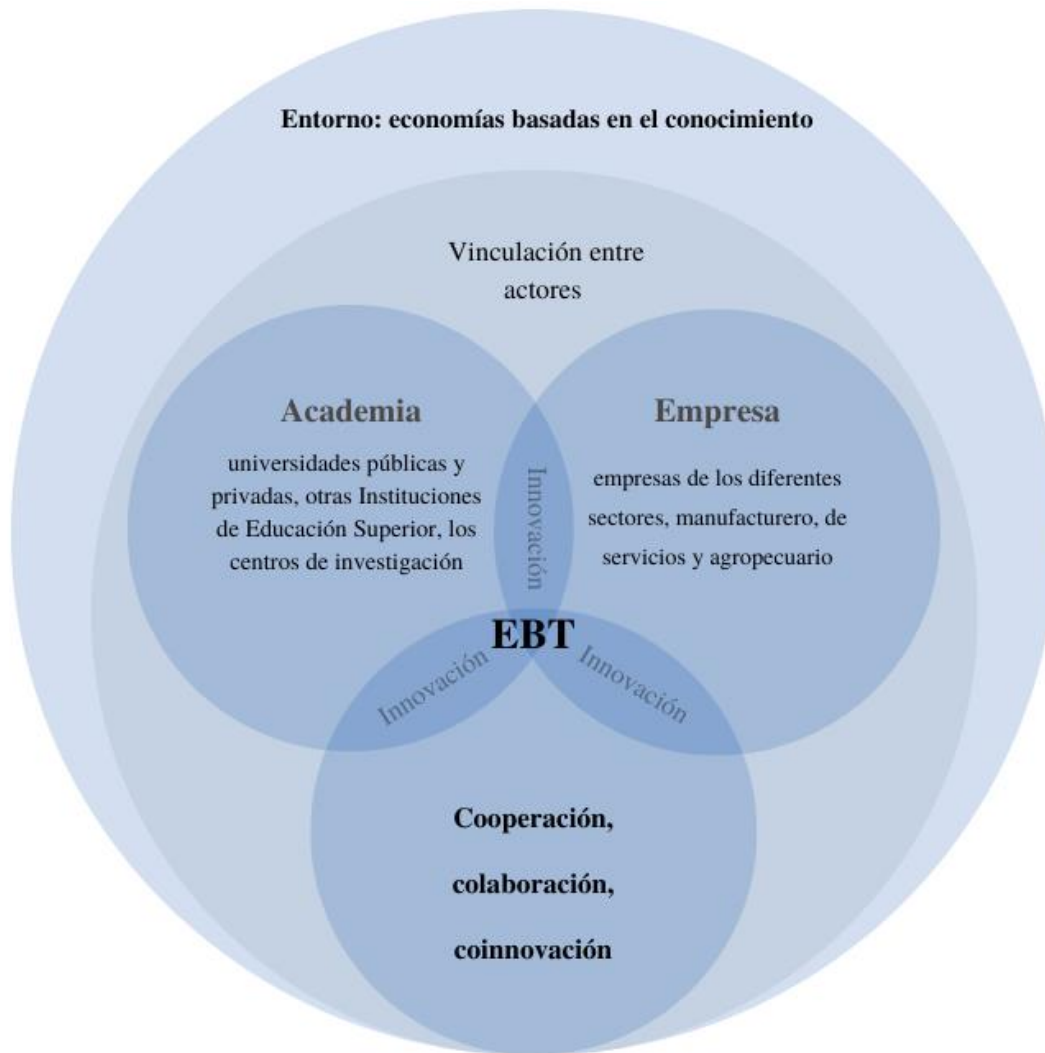
La co-innovación se dará cuando la colaboración entre dos o más actores derive en una innovación.

¹⁰ Es decir, la producción o venta en una nueva localización geográfica.

1.4.2 Diagrama del marco conceptual

La figura 2 el diagrama del marco conceptual, el cual relaciona los principales conceptos de esta investigación.

Figura 3. Marco conceptual



Elaboración propia con base en el marco conceptual

2. Marco contextual

El objetivo de este capítulo es exponer la situación actual de la industria del plasma frío, entender cómo se está desarrollando el mercado -sus segmentos- y las tendencias que siguen de acuerdo con su área de I+D. Las últimas décadas han sido determinantes para el desarrollo tecnológico, los acelerados avances científicos han modificado procesos y productos de las diferentes industrias a nivel mundial, por ende, el papel de la innovación ha tomado especial relevancia cuando se discuten aspectos económicos.

Así, por ejemplo, en el caso de la industria orientada al uso de tecnologías del plasma frío es en principio trabajada por Empresas de Base Tecnológica, al ser una tecnología relativamente nueva. Su amplia gama de aplicaciones en distintas industrias (altamente tecnológicas de igual manera) ha incrementado su importancia a nivel tecnológico como económico, pues tiene beneficios tanto sociales (como un menor impacto ambiental, aportaciones a la medicina humana, aplicaciones para la producción de energías limpias, descontaminación, etc.) como económicos (reducción de costos de producción, eficiencia en los procesos y mejora en la calidad de los resultados). Es sin duda, una industria que en los próximos años tendrá mayor impacto a nivel global; para México, será necesario abordarla más allá de la investigación y desarrollo, e incursionarse al nivel de comercialización.

La industria del plasma frío se desarrolla y aplica principalmente en Alemania y Estados Unidos de América, no hay suficientes estudios de mercado para describir la situación actual de la industria. Por tanto, la metodología que se utilizó para este apartado consistió en los siguientes pasos:

1. Recolección y estudio de la información sobre la tecnología en revistas científicas, lo cual incluyó revisión de citas y artículos en *Nature*, *Science*, *Elsevier*, *JSTOR arts & sciences*, *Springer* y *Web of Science*.
2. Búsqueda en la web sobre las empresas que se dedican a la producción e investigación con esta tecnología.
3. Una vez que se identificaron las empresas con mayor relevancia a nivel mundial, se revisó cada uno de los portales de las empresas para encontrar elementos como el segmento de mercado donde se desarrollan, su oferta de bienes o servicios, el país donde se encuentran, si tienen o no patentes en las Oficinas de patentes de México (IMPI), Estados Unidos de

América (USPTO) y Alemania (DPMA). Además, algunas de las empresas mostraron en su portal su vinculación con el sector académico de su país, también se registró este dato.

4. Se realizó una base de datos con esta información y se organizó en diferentes tablas de resumen.

2.1 La industria del plasma frío en el mundo

Descripción de la tecnología:

“El plasma es un gas ionizado, el llamado cuarto estado de la materia (los otros son sólido, líquido y gaseoso), y se genera al ser energizado hasta 100,000 grados Celsius o más. Ejemplos naturales de plasmas son el sol, una bola de plasma gigantesca, o los rayos en la Tierra, descargas eléctricas temporales. **Los plasmas atmosféricos fríos (CAP) son gases parcialmente ionizados, lo que significa que solo una partícula de 10^9 está ionizada. La ventaja de los plasmas atmosféricos fríos es que son “fríos”, en el sentido de que funcionan a temperatura ambiente y pueden producirse a presión atmosférica en la Tierra.** Generalmente, el plasma atmosférico frío genera una mezcla reactiva de electrones, iones, átomos y moléculas excitados, especies reactivas, radiación ultravioleta y calor. Esta mezcla inactiva bacterias, hongos, biopelículas, virus, esporas, ácaros, así como olores y moléculas dañinas de manera muy eficiente. Una extensa investigación, empleando varias tecnologías para generar plasmas atmosféricos fríos, mostró que esta mezcla reactiva puede modificarse para propósitos específicos. En otras palabras, la concentración y la composición de los componentes del plasma se pueden adaptar (o diseñar) para diferentes aplicaciones previstas, como tecnología médica, higiene, tratamiento de agua o control de olores.” (Terraplasma, 2022)

Con esta consideración, la tecnología del plasma frío tiene aplicaciones en diferentes industrias como se lista en el cuadro 9 y 11.

Cuadro 9. Industrias y aplicaciones del plasma frío

Industria	Aplicaciones
Polímeros y plásticos	Tratamiento de superficies, impresión, adhesión
Textil	Refinamiento, teñido, estampado, esterilización
Electrónica y de semiconductores	Revestimiento, grabado, deposición de película delgada, activación y limpieza de placas electrónicas y pads de unión antes del recubrimiento

Alimentaria y agrícola	Descontaminación de envases, descontaminación de superficies de alimentos, tratamiento de aguas residuales, germinación de semilla, tratamiento de frutas y verduras
Médica	Tratamiento de heridas, tratamiento para el cáncer, odontología, coagulación de la sangre, dispositivos médicos, tratamiento de hongos
Cosmética	Tratamiento cosmeceútico para la piel
Energética	Producción de energías limpias, tecnologías solares, tecnologías de hidrógeno
Biotecnología	Control biológico del medioambiente, limpieza de contaminantes en aire, agua, limpieza de materiales extraños, contaminación y pirógenos.
Aeroespacial	Tratamiento de superficies, uniones, sellados, activación, limpieza
Automotriz	Tratamiento de superficies, uniones, sellados, recubrimientos
Embalaje	Unión de adhesivos, recubrimientos y tintas, trabajo en materiales como papel, cartón, plásticos, vidrio, películas, láminas, impresión 3d

Fuente: Elaboración propia con base en la oferta de las empresas (cuadro 10)

Dimensiones y características del mercado de plasma frío

Los estudios del mercado global de plasma frío proyectan un crecimiento de los USD 1,660 millones en 2021 a USD 3,300 millones en 2026 (Markets and markets, 2022) Este significativo incremento es el resultado de sus múltiples aplicaciones en distintas industrias, el interés sobre el uso de esta tecnología se debe en gran parte a que reduce los costos de producción y tiene un menor impacto ambiental. En concreto, los productos plasmáticos representan beneficios a nivel social y ambiental, además de mejorar la eficiencia de los procesos productivos.

La revista científica *Nature* registra en su base de datos 26,595 resultados para la búsqueda “Cold Plasma”, lo cual expone su relevancia en investigación y desarrollo. Por ejemplo, el más reciente artículo fue publicado el 07 de enero del 2022 y se expone que “El plasma atmosférico frío (CAP) y los medios activados por plasma (PAM por sus siglas en inglés) son efectivos contra bacterias, hongos, células cancerosas y virus porque pueden administrar especies reactivas de oxígeno y nitrógeno (RONS) en un tejido vivo con un daño insignificante en las células sanas” por lo que se está investigando la actividad antiviral de CAP frente al SARS-CoV-2 (causante de la actual crisis sanitaria por el COVID-19)

La industria del plasma frío es relativamente reciente y de alto nivel tecnológico por lo que las empresas que producen y desarrollan innovaciones se concentran en diez países (cuadro 10): Alemania, Estados Unidos de América, Canadá, Francia, Reino Unido, Australia, Bélgica, Dinamarca, Italia, Japón, sin embargo, es una tecnología que se utiliza a nivel global.

Existe un alto nivel de diferenciación, pues el uso de tecnología plasmática ofrece importantes atributos de calidad (reflejadas en los bienes de consumo y en los diferentes mecanismos y procesos productivos), reducción de costos y un menor impacto ambiental. Por tanto, es posible decir que la diferenciación que se ofrece no es espuria y que representa una ventaja comparativa frente a otras empresas que realizan diferentes tecnologías/soluciones para los mismos problemas y objetivos. Hay que considerar que el precio de los productos suele ser alto, por lo que la diferenciación es vertical (no todos los consumidores están dispuestos a pagar el precio que supone el uso de esta tecnología).

Los mecanismos de fijación de precios están directamente relacionados con el gasto en investigación y desarrollo que realizan las empresas. Este mismo aspecto suele ser la primera barrera de entrada para posibles competidores, puesto que implica una serie de habilidades y capacidades tecnológicas con los que pocos países y empresas cuentan; además, las tecnologías están protegidas por patentes, mostrando mayores registros en Estados Unidos de América, Alemania, Japón y la Unión Europea. La vinculación interempresarial, así como la colaboración entre las empresas y las universidades o centros de investigación públicos podría ser un factor que reduzca las barreras en producción, investigación y desarrollo, e inclusive la entrada a nuevos mercados.

Cuadro 10. Empresas líderes en tecnologías de Plasma frío por país

País	Empresa
Alemania	Thierry Corporation
	Relyon Plasma GmbH
	Plasmatreat
	SOFTAL Corona & Plasma
	Neoplas GmbH
	Terraplasma GmbH
	Molecular Plasma Group
	CINOGY GmbH
Estados Unidos de América	Apyx Medical Corporation
	Nordson Corporation
	Enercon Industries
	Surfx Technologies, LLC

	Advanced Plasma Solutions
	US Medical Innovations
	COMET Plasma Control Technologies
Canadá	UNIQAIR Technologies
Francia	Coating Plasma Innovation
	AcXys Plasma Technologies
Reino Unido	P2i
	Henniker Plasma
Australia	PlasmaLeap Technologies
Bélgica	Europlasma
Dinamarca	Tantec A/S
Italia	Ferrarini & Benelli
Japón	Adtec Plasma Technology Co. Ltd

Fuente: Elaboración propia con datos a enero del 2022

Aun cuando las empresas líderes realizan sus procesos de innovación e investigación y desarrollo (I+D+I) en los diez países antes mencionados, su relación con los consumidores es global. Cuentan con sedes de tratamiento de plasma en las economías más importantes del mundo, donde se realizan servicios de activación plasmática y venta de productos para las distintas industrias. Ofrecen servicios de acompañamiento, asesoramiento técnico, transferencia de tecnología e incluso, propuestas personalizadas de tecnologías de plasma frío.

Un ejemplo representativo es la empresa alemana Plasmatreteat, la cual colabora con cuatro empresas ubicadas en México dedicadas al tratamiento con plasma frío y que se encuentran localizadas en:

- Guadalajara, Jalisco (Digioe GF SA de CV)
- San Luis Potosí, San Luis Potosí (Asselec SA de CV)
- San Mateo Atenco, Estado de México (ACS asesores en conversión y soluciones SAPI de CV)
- Cuautlancingo, Puebla (Energy Soluciones Industriales)

Cuadro 11. Número de empresas por tipo de sector industrial en el que participan

Nombre del sector industrial o de servicios	Número de empresas que realiza I+D en este sector
Tratamiento de superficies y/o uniones (3)	14
Electrónica	11
Medicina	11
Dispositivos médicos (1)	11
Embalaje	8
Biotecnología y/o Control biológico del medioambiente	8
Textiles	7
Atomotriz	6
Aeroespacial	6
Semiconductor	5
Bienes de consumo	4
Nuevas energías (2)	4
Cosmética, democosmética	4
Tratamiento de productos agrícolas	3
Impresión 3d	3
Industria digital	2
Odontología	2
Medicina veterinaria	1

Fuente: Elaboración propia con datos a enero del 2022

Notas:

(1) Puede incluir limpieza de superficie, grabado, activación plasmática, nanorecubrimiento

(2) Energías con mejor impacto ambiental

(3) Puede incluir o especializarse en tratamiento de heridas

Al ser un sector intenso en tecnología (desde su producción hasta su aplicación) requiere de un alto trabajo en investigación y desarrollo (I+D), por lo que es importante desatacar que cuatro de las empresas líderes (cuadro 10) expresan la importancia de realizar vínculos con la academia (cuadro 12), exponiendo el tipo de interacciones que tienen con ella en su sitio web o a través de sus reportes.

Cuadro 12. Empresas que expresan en su sitio web vinculación con el sector académico para I+D

Alemania	Thierry Corporation
	CINOGY GmbH
Estados Unidos de América	US Medical Innovations
Francia	AcXys Plasma Technologies

Elaboración propia con datos a enero del 2022

La industria del plasma frío expone una amplia diversificación en su cartera de productos (cuadro 13), por lo que cada empresa líder ofrece distintos productos y servicios para una misma aplicación. Esto constituye una ventaja competitiva a cada empresa, pues pueden generar propuestas específicas para las necesidades de cada cliente.

Cuadro 13. Empresas líderes en tecnologías de plasma frío por país y por segmento de mercado		Segmentos del mercado																				
País	Empresa	Atomotriz	Aeroespacial	Bienes de consumo	Bioteología y/o Control biológico del medioambiente	Tratamiento de productos agrícolas	Tratamiento de superficies y/o uniones (3)	Impresión 3d	Industria digital	Cosmética, democosmética	Odontología	Electrónica	Medicina	Dispositivos médicos (1)	Embalaje	Semiconductor	Nuevas energías (2)	Textiles	Medicina veterinaria			
Alemania	Thierry Corporation	•	•	•	•		•		•	•								•				
	Relyon Plasma GmbH	•	•		•													•				
	Plasmatrete	•	•		•													•				
	SOF TAL Corona & Plasma Neoplas GmbH	•	•		•													•				
Estados Unidos de América	Terraplasma GmbH	•		•	•													•				
	Molecular Plasma Group	•			•													•				
	CINOBY GmbH	•			•													•				
	Apyx Medical Corporation																		•			
Canadá	Nordson Corporation																					
	Enercon Industries																					
	Surfx Technologies, LLC																					
	Advanced Plasma Solutions																					
Francia	US Medical Innovations																					
	COMET Plasma Control Technologies																					
	UNIQAIR Technologies																					
	Coating Plasma Innovation																					
Reino Unido	AcXys Plasma Technologies																					
	PZI																					
Australia	Henniker Plasma																					
	PlasmaLeap Technologies																					
Dinamarca	Europlasma																					
	Tantec A/S																					
Japón	Ferrarini & Benelli																					
	Adtec Plasma Technology Co. Ltd																					

Elaboración propia con datos a enero del 2022

Notas:

(1) Puede incluir limpieza de superficie, grabado, activación plasmática, nanorecubrimiento

(2) Energías con mejor impacto ambiental

(3) Puede incluir o especializarse en tratamiento de heridas

Las empresas resaltadas en azul han expresado mediante reportes en su sitio web vinculación con el sector académico, en especial con universidades

2.2 La industria del plasma frío en México

Actualmente solo la empresa alemana Plasmatrear ofrece sus productos en México, sin embargo, al menos dieciocho empresas han registrado o solicitado patentes en el país (cuadro 14), sugiriendo su intención de entrar al mercado mexicano. Como se puede observar en el siguiente cuadro, hay un total de quince patentes registradas en el IMPI y veintiséis solicitudes, no hay ninguna empresa mexicana en este grupo. Por otra parte, si hay patentes y solicitudes registradas por centros de investigación públicos mexicanos, cuatro pertenecen al Centro de Investigación en Química Aplicada del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT); y dos pertenecen al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) dependiente de la Secretaría de Energía.

Cuadro 14. Patentes y solicitudes por titular/solicitante en el IMPI sobre tecnologías de Plasma frío

	Titular/Solicitante	Patentes	Solicitudes
1	APYX MEDICAL CORPORATION [US]	-	3
2	AQUALLENCE LTD ISRAEL [IL]	-	1
3	ARKEMA FRANCE [FR]	1	1
4	BAYCO TECH LIMITED[GB]	-	1
5	CENTRO DE INVESTIGACION EN QUIMICA APLICADA [MX]	2	2
6	CINOGY GMBH [DE]	1	1
7	CLEARIT, LLC [US]	1	2
8	GLAXO GROUP LIMITED [GB]	1	1
9	H2-TECH S.A.R.L. [FR]	1	1
10	HERVE GALLION [FR]	1	1
11	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES [MX]	1	1
12	KONINKLIJKE PHILIPS N.V. [NL]	1	1
13	LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PLASMAFORSCHUNG UND TECHNOLOGIE E.V. [DE]	1	1
14	NANOGUARD TECHNOLOGIES, LLC [US]	1	2
15	NOBIL BIO RICERCHE S.R.L [ITALIA]	1	
16	OZONICA LIMITED [GB]	1	1
17	UNIVERSITAT POLITÉCNICA DE CATALUNYA [ES]	-	1

18	WISCONSIN ALUMNI RESEARCH FOUNDATION [US]	-	2
19	Independientes	1	3
	Total	15	26

Fuente: Elaboración propia con datos a febrero del 2022 con base en datos del Instituto Mexicano de Propiedad Intelectual (IMPI)

Para complementar la información anterior, se hizo una comparación de las patentes otorgadas al titular en USPTO, IMPI Y DPMA. Se encontró que las empresas alemanas son las que mayor interés tienen sobre la producción de patentes de esta tecnología en el mundo (cuadro 15).

Cuadro 15. Patentes otorgadas a las empresas líderes de plasma frío en USPTO, IMPI y DPMA

País	Empresa	Patentes otorgadas al titular			Solicitud de patente
		USPTO	IMPI	DPMA	IMPI
Alemania	Thierry Corporation	-	-	-	-
	Relyon Plasma GmbH	6	-	95	-
	Plasmatreat	9	-	179	-
	SOFTAL Corona & Plasma	7	-	226	-
	Neoplas GmbH	1	-	26	-
	Terraplasma GmbH	1	-	46	-
	Molecular Plasma Group	-	-	28	-
	CINOXY GmbH	15	4	220	1
Estados Unidos de América	Apyx Medical Corporation	4	1	56	3
	Nordson Corporation	1622	52	385	-
	Enercon Industries	-	-	2	-
	Surfx Technologies, LLC	-	-	5	-
	Advanced Plasma Solutions	-	-	3	-
	US Medical Innovations	-	1	539	-
	COMET Plasma Control Technologies	-	-	1	-
Canadá	UNIQAIR Technologies	-	-	7	-
Francia	Coating Plasma Innovation	-	-	16	-
	AcXys Plasma Technologies	-	-	3	-

Reino Unido	P2i	3	1	380	-
	Henniker Plasma	-	0	50	-
Australia	PlasmaLeap Technologies	-	0	1	-
Bélgica	Europlasma	9	1	234	-
Dinamarca	Tantec A/S	4	-	23	-
Italia	Ferrarini & Benelli	-	-	-	-
Japón	Adtec Plasma Technology Co. Ltd	-	-	64	-

Elaboración propia con base en los datos de las Oficinas de patentes de México (IMPI), Estados Unidos de América (USPTO) y Alemania (DPMA) con datos a febrero del 2022

3. Metodología de la investigación

El objetivo de este apartado es exponer la forma en que se estudiará la vinculación academia-empresa de empresas de base tecnológica como parte del proceso de innovación de una empresa. La pregunta que guía esta investigación es ¿Cómo ha sido el proceso de conformación, desarrollo e innovación de una Empresa de Base Tecnológica y qué papel ha jugado la vinculación con la academia y otros actores en este proceso? Dada esta pregunta de investigación, se ha decidido usar una metodología cualitativa y en específico realizar un estudio de caso.

3.1 Estrategia de la investigación

Según Yin (2003), el diseño de la investigación es la lógica que vincula los datos que han sido colectados con las preguntas iniciales del estudio, articulando la teoría a la operacionalización de los elementos. Por otra parte, Kumar (2011) expone que la investigación cualitativa es un acercamiento flexible, que se enfoca en la descripción de las variables de un fenómeno, situación, tema, etc. La vinculación academia-empresa se puede analizar desde distintas perspectivas, sin embargo, para el fin de esta investigación resulta pertinente abordarlo desde un panorama cualitativo que demuestre los mecanismos, naturaleza e intensidad de la vinculación y sus particularidades en empresas de base tecnológica.

3.2 Estudio de caso: justificación

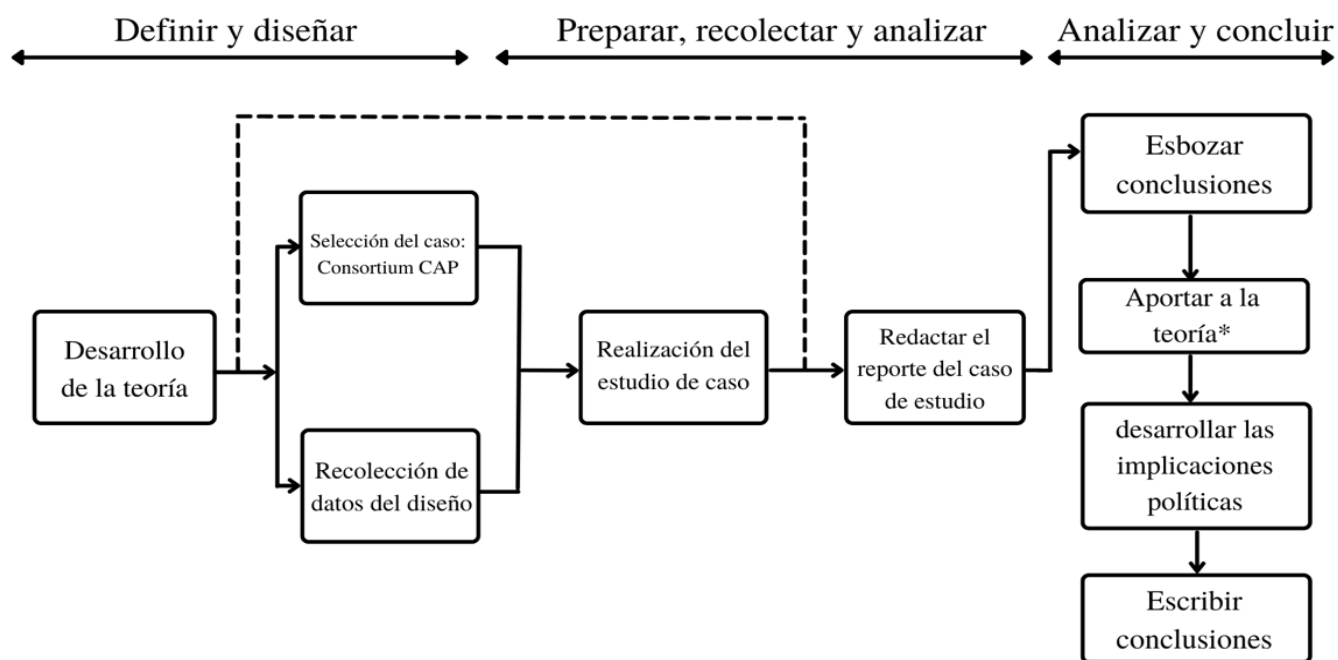
De acuerdo con Yin (2003) el caso de estudio resulta útil para comprender fenómenos sociales complejos desde una perspectiva holística. Es preferible cuando se analizan eventos contemporáneos donde no se tiene control de los mismos, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no son claramente evidentes. Un estudio de caso se basa en múltiples fuentes de información, y se beneficia del desarrollo previo de las proposiciones teóricas, para guiar la recolección de los datos y el análisis de estos.

El estudio de caso será de tipo:

- Descriptivo: con el fin de conocer la situación de un caso particular, exponer sus propiedades, dimensiones y componentes.
- Exploratorio: cuando el tema no ha sido profundamente explorado o reconocido y, por ende, se busca aproximarse a una realidad específica.

Además, puede ser simple o múltiple, dependiendo de la orientación o el objetivo de la investigación. Se decidió un diseño de estudio de caso simple, pues se estudiará a una sola empresa. Las etapas y diseño del caso de estudio se pueden expresar en la siguiente figura.

Figura 4. Diseño metodológico



Elaboración propia con base en Yin, 2003

*El cuadro original dice *modificar* la teoría, sin embargo, el fin de esta investigación es *aportar*

3.3 Unidad de observación y unidad de análisis

La *unidad de observación* será una empresa de base tecnológica mexicana, que ha basado gran parte de su proceso de innovación en estrategias de vinculación con la academia. La *unidad de análisis* será la naturaleza y los mecanismos de la vinculación academia-empresa.

Para elegir a la empresa, se tomaron en cuenta tres aspectos:

- a. Que sea una empresa de base tecnológica
- b. Que la empresa cuente con estrategias de vinculación
- c. Que los proyectos de vinculación que haya realizado sean exitosos

3.4 Fuentes de información

Se obtuvo información de cuatro fuentes de recolección de datos (cuadro 16) tomando en cuenta sus aportaciones específicas, sus puntos fuertes -para aprovechar el potencial de cada fuente- y débiles -para prevenir al momento de realizar la recolección de datos-. La fase de recolección de información se hizo entre septiembre de 2021 y mayo de 2022. El objetivo de tener múltiples fuentes de información es verificar la información y tener las diferentes perspectivas de un mismo evento o elemento de análisis.

Cuadro 16. Fuentes de recolección de datos

Fuentes de evidencia	Puntos fuertes	Puntos débiles
Información documental	<ul style="list-style-type: none"> • Es una fuente estable por su facilidad para revisar repetidamente. • No es obstructiva, pues no se ha creado como resultado del estudio de casos. • Contiene los nombres, las referencias y los detalles exactos de un acontecimiento, por lo que es una referencia segura. • Tiene amplia cobertura, refleja un largo periodo de tiempo, muchos acontecimientos y muchos entornos 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene una baja capacidad de recuperación. • Puede haber selectividad sesgada si la recopilación es incompleta. • El acceso puede estar bloqueado deliberadamente.
Registros del archivo	<p>[Lo mismo que en el caso de la información documental]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es preciso y cuantitativo 	<p>[Lo mismo que en el caso de la información documental]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Puede no haber accesibilidad por razones de privacidad.
Entrevistas	<ul style="list-style-type: none"> • Es un recurso dirigido, se centra directamente en el tema del estudio de caso 	<ul style="list-style-type: none"> • Sesgo debido a preguntas mal construidas • Sesgo de respuesta

	<ul style="list-style-type: none"> • Es perspicaz pues proporciona inferencias causales percibidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Inexactitudes debidas a la falta de memoria • Puede haber un problema de comunicación si el entrevistado da lo que el entrevistador quiere oír
Observación directa y observación mediante participación	<ul style="list-style-type: none"> • Cubre los acontecimientos en tiempo real • Cubre el contexto del evento • Facilita la comprensión de los comportamientos y los motivos interpersonales 	<ul style="list-style-type: none"> • Consume mucho tiempo • Es difícil ser selectivo con qué registrar, a menos que la cobertura sea amplia • El acontecimiento puede desarrollarse de forma diferente porque está siendo observado • Se necesitan muchas horas para registrar las observaciones • Hay riesgo de un sesgo debido a la manipulación de los acontecimientos por parte del investigador

Fuente: Retomado de Yin (2003)

Para el caso del tercer rubro del cuadro anterior, se realizaron ocho entrevistas semiestructuradas, con el propósito de planificar una guía temática que reuniera información específica del estudio, pero dando la oportunidad a una conversación natural. Las preguntas que se realizaron fueron abiertas, para permitir que el entrevistado expresase opiniones, matizara o modulara las respuestas y, además, tuviera la oportunidad de precisar en temas indispensables de explorar.

Las preguntas de las entrevistas se dividieron por categorías y se basaron en la operacionalización de los conceptos (ver apartado 3.7), buscando responder a cada variable identificada para el estudio.

Se realizaron diez entrevistas a profundidad, distribuidas de la siguiente manera:

- Al director ejecutivo de la empresa, Noé Ayala.
- dos actores que participan como investigadores e inversionistas de la empresa, además de ser profesores-investigadores en el sector académico al mismo tiempo, fueron el Dr. Ramón Castañeda (Universidad de Guanajuato) y Dra. Estela Jofre y Garfías (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional campus Irapuato)
- tres actores exclusivamente académicos, la Dra. Vanessa Sattelle (Centro de Investigaciones de Diseño Industrial UNAM), Mtro. Arturo Ortiz (Centro de Investigaciones de Diseño Industrial UNAM) y Dr. Carlos García (Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco)
- Se realizó una visita de campo a la empresa Luzars (Empresa socia de Consortium CAP) la cual se encarga de la producción de los reactores de plasma. En esta empresa se entrevistó al director ejecutivo, Fernando Vega. Además, se hizo un recorrido donde se entrevistó de manera breve a los integrantes de todas las áreas, incluyendo al departamento de I+D, calidad, producción, talento humano y marketing.

3.5 Análisis de la información

Como ya se mencionó, en el estudio de caso la principal fuente de información fue la recolectada en campo a través de entrevistas a personas clave de la vinculación academia-empresa. Las entrevistas fueron grabadas y transcritas a través de categorías analíticas con base en el marco conceptual. En esta fase, la sistematización de la información se realizó con el apoyo de herramientas de análisis cualitativo como Atlas ti¹¹.

Posteriormente, se identificaron los elementos importantes de cada uno de los conceptos clave de la investigación: empresa de base tecnológica, innovación y vinculación; en este proceso, el punto de partida son las variables e indicadores que se mostrarán en el cuadro 17.

Para analizar la información acerca de la cercanía geográfica como factor determinante para la vinculación academia-empresa, se hizo un análisis territorial con apoyo de un sistema de información geográfica (SIG) mediante la herramienta Arcmap. En esta parte se buscó

¹¹ Con el uso de este software se pueden realizar colecciones de datos, expresados en gráficas, audios y videos.

identificar si la cercanía geográfica era un determinante para que se diera la vinculación academia-empresa en el caso específico de la empresa estudiada.

3.6 Validación del diseño

Yin (2003) agrega que una parte importante del estudio de caso es el proceso de validación del diseño. Para esto, propone cuatro pruebas (cuadro 16) que están basadas en los conceptos: confianza, credibilidad, confirmabilidad y fiabilidad de los datos, Los cuales serán abordados brevemente a continuación para entender la forma de validación de la información para ser utilizada en el análisis de los resultados del estudio de caso.

Cuadro 17. Tácticas para el estudio de caso

Prueba	Táctica	Resumen
Validez del constructo	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de múltiples fuentes de evidencia • Establecer la cadena de evidencias • Hacer que los informantes clave revisen el borrador del informe del estudio de caso 	Establecer medidas operativas correctas para los conceptos estudiados
Validación interna	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer la concordancia de patrones • Construir explicaciones • Abordar las explicaciones rivales • Utilizar modelos lógicos 	<p>Establecer una relación causal, por la que se demuestra que ciertas condiciones conducen a otras condiciones, a diferencia de las relaciones espurias.</p> <p>Se usa sólo para estudios explicativos o causales, y no para estudios descriptivos o exploratorios.</p>
Validación externa	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar la teoría en los estudios de caso único 	Establecer el ámbito al que se pueden generalizar los resultados de un estudio

	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar la lógica de la replicación en los estudios de casos múltiples 	
Confiabilidad	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el protocolo de estudio de casos • Desarrollar una base de datos del estudio de caso 	Demostrar que las operaciones de un estudio -como los procedimientos de recopilación de datos- pueden repetirse con los mismos resultados

Fuente: Elaboración propia con base en Yin, 2003, :35

- **Validez del constructo**

Esta primera prueba es en especial problemática en la indagación de estudios de casos. Sin una explicación previa de los acontecimientos significativos y operativos que conforman el cambio, el lector no puede saber si los cambios registrados en un análisis de caso reflejan realmente los acontecimientos críticos o si se fundamentan sólo en las impresiones del investigador. Así, la validación del constructo deberá tomar en cuenta dos pasos:

1. Seleccionar los cambios específicos que serán estudiados y relacionarlos con los objetivos del estudio
2. Demostrar que las mediciones seleccionadas de estos cambios reflejen los cambios específicos del estudio

Para validar el constructo en la investigación se ordenaron los tipos de cambio específicos con los objetivos del estudio de caso. Los objetivos son:

General:

Explorar el papel de la vinculación academia-empresa para conformar, desarrollar e innovar en una Empresa de Base Tecnológica mexicana e identificar la naturaleza de estas interacciones para apoyar estos procesos.

Específicos:

1. Documentar el proceso de consolidación de Consortium CAP e identificar la naturaleza de las interacciones que ha tenido la empresa con otros actores, en específico con la academia.
2. Discutir los problemas a los que se ha enfrentado la empresa en su trayectoria para vincularse con otros actores.

Para demostrar que la forma en que se midieron los datos realmente refleja los cambios que se están estudiando, las entrevistas que se realizaron a diferentes integrantes de la organización y a integrantes fuera de ella pero que han participado o participan en los proyectos de vinculación. Esto nos dio la posibilidad de comparar los resultados y medir su confiabilidad.

- **Validación interna**

Esta segunda prueba está orientada a los estudios de tipo experimental y cuasi-experimental. La validación interna solo se realiza cuando el estudio es explicativo, quien investiga puede trazar trayectorias de tipo causal y así, determinar si un evento X es la razón de que suceda un evento Y . En este caso, la investigación es de tipo explorativo y descriptivo por lo que en este estudio no se realizará validación interna.

- **Validación externa**

La tercera prueba se refiere en palabras de Yin (2003) “al problema de saber si los resultados de un estudio son generalizables más allá del caso de estudio inmediato”. Quienes hacen una crítica a la investigación cualitativa contrastan implícitamente la situación con la investigación por encuesta, en la que una muestra se generaliza fácilmente a un gran universo. Es necesario resaltar que la forma en que se crea, desarrolla e innova en empresas de base tecnológica no es generalizable por sí misma, pues es un fenómeno complejo que varía dependiendo de las características jurídicas, políticas y socioeconómicas donde se desarrollan; por ende, la investigación busca explicar cómo se dieron estos procesos en este caso particular. Aun así, la metodología si puede ser aplicada a otros casos de estudio con objetivos similares.

- **Confiabilidad**

En palabras de Yin (2003), el objetivo de esta última prueba es asegurarse de que, si un investigador siguiera los mismos procedimientos descritos por un investigador anterior y volviera a realizar el mismo estudio de caso, el investigador posterior debería llegar a los mismos resultados y conclusiones. Especifica que un requisito previo para permitir a este otro investigador repetir un estudio de caso anterior es documentar los procedimientos seguidos en el caso anterior. Sin esa documentación, ni siquiera podría repetir su propio trabajo. La forma general de abordar el problema de la fiabilidad es hacer que el mayor número de pasos sea operativo.

En este sentido se revisaron estudios similares realizados en diferentes países, donde se encontró que en China y Francia se había realizado casos de estudio con condiciones contextuales parecidas, además de utilizar una metodología similar a la utilizada en esta investigación. Ambos casos utilizan parámetros de análisis comparables con esta investigación como el tamaño de la empresa, la falta de certeza en el entorno, la característica de los fundadores y la informalidad de las interacciones en sus inicios. Al contraponerlos con el presente estudio, se pudo concluir que la metodología y análisis utilizado tiene fiabilidad y puede ser replicado en otros casos de estudio si así se decidiera.

3.7 Operacionalización de las variables

Con el objetivo de que la investigación se realizara de manera sistematizada, ordenada y que cumpliera con los criterios de lógica y análisis, se operacionalizaron las variables, basadas en los conceptos clave bajo la siguiente estructura: Concepto > Dimensión > Variable > Indicador.

Cuadro 17. Operacionalización de las variables

Concepto	Dimensión	Variable	Indicador
Nuevas Empresas de base tecnológica	Características de la empresa	Edad de la empresa	Año de fundación
		Origen de la empresa	Fundadores
			Spin-off
	Intensidad tecnológica	Capacidades	Estrategia de apertura
			Recursos humanos en I+D
			% de nuevos productos/ventas
	Disponibilidad de tecnología	Tipo de producto/ servicio	Formalización de actividades innovadoras y de I+D
			Clasificación de productos OCDE
			Características de los laboratorios
	Disponibilidad de capital	Gasto en I+D	Gasto en I+D/Ventas
			Grado académico
	Habilidades	Nivel de formación	Cantidad de cursos de capacitación
Años en dep. de I+D			
Área de expertise			
Desempeño en el mercado	Nuevos productos	Año de introducción al mercado	
		Mercado nacional o internacional	
		Tamaño del mercado	
		Comparación con empresas en el mismo sector	
Innovación	Tipo de innovación	Innovación en producto	
		Innovación en método de producción	
		Nuevos mercados	
		Innovación organizacional	
Vinculación	Cooperación, colaboración y coinnovación	Motivaciones, resultados y beneficios	Canales de interacción
			Profundidad e intensidad de la vinculación
			Características de los actores que participan
			Calidad y cantidad de las redes
			Políticas o proyectos de CTI gubernamentales
<i>Elaboración propia</i>		Flujos de información y conocimiento	Proyectos interempresariales
			Redes de colaboración

4. Consortium CAP

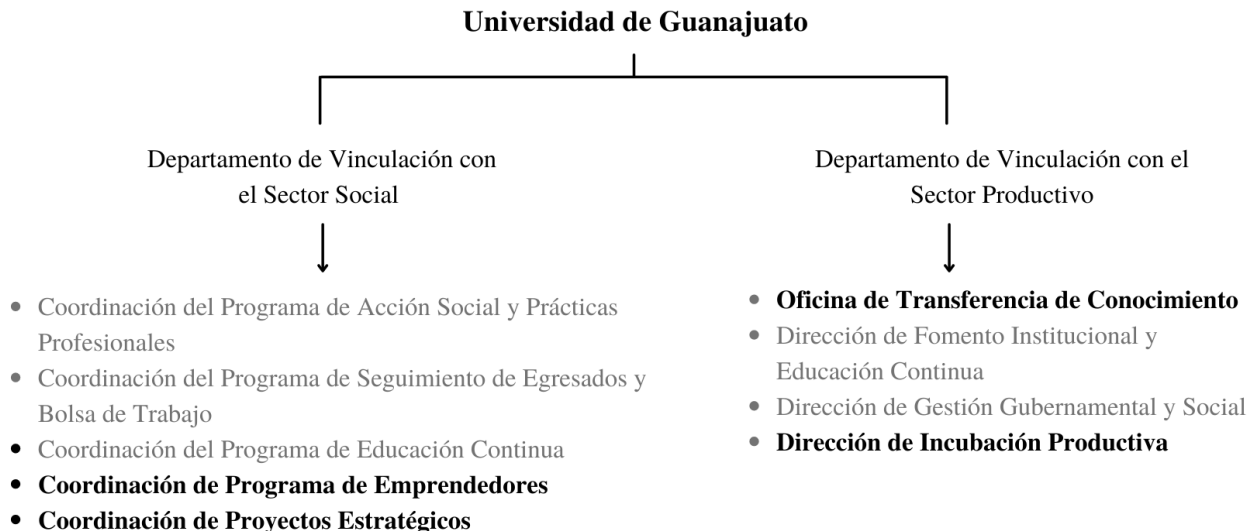
La empresa se originó en Guanajuato en el 2017, estado que forma parte de la región industrial del Bajío, “aunque la configuración política de esta región abarca a 209 municipios de ocho entidades federativas, hay tres estados que modo integral son parte constitutiva de la región y son el eje económico de la misma: Aguascalientes, Guanajuato y Querétaro.” (Micheli-Thiri6n y Valle-Z6rate, 2020:83) La importancia de esta regi6n para la economía del país ha ido en crecimiento¹², especialmente en sectores como los servicios avanzados (Informaci6n en medios masivos; servicios financieros y de seguros; servicios profesionales, científcos y t6cnicos; direcci6n de corporativos y empresas; servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediaci6n).

En este sentido, los gobiernos locales de esta regi6n han impulsado polític6s públlicas que incentivan la creaci6n de empresas, buscan crear un sistema que de paso a la integraci6n de tecnologías e innovaciones en los diferentes sectores. El papel de esta investigaci6n no es evaluar si han funcionado o no estas polític6s o si realmente se ha generado el ecosistema de innovaci6n que plantean, sin embargo, si es posible hay un ambiente “propicio” de polític6 públlica en la regi6n para apoyar a las empresas y en este sentido las acciones generales implementadas por el gobierno local repercutieron de manera positiva en la conformaci6n de Consortium CAP (CCAP).

Una de las instituciones que forma parte de este sistema para el emprendimiento es la Universidad de Guanajuato (UG), la cual fomenta la vinculaci6n con los sectores sociales, empresariales y gubernamentales para generar proyectos de activaci6n econ6mica-social a nivel local y regional.

¹² “Cada uno de los estados entra a la fase de globalizaci6n a partir de condiciones diferentes en su proceso de industrializaci6n, pero con importantes rasgos comunes, ya que desde la d6cada de los sesenta del siglo pasado eran entidades que habían iniciado una incipiente industrializaci6n basada tanto en manufacturas tradicionales como en grandes empresas que deslocalizaban su producci6n desde la regi6n metropolitana de la capital del país.” (Micheli-Thiri6n y Valle-Z6rate, 2020: 84)

Figura 5. Vinculación de la UG con otros actores



Elaboración propia con base en el sitio web oficial de la Universidad de Guanajuato

Como se puede ver en la gráfica anterior, la UG cuenta con dos departamentos de vinculación, en la figura 5 se resaltan las instancias en específico buscan transferir conocimiento, realizar transferencias tecnológicas, y/o capacitar a los alumnos mediante los siguientes proyectos estratégicos:

- a. Programa Experimenta: residencias profesionales en áreas del perfil profesional del alumno, donde participan las empresas y la UG. Incluye aportación económica mensual por un periodo de seis meses, donde el financiamiento viene de ambos actores.
- b. Programa Experimenta-Vinculación: prácticas, residencias y estancias profesionales, el objetivo es acercar a las empresas a los recursos académicos de las universidades. Incluye aportación económica por parte de la UG.
- c. Programa Empléate: curso en línea para insertar a los alumnos en el mercado laboral. Incluye aportación económica mensual por un periodo de seis meses, donde el financiamiento viene de ambos actores.
- d. Programa Mi primer empresa: es un proyecto dirigido a la educación primaria, quienes proponen una idea emprendedora, posteriormente los estudiantes universitarios asesoran a los niños. El programa incluye apoyo económico y guía pedagógica.

Por otra parte, la Dirección de Incubación Productiva tiene como objetivo fomentar el espíritu emprendedor y la creación de Empresas de Base Tecnológica. En esta dirección se incluyen siete opciones:

- a. Programa de capacitación para la puesta en marcha de las empresas y su manejo
- b. Formulación de planes de negocios.
- c. Creación de empresas.
- d. Asesoría para la constitución legal de empresas.
- e. Preparación de su oferta tecnológica.
- f. Acompañamiento y gestión de apoyos financieros.
- g. Apoyo con infraestructura.

El estudio realizado por Rangel, *et al.* (2021), acerca de “La vinculación universidad-empresa-gobierno para la creación de spin-off universitarias de base tecnológica: el caso de una universidad pública del estado de Guanajuato” demuestra que la UG ha realizado innovaciones organizacionales graduales para encontrar aplicabilidad del nuevo conocimiento generado entre las líneas de investigación de sus académicos y las necesidades de la industria. En este estudio, los autores plantean que el acercamiento con el sector industrial se ha materializado en convenios de colaboración de tipo Universidad-Gobierno-Industria¹³, para crear estrategias de transferencia de conocimiento, productos y servicios tecnológicos, además de la creación de empresas universitarias. Concluyen que la universidad logró reorganizarse para promover una nueva función de la academia: el emprendimiento; esto sin descuidar su papel en la enseñanza e investigación.

2.1 Creación de la empresa

En este contexto, la UG realiza periódicamente el Concurso a la creatividad e innovación, con el objetivo de incentivar la creación de empresas de base tecnológica.

En este sentido, Noé Ayala estudiante de la licenciatura de física de esta universidad, participó en dos ocasiones en las convocatorias emitidas por la institución, enfocando su



Entrega de premios del concurso a la creatividad e innovación 2018

¹³ Triple hélice

investigación sobre medicina plasmática, ganando ambos premios en los años 2017 y 2018. El premio obtenido incluyó un apoyo monetario el cual fue utilizado para comenzar a financiar un proyecto para desarrollar y aplicar dicha tecnología.

A la par, dos científicos¹⁴ pertenecientes al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Querétaro (CICATA), se interesaron en unirse para crear una empresa basada en tecnologías de Plasma Atmosférico Frío. Uno de ellos ya había intentado anteriormente crear empresas con esta tecnología, pero no tuvo éxito con sus propuestas. Posteriormente, en el año 2018, tanto los dos científicos como Noé Ayala decidieron conformar una primera empresa llamada TIXOF, que posteriormente se consolida como Consortium CAP (Cuadro 18).

Cuadro 18. Fundadores de Consortium CAP

	Institución de donde proviene	Formación	Tipo de aportación
Fundador a	CICATA Querétaro-IPN	Ingeniero nuclear, enfocado en el estudio de las aplicaciones de plasma frío	Económico e intelectual derivado de su línea o proyecto de investigación
Fundador b	CICATA Querétaro-IPN	Científico especializado en plasma frío, en electrónica e instrumentación	
Fundador c	Universidad de Guanajuato	Licenciatura en Ingeniería física	

Elaboración propia

La empresa comenzó mediante micro financiamiento, el desarrollo instrumental no requería grandes inversiones de capital, por lo que se basó en tres fuentes:

- a. El apoyo financiero que se obtuvo a través de los premios de la UG (F3): \$40,000 aproximadamente.

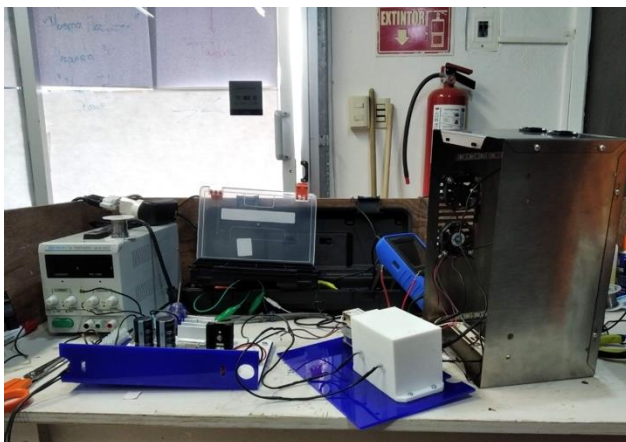
¹⁴ Por motivos de confidencialidad no se mostrarán los nombres de estos dos fundadores.

- b. Capital personal: F1 \$40,000 + f3 \$200,000
- c. Inversionistas privados Capital maktub: \$100,000

Con los recursos iniciales se plantearon los objetivos de la empresa, primero buscar infraestructura y recursos para realizar investigaciones en torno a esta tecnología y generar colaboraciones con otros actores para materializar los resultados en productos que tuvieran oportunidad en el mercado. En este sentido la estrategia que se siguió fue identificar profesores-investigadores que desearan investigar e invertir en el proyecto; también, universidades y centros de investigación que tuvieran interés en participar como lo hicieron la UG, UNAM, IPN, CICATA Querétaro y CINVESTAV Irapuato.

El segundo objetivo era fue crear una Sociedad Anónima Promotora de Inversión de Capital Variable, para iniciar este fondo de inversión se requirió establecer una base de capital contable de aproximadamente 50 millones de pesos y tener tres años de antigüedad. Y como consecuencia, transformar las investigaciones en portafolios de inversión que permitiera comercializar la tecnología.

Para el primer objetivo, fue necesario contar con infraestructura tecnológica que les permitiera comenzar con la investigación básica. El gobierno del estado de Guanajuato cuenta contaba con un “Sistema Estatal de Parques Tecnológicos” llamado NOVAERA, compuesto por una red de universidades y centros de investigación que ofrecían espacios a emprendimientos de alto impacto en cinco sedes: Parque Iberoinnovación; Parque innovación De la Salle; Parque tecnológico San Miguelense; Parque 100 del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM); y Parque de Innovación Agrobioteg. La empresa, logró obtener un laboratorio inicial en las instalaciones de Parque 100 y otro en Agrobioteg.



Espacio para el diseño de un reactor de plasma, antes del laboratorio en la red NOVAERA



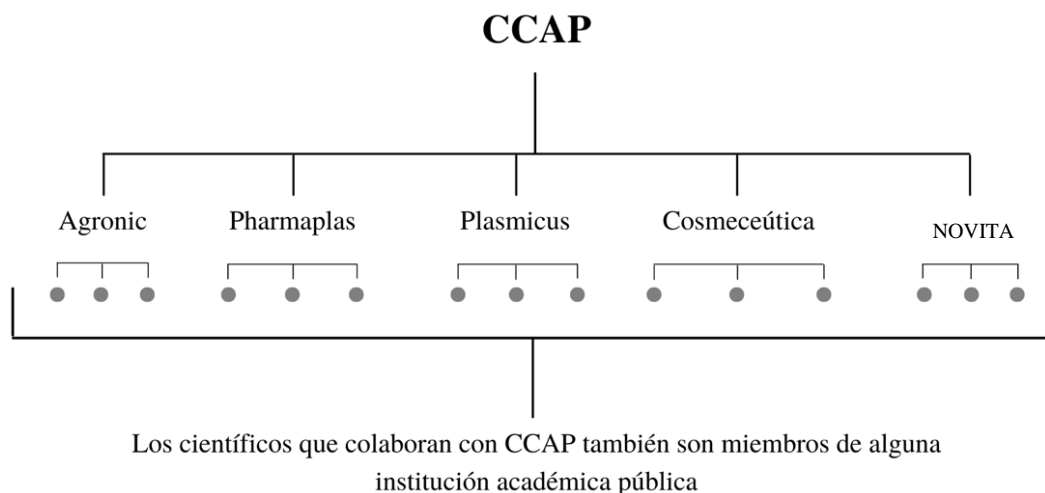
Laboratorio en el Parque industrial Agrobioteg

Con estas bases, Consortium CAP pudo implementar una primera rama de investigación llamada “Plasmicus”, enfocándose en el estudio de las aplicaciones de plasma para la Medicina. Simultáneamente fue necesario comenzar a estructurar, analizar y desarrollar los planteamientos técnicos de las cinco ramas de investigación de la empresa:

- a. Farmacología → Pharmaplas
- b. Medicina → Plasmicus
- c. Agricultura → Agronic
- d. Cosmética-farmacéutica → Cosmeceútica
- e. Biotecnología → NOVITA

CCAP integró a científicos-investigadores de universidades y centros públicos de investigación a cada una de sus spin-offs; aun cuando estas interacciones comenzaron de manera informal, el objetivo fue materializar la transferencia de conocimiento a través de convenios de colaboración formales. Hasta este punto, la estructura organizacional de CCAP era la siguiente:

Figura 6. Estructura organizacional de Consortium CAP



Elaboración propia

Científicos-inversionistas

Para comprender la relación entre los investigadores que participan en las diferentes spin-offs, se tuvo la oportunidad de entrevistar a dos integrantes, estas entrevistas fueron necesarias para comprender la perspectiva de la academia, identificar sus motivaciones para

vincularse y los mecanismos por los cuáles llegaron a interactuar con la empresa. El Dr. Ramón Castañeda, profesor-investigador de la Universidad de Guanajuato y actual colaborador de CCAP, y la Dra. Estela Jofre, anterior investigadora de CINVESTAV Irapuato y actual colaboradora de Agronic.

Dr. Ramón Castañeda

Es físico de formación, se dedica a la investigación de materiales, con CCAP participa principalmente como asesor científico en la investigación básica. Se ha involucrado en la protección intelectual del producto, la elaboración de los convenios y contratos de transferencia de tecnología (revisar las regulaciones, normativas a seguir). Como académico ha realizado estancias en países como Alemania y E.U.A, su experiencia lo ha llevado a considerar que las empresas suelen incorporar a egresados de doctorado a sus actividades productivas y de servicios por la importancia del conocimiento de frontera que han adquirido y generado. Es decir, son modelos de colaboración que vinculan exitosamente a las empresas de los diferentes sectores industriales con la academia. Desde su perspectiva, generar estas interacciones tiene beneficios como incorporar a los estudiantes a otras áreas y campos laborales, incluso la posibilidad de obtener recursos para hacer más investigaciones que permita la creación y difusión del conocimiento.

En la UG pudieron desarrollar una tecnología que trató de mitigar los efectos de la pandemia, fue en este proceso que conoció a Noé Ayala, quien le presentó el proyecto de CCAP. En opinión del Dr. Castañeda, dentro de la academia no se aborda de manera proactiva la creación de empresas ni la interacción con ellas, por tanto, la propuesta organizacional de CCAP le pareció atractiva por el impacto científico y económico, aceptó participar como un apoyo para tratar las cuestiones de ciencia básica, pero también para supervisar los diferentes procesos de transferencia tecnológica. El objetivo es que la colaboración sea activa y dinámica, entendiendo que cada proceso puede ser susceptible a la comercialización. Resaltó que la UG cuenta con la expertise, los recursos humanos y la infraestructura tecnológica como los laboratorios *in situ* para realizar experimentos y pruebas, como modelos moleculares¹⁵, para acceder a estos recursos es necesario formalizar el proyecto de colaboración.

¹⁵ Aproximaciones con computadora que tienen la capacidad de modelar lo esperado de un producto final, se ha comprobado que estas simulaciones coinciden con la realidad.

En la experiencia del Dr. Castañeda participar en estos procesos de vinculación requiere de mucho tiempo, por lo que existe un riesgo para los científicos de descuidar las funciones primarias (docencia, investigación y gestión). Otro riesgo es que los resultados de las interacciones no tengan el impacto previsto en el mercado y, por ende, el tiempo y conocimiento invertido en la colaboración no se vea recompensado. Por otra parte, se está integrando a la formación curricular del alumnado de la UG, el estudio especializado del plasma atmosférico frío; con estas acciones la institución busca que los egresados tengan un campo de conocimiento que les permita insertarse en esta área de investigación.

Es importante resaltar que el Dr. Castañeda no sólo colabora con CCAP, además forma parte de un grupo de profesores-investigadores que busca interactuar de manera proactiva con la industria, en particular en proyectos de investigación y aplicación para producir nuevos materiales “inteligentes” que tienen la capacidad de inhibir la entrada de virus, bacterias y hongos (agentes patógenos que afectan la salud humana y la producción agroalimentaria); aprovechamiento más eficiente de energía y encaminadas a prevenir y mejorar la salud de las personas.

Expresó que en estos procesos de vinculación los investigadores atraviesan un fuerte problema, no existen mecanismos institucionales adecuados que permitan la vinculación con la industria; es decir, los participantes se enteran mediante otros investigadores de los proyectos existentes. Por ejemplo, alguien con quien ya han trabajado conoce a un empresario que tiene un problema específico y hay una recomendación que concluye en interacciones informales. El hecho de que la UG no cuente con un departamento de transferencia tecnológica genera problemas de gestión para los investigadores, la complejidad que implica realizar los convenios lleva a no realizarlos formalmente. En su opinión, la participación de las empresas con la academia debe ir de la mano de un sector más, el gubernamental. No existen los mecanismos ni políticas que incentiven estas interacciones, ni el suficiente interés de invertir por el lado del sector industrial.

Dra. Estela Jofre y Garfias

Trabajó en Cinvestav Irapuato por 36 años, donde realizaba investigaciones sobre cultivos *in vitro*, se retiró en el 2018. Conoció a Noé Ayala mientras ella aún trabajaba en Cinvestav, quien le presentó la idea de aplicar las tecnologías de plasma en plantas para cultivos *in vitro*, con el propósito de realizar investigación encaminada a estimular la germinación de semillas.

Así, conformaron Agronic, el spin-off de CCAP dedicado al estudio de las aplicaciones en agricultura. Hasta antes de la pandemia se lograron hacer algunas pruebas en conjunto con otra investigadora del Cinvestav, la Dra. Mercedes López, desafortunadamente, la emergencia sanitaria detuvo las investigaciones en gran medida.

En palabras de la Dra. Jofre, el principal problema para determinar la factibilidad de la aplicación de esta tecnología fue la falta de un reactor estandarizado para las investigaciones; mencionó, además, la escasez de componentes esenciales para la elaboración del equipo como un elemento que retrasó la fabricación del reactor. El dispositivo tendría la capacidad de generar agua activada plasmáticamente, es decir, la materia necesaria para hacer los estudios de germinación. Se buscó crear un sistema de inmersión temporal para el cultivo *in vitro*, el cual permite multiplicar plantas en ausencia de agar. El agar es el componente más caro de un medio de cultivo para plantas, prescindir de esta sustancia representaría ahorros importantes para las actividades de agricultura. Desde su fundación, Agronic se centró en generar cultivos más eficientes tanto desde el punto de vista biológico como económico.

En su experiencia, la vinculación de los centros de investigación con la industria es crucial. El cuello de botella siempre ha sido llevar los resultados de las investigaciones al campo, y existen obstáculos para conectar a los investigadores con las industrias. Por ejemplo, de manera informal la Dra. Jofre ha colaborado con otro investigador para desarrollar procesos que permitan incrementar de forma más eficiente la reproducción de la planta de fresa. Estas actividades las realiza en un laboratorio propio en su casa, pues en Cinvestav tenía un banco de 120 fenotipos, los cuales se perdieron cuando ella dejó de trabajar en la institución; nadie continuó este trabajo de investigación. Comenta que “Este mal resultado es provocado por la falta de entendimiento entre la academia y el productor”, se confirma lo planteado por la literatura, los actores no establecen canales de comunicación efectivos que permitan encontrar beneficios en la vinculación. Otra problemática es que faltan personas que realicen los enlaces entre estos dos actores, considera que los científicos no tienen las capacidades para realizar estas vinculaciones.

4.2 Luzars

Luzars es una empresa familiar Queretana fundada hace 20 años por Jorge Luis Ramos. Cuando iniciaron, los únicos que realizaban la Tecnología de Calentamiento por Inducción

eran países desarrollados. Luzars es la única empresa que hace esta tecnología en México y de los pocos que lo hacen en Latinoamérica.

La Tecnología de Calentamiento por Inducción (*Induction heating*) consiste en un equipo oscilante que genera un campo magnético entre las piezas que se tratan. El ingeniero Jorge Ramos explicó que “Toda corriente eléctrica en una pieza o cable produce un campo magnético, y todo campo magnético produce una corriente eléctrica en la pieza o cable”, los equipos que utilizan este tipo de tecnología tienen la capacidad de calentar los metales desde adentro de la pieza de manera detallada mediante el campo magnético. El diseño de los inductores depende de la pieza que se quiera calentar.

Las aplicaciones de esta tecnología son amplias y versátiles, se puede utilizar en el procesamiento de materiales como aluminio, latón, cobre, acero, etc. Y se puede utilizar para forja, fundición, como tratamiento térmico, soldadura, curado de resinas y pintura, inyección de plásticos, termosellado e insertos metálicos. La tecnología se utiliza en industrias como la metalmecánica, agrícola, siderúrgica, ingeniería, construcción, automotriz, refrigeración industrial y comercial.

Sus inicios

Una empresa de Estados Unidos de América que brindaba servicios de Calentamiento por inducción tenía muchos problemas en sus equipos, en este punto Luzars sólo realizaba circuitos electrónicos. La empresa estadounidense contactó a Jorge Ramos, quien se percató de que las fallas que tenían las podían resolver en México, sin embargo, la empresa no accedió a esta condición. Ante este panorama, Jorge Ramos comenzó a desarrollar la tecnología de manera independiente, después de un año lograron inventar un equipo de 1.5 KW; hasta esta primera etapa desarrollaron con éxito equipos de inducción de 2.5, 5 y 10 KW.

Diez años después se une Fernando Vega, actual director general, con el objetivo de hacer crecer la empresa. En el año 2008 diseñaron el primer equipo de 100 KW de potencia y uno de 300 KW de potencia. Desde 2015 son distribuidores en E.U.A, con una empresa que les compra entre 30 y 35 equipos por año, equipos grandes de 200 a 300 KW.

Luzars siempre se ha interesado en la colaboración con otros actores para la Investigación y Desarrollo, por ejemplo, a partir de su distribuidor en E.U.A han podido participar en dos proyectos de investigación:

- a. Colaboración con la NASA para generar oxígeno en la luna.
- b. Pruebas para la Universidad de Oregón para el tratamiento de cáncer a partir de hipertermia.

El interés de Luzars por asociarse con otros actores está en el desarrollo tecnológico y en la búsqueda de una nueva línea de negocio. En la planta cuentan con un área de I+D donde trabajan tres ingenieros más un experto (Jorge Ramos), hasta ahora el área se ha dedicado a la investigación para solucionar problemas particulares; son parte del equipo que tiene la capacidad de participar puntualmente en la alianza empresarial. El porcentaje de inversión en I+D sobre ventas es del 5% del presupuesto anual, la preocupación expresada por la empresa es si el gasto en I+D tendrá resultados redituables.

Luzars es una empresa con 43 trabajadores, que ya está bien consolidada y está en una fase de crecimiento. Todos los equipos que utilizan son inventos propios, la investigación y desarrollo incluso antes de que la formalizaran en un departamento ha jugado un papel fundamental, es así como ha crecido su interés por desarrollar aún más y mejor tecnología, expandir su mercado y fortalecerse como empresa.

4.2.1 Asociación de Luzars con Consortium CAP

Luzars ya había colaborado con uno de los fundadores de la empresa, así fue como F1 contacto a Luzars como proveedores para Plasmicus. A mediados del 2021 CCAP y Luzars deciden asociarse para diseñar un reactor estándar para realizar las investigaciones en torno al plasma frío. En las palabras de Fernando Vega “Luzars estaba pagando el precio del no crecimiento, debido a no especializarse en una aplicación”, esto es una de las motivaciones por la cual buscan vincularse, para encontrar nuevas oportunidades en el mercado.

La principal razón de Luzars para asociarse con CCAP es hacer una nueva línea de negocio desde una perspectiva humanista, es decir, que pueda resolver alguna necesidad de la sociedad. Por tanto, su principal interés es el desarrollo de la tecnología para la aplicación en medicina. Luzars tiene la capacidad para fabricar cualquier equipo para la tecnología de plasma frío, pues el instrumento central requiere de solo 5 KW de potencia; a consideración de Fernando Vega, la mayor inversión de Luzars en este proyecto de colaboración está en brindar conocimiento y no tanto en la inversión de capital.

4.3 Diseño del reactor estándar: colaboración CCAP-LUZARS-CIDI

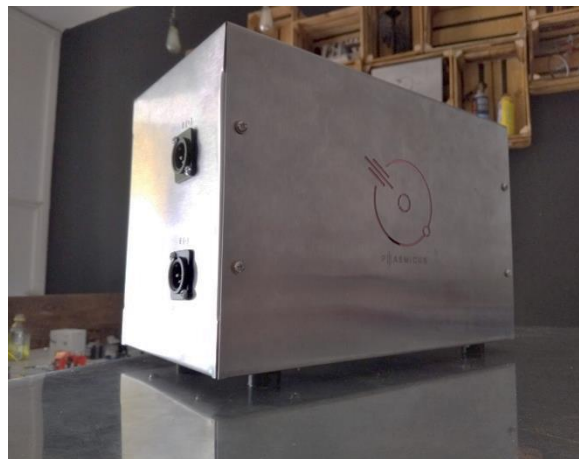
La tecnología para el uso del Plasma Frío requiere de un equipo que homogeneice la forma de investigar el plasma, en particular los parámetros de análisis. Este instrumento es el Reactor estándar:

“Al igual que las fuentes de plasma, las medicina plasmática requiere de una rigurosa investigación clínica que, en la mayoría de las veces, se ve truncada ya que no es posible replicar las condiciones exactas de un experimento que hace uso del plasma porque las metodologías de validación científica no comparten la misma instrumentación-CAP. En otras palabras, grupos diferentes de investigación en la misma área (aplicación del CAP) tienen instrumentación de plasma diferente que afecta la replica de las pruebas clínicas a evaluar entre estos grupos. Por ello, es forzoso desarrollar un instrumento estandarizado que pueda otorgarse a diversos grupos de investigación para garantizar la homogeneidad del plasma en diversos procesos experimentales.” (Propuesta tecnológica Plasmicus, 2021)

El objetivo de CCAP es poder construir al menos diez reactores estándar para distribuirlos a los actores que estén interesados en realizar investigaciones sobre esta tecnología. Sin embargo, CCAP por sí misma, no tiene la infraestructura tecnológica para desarrollarlo con todas las características necesarias.

Buscaron actores que estuviesen interesados en diseñar el reactor de manera colaborativa, así identificaron al Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI) de la UNAM. Esta disciplina es indispensable para la tecnología del plasma, pues dependiendo del diseño de los equipos es la forma en que se puede aplicar el plasma. El acercamiento con el CIDI comenzó de manera informal, principalmente por los largos procesos que implica formalizar un convenio de colaboración con la academia.

El primer paso que realizó CCAP fue presentar los planteamientos tecnológicos, las necesidades de la empresa y escuchar las del centro de investigación. En este sentido, se les presentó el proyecto Cosmeceútica (figura 6) y Plasmicus (cuadro 19), explicando las características



Primer reactor de plasma diseñado por Consortium CAP

deseables para el reactor de plasma que se requería. Esta interacción permite a los actores generar un nuevo producto mediante procesos de coinnovación, los trabajos a distancia no supusieron un problema, fue más importante tener la flexibilidad de ambas instituciones para colaborar. La vinculación se pudo dar al encontrar puntos de interés común, en materia tecnológica como económica, los flujos de información se dieron de manera bidireccional y requirió de transferencias de conocimiento codificado y tácito. Después de algunas reuniones para establecer la estrategia de colaboración se consolidó entre tres actores: Consortium CAP, CIDI y Luzars. El convenio de colaboración con el CIDI ya está en proceso de formalización, sin embargo, el trabajo informal se está practicando desde finales del 2021 y se ha reflejado en una tesis de doctorado y en el diseño del reactor de plasma.

Cuadro 19. Plasmicus

Objetivo general	Posicionar a Plasmicus® como el dispositivo predilecto para la investigación clínica en el área de medicina plasmática en América Latina; desarrollar a Plasmicus®, y su aplicación cosmética Plasmicus Cosmetic®, como un instrumento biomédico pionero en su campo creado a partir de los esfuerzos conjuntos entre CONSORTIUM CAP, LUZARS INDUCTION HEATING, el Centro de Investigaciones en Diseño Industrial (CIDI-UNAM), la Universidad de Guanajuato (UG), así como de otros actores que puedan sumar valor al proyecto.
Objetivos comerciales	<p>1.Desarrollar el prototipo comercializable de una fuente de plasma de tipo jet para uso clínico- experimental (Plasmicus®) basada en el producto “kINPen® MED” de la compañía Neoplas med GmbH; desarrollar el prototipo comercializable de una fuente de plasma de tipo barrera dieléctrica para uso cosmético (Plasmicus Cosmetic®) basada en el producto “PlasmaDerm®” / “PlasBelle®” de la compañía CINOGY System GmbH.</p> <p>2.Establecer una alianza comercial y de asociación entre CONSORTIUM CAP y LUZARS INDUCTION HEATING por medio de la formalización del proyecto “PLASMICUS” como una empresa tecnológica emergente enfocada en la comercialización de los productos Plasmicus® y Plasmicus Cosmetic®.</p>

Motivaciones del CIDI para vincularse con CCAP

Para conocer las motivaciones, beneficios esperados y dificultades observadas por parte de la academia en este proyecto, se entrevistó al entonces director de vinculación Arturo Ortiz y la persona a cargo del proyecto por el lado del centro de investigación, la profesora-investigadora Vanessa Sattele.

De acuerdo con Arturo Ortiz, las universidades públicas deben estar conectadas con la realidad, atender de manera directa e inmediata las necesidades sociales. El gobierno, las universidades y la sociedad deben unirse para lograr objetivos, incluso es algo que se resalta en la agenda 2030 para el desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU). El CIDI tiene ventajas al ser parte de una de las mejores universidades del país, son las empresas quienes los buscan para colaborar, pues tiene un grado importante de confianza basada en su experiencia educativa, tienen mecanismos claros de vinculación y soporte institucional, además de garantizar la *expertise* técnica de los participantes.

Existe un protocolo de servicio que se centra en cinco operaciones industriales: diseño de producto, gestión de la calidad, diseño de layout, conocimiento de los procesos y ergonomía. Las empresas suelen buscar al centro de investigación para resolver problemas en torno a estas temáticas. El CIDI tiene experiencia vinculándose con empresas y otros institutos de gran tamaño, por ejemplo, con la Universidad de Stanford, Volkswagen, Daewoo, Asientos Precom, sólo por mencionar algunos.

Vanessa Sattele expresó que para los alumnos es positivo tener experiencias con la industria, donde puedan aprender mediante los proyectos vinculados una práctica en situaciones reales. Con Consortium CAP la principal motivación fue aliarse para generar un producto innovador, donde pudieran participar en el diseño los alumnos del CIDI. Por otra parte, la empresa puede brindar conocimientos especializados sobre un área en el que México se encuentra rezagado, da la oportunidad a los estudiantes de formarse en este sector industrial y poder insertarse en el futuro en esta rama tecnológica.

Dificultades y riesgos de la vinculación

Por otra parte, expresaron que “en áreas de estudio creativas es más complicado tener una estructura/estrategia de vinculación, normalmente no se hacen los procesos de planificación

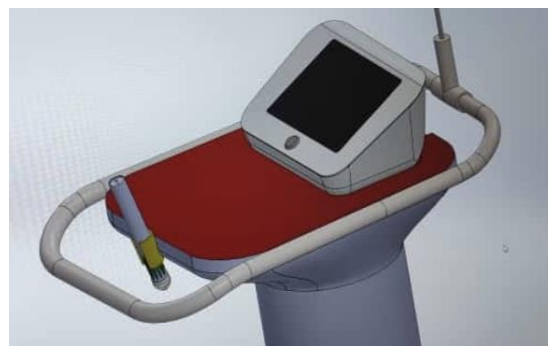
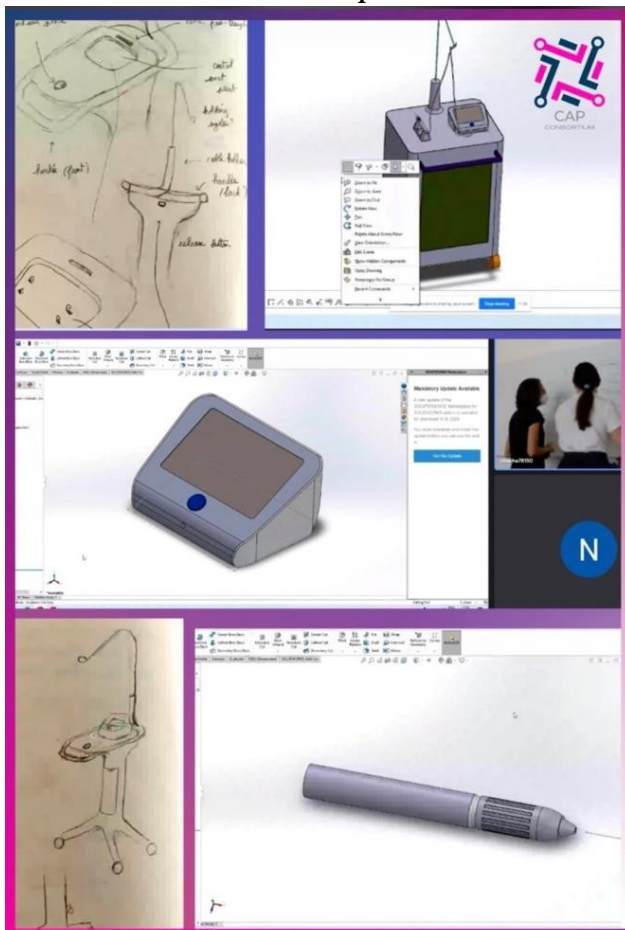
sino, se van directamente a las actividades”. Otra problemática que se resaltó es que muchas veces el centro de investigación se queda en la parte de diseño, sin atender las necesidades de la sociedad, sin que los productos lleguen al mercado.

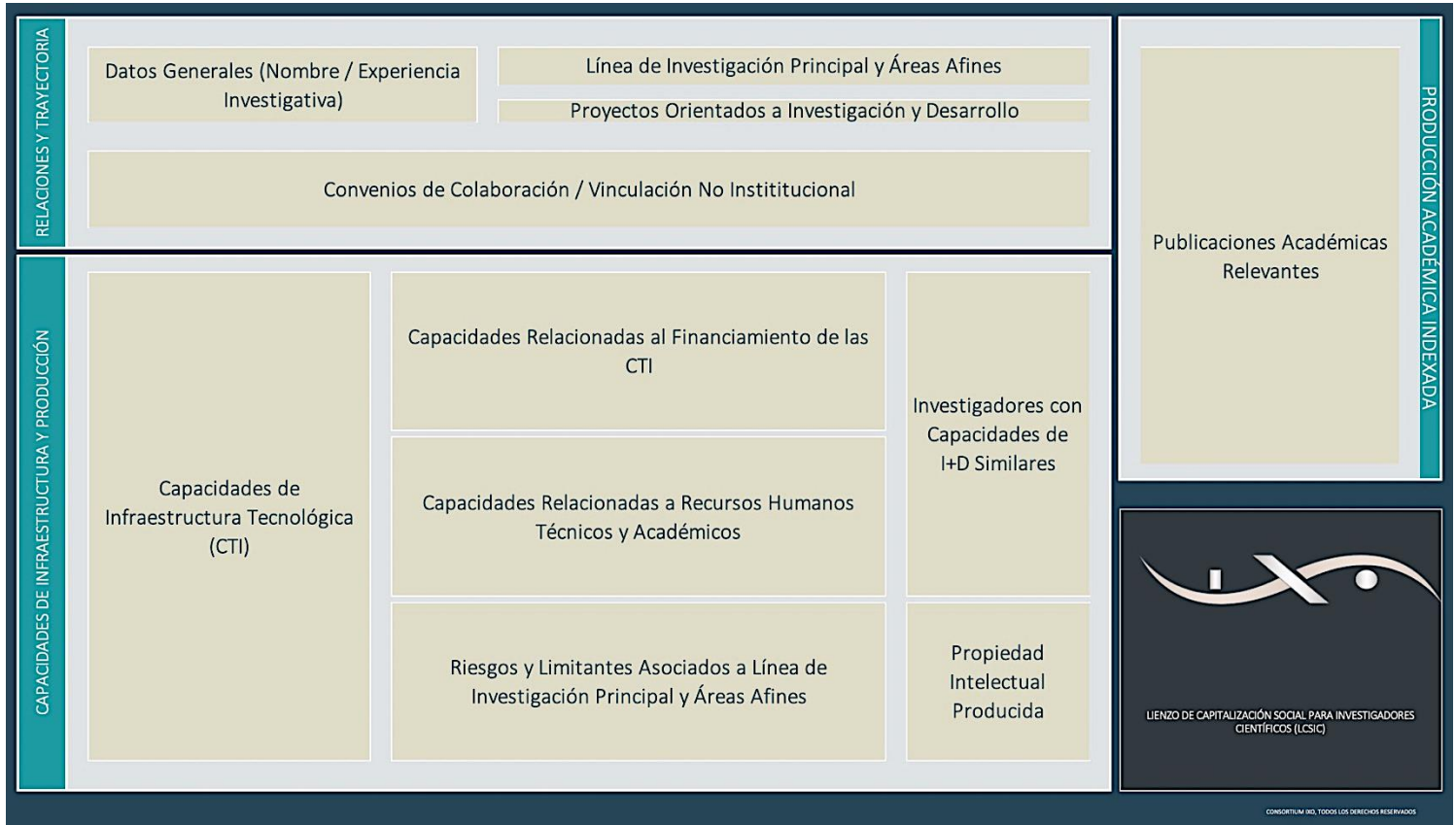
Los riesgos a los que se pueden enfrentar tanto la universidad como la empresa, es la apropiación de los resultados; por ende, es imperativo tanto para el CIDI como para CCAP formalizar los convenios de colaboración, es una protección para propiedad intelectual de los participantes, investigadores y alumnos en el caso de la academia, y para la empresa misma. Aunque el proyecto con CCAP comenzó de manera informal en el 2021, actualmente ya se ha formalizado la alianza.

Prototipo del equipo médico con tecnología de plasma frío

Uno de los productos de la vinculación con el CIDI es la realización de una tesis de doctorado, con una alumna participando en el diseño del dispositivo médico para Plasmicus, además de la participación de otros investigadores de la institución en el proyecto del reactor estándar y del mismo dispositivo. En las imágenes de abajo se pueden observar algunos de los prototipos, desde su esbozo en papel hasta la visualización 3d del equipo.

Dispositivo médico para la aplicación de plasma. Diseño CCAP-CIDI





Lienzos

Los lienzos son una de las herramientas que utiliza CCAP para identificar habilidades del investigador, encontrar otros investigadores con habilidades similares e identificar equipamiento e infraestructura para complementar sus actividades de innovación. Es un formato con dos grandes secciones y un apartado independiente: a) Relaciones y trayectoria, b) Capacidades de infraestructura y producción y c) Publicaciones académicas relevantes. Se realiza a través de entrevista profunda y revisión de sus publicaciones.

Los lienzos permiten identificar actores interesados en vincularse con objetivos específicos, son más útiles en la etapa de desarrollo de la empresa, sin embargo, cuando además del acceso al conocimiento del actor se puede contactar a inversionistas también será posible facilitar el proceso de creación de la empresa. La experiencia de la empresa sugiere que con esta herramienta han podido consolidar redes efectivas de colaboración, cada lienzo representa un actor y un nodo en la red.

5. Caracterización del vínculo Academia-Consortium CAP

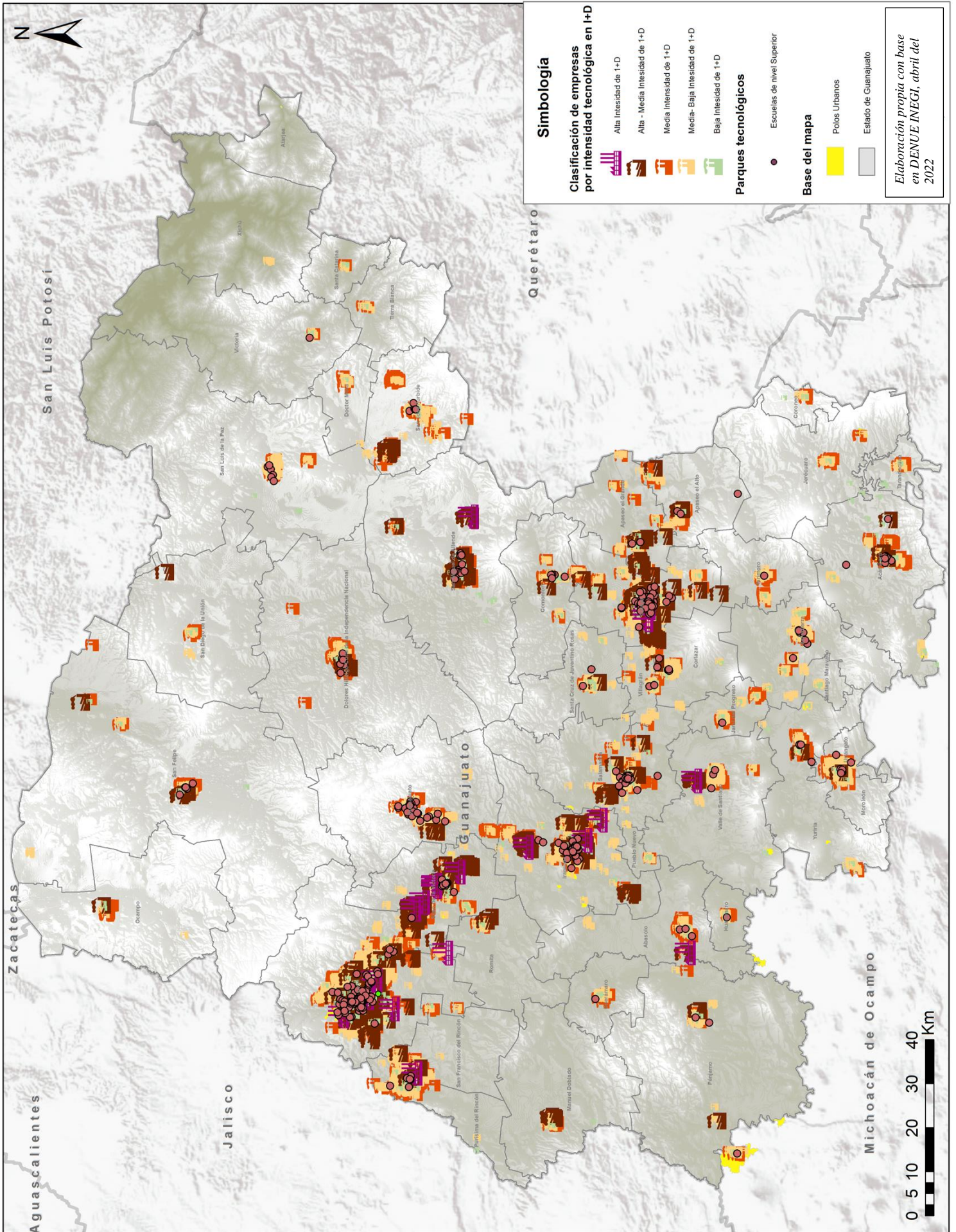
Para que fuese posible la creación de la empresa fue necesario que existiera un buen nivel de apoyo en el entorno. Desde los programas ofrecidos por la UG a los estudiantes para incentivar la innovación, hasta los apoyos financieros para llevar a cabo las ideas tecnológicas de la misma institución, fueron elementos que apoyaron la creación de la empresa. Capacitar a los alumnos de la universidad para adecuarse a un entorno industrial, puede propiciar la creación de nuevas empresas en general, cuando además se recalca el papel de la innovación para mejorar los procesos o la creación de nuevos productos, se logra incentivar la creación de Nuevas Empresas de Base Tecnológica.

La evidencia muestra que la existencia de infraestructura para la industria como carreteras, energía eléctrica, suministro de agua, saneamiento, tecnologías de la información y comunicaciones en conjunto con equipamientos como universidades, centros de investigación públicos y privados, propició la creación de esta empresa en particular, así como la colaboración entre CCAP con el sector académico y para la asociación con Luzars.

Como se puede observar en el mapa 1, existe un corredor industrial que atraviesa el estado de Guanajuato, donde además están integrados centros académicos relevantes como la Universidad de Guanajuato, Cinvestav Irapuato, Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), entre muchos otros. Además, la red de parques industriales Novaera integra un conjunto de pequeños parques científicos, que se han convertido en una aglomeración regional de áreas destinadas a la innovación, la tecnología y el emprendimiento. Individualmente las instituciones han podido avanzar a nivel de investigación, creación de conocimiento y difusión del mismo, sin embargo, a nivel de conjunto su impacto es mayor, pues puede derivar en creación de empresas, desarrollo mediante innovación y aceleración de emprendimientos.

Debido a la naturaleza de las tecnologías de plasma atmosférico frío, ésta industria pertenece al sector de alta intensidad tecnológica basadas en la intensidad de I+D (OCDE, 2016). Por lo que, en el segundo mapa se conservaron solamente las industrias de esta clasificación que incluye: farmacéuticas, productos informáticos, electrónica, comunicaciones y ópticos. Se añadieron los parques industriales Novaera (mapa 2), resaltando que CCAP tiene en Agrobioteg y

Mapa 1. Industrias del estado de Guanajuato clasificadas por intensidad tecnológica



en parque 100 sus instalaciones; además se señala la ubicación de Luzars en Querétaro y las demás instituciones con las que ha colaborado la empresa, incluso si fue de manera informal. En este caso particular, la cercanía geográfica fue importante para la creación y desarrollo de la empresa, incluso indispensable para la relación empresa-empresa, sin embargo, no limitó la vinculación con la academia; de todas las formas en que se ha relacionado con éste sector, su interacción más importante y profunda es con el CIDI de la UNAM ubicado en la Ciudad de México. Recordando que los resultados de esta interacción son un equipo medico capaz de comercializarse y un reactor estándar que permitirá continuar con la investigación de las demás aplicaciones del plasma atmosférico frío.

La comunicación con el CIDI comenzó de manera virtual y en su mayoría, las interacciones se han dado por medios digitales; aunque para la fase más intensa de colaboración se tuvo que recurrir a la presencialidad. Así mismo, en los inicios de la empresa fue necesario contar con los laboratorios de Novaera, pero conforme se formalizó la asociación con Luzars se han dejado de utilizar progresivamente estas instalaciones. La asociación empresarial si requirió que las interacciones fueran presenciales en su totalidad, por lo que la proximidad geográfica fue indispensable.

Si se retoman los canales de interacción propuestos por Arza (2010), se puede decir que CCAP se relacionó con la academia en un sentido bidireccional. Como resultado de una motivación proactivo-intelectual se están realizando investigaciones conjuntas para el diseño del reactor estándar y el equipo médico de la spin-off “Plasmicus”. La principal motivación de la empresa para interactuar con la academia es que la vinculación sea parte de la estrategia de innovación, aprovechando los conocimientos generados en estas instituciones.

Por otra parte, CCAP no ha podido vincularse de manera tradicional, comercial o de servicios, pues estos canales requieren que los conocimientos que se transfieren sean maduros y codificados. Para realizar una transferencia tecnológica “las empresas deben haber alcanzado un umbral mínimo de capacidades internas para poder absorber e integrar el conocimiento externo” (Arza, 2010). A grandes rasgos, las empresas tienen tres etapas: creación, desarrollo y madurez; la empresa analizada se encuentra finalizando su etapa de creación, por lo que aun no se puede hablar de capacidades tecnológicas o capacidades de absorción que le permitan realizar transferencias tecnológicas, por otro lado sí transferencias de conocimiento.

En este sentido, un descubrimiento que no se consideró al comenzar la investigación fueron las capacidades empresariales entendidas como “aquellas que permiten el desarrollo de la empresa en interacción con su entorno. El empresario a partir de sus motivaciones y capacidades va a tomar la decisión de invertir en cierta tecnología, adquirir ciertas innovaciones tecnológicas o desarrollar ciertos procesos o productos y va a ampliar los mecanismos de interacción para implementarlos en su empresa.” (Martinez y Espinosa, 2017: 121) Por tanto, se pudo observar que aún cuando existen conocimientos profundos sobre la tecnología y sobre los procesos de creación, transferencia y difusión del conocimiento, para poder crear Empresas de Base Tecnológica es necesario contar con capacidades empresariales; la importancia de contar con estas capacidades se incrementa en la fase de desarrollo.

5.1 La intensidad tecnológica y la asociación empresa-empresa

De hecho, se descubrió que “cuanto más pequeñas eran las empresas innovadoras, más probable era tener relaciones con laboratorios de investigación privados o públicos y más probable era que participara en una red de fabricación, como contratista o subcontratista” (Delapierre, *et al.* 1998: 998)

Otro punto importante es que el vínculo academia-empresa no es la única interacción de CCAP con otros actores. La asociación interempresarial en este caso particular es de vital importancia, Luzars tiene la capacidad técnica para construir los equipos con los requerimientos necesarios para continuar con la investigación en plasma frío, tiene los recursos humanos, el capital y el conocimiento para fortalecer el proceso de consolidación de Consortium CAP. Así que, la consolidación de CCAP requirió del apoyo de una empresa que tenga en su agenda la innovación.

Como se pudo ver en el capítulo contextual, las aplicaciones del plasma frío son parte del sector de alta tecnología, los productos y procesos que se brindan también tienen su uso en otras industrias con el mismo nivel tecnológico. Como consecuencia, la inserción en el mercado mexicano es compleja; la aceptación del mercado requerirá de dar a conocer la tecnología con potenciales compradores (que en su mayoría serían otras empresas) y de la confianza de los usuarios finales (en el caso de la medicina, la cosmeceútica y la agricultura).

Los esfuerzos de CCAP en conjunto con los actores con los que colaboran están acercándose a la creación de un Sistema de Innovación Tecnológico, el cual tiene la particularidad de

priorizar la difusión de la tecnología entre entes especializados que permita la investigación y desarrollo de una tecnología en particular; a diferencia de los Sistemas de Innovación Nacionales o Regionales. Los actores del Sistema de Innovación Tecnológica que esta buscando consolidarse van desde CCAP, y Luzars, hasta las universidades de las cuales han egresado los actores con los que interactúan a nivel individuo. Aún queda un largo camino para poder decir que el sistema se ha consolidado, no obstante, los esfuerzos realizados son significaron un primer paso para la entrada de esta tecnología en el mercado mexicano.

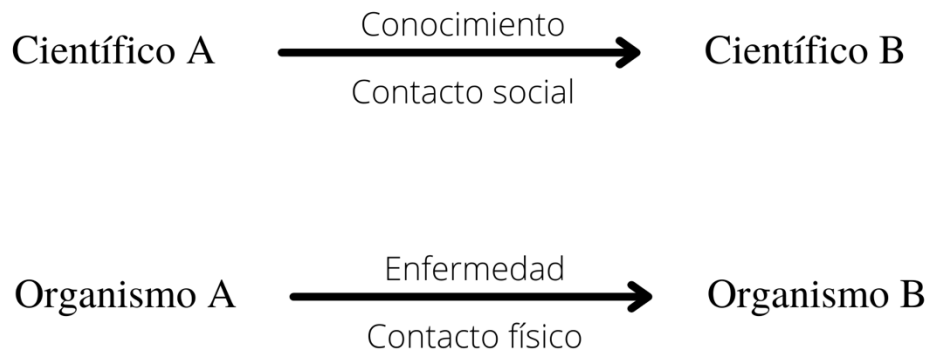
5.2 Las redes de colaboración y conocimiento resultados de la interacción academia-empresa

La proactividad se encuentra en la búsqueda de generación y difusión de conocimiento, con el objetivo de que la tecnología tenga un uso social y un impacto económico más amplio. De acuerdo con la información recolectada, las redes de colaboración se caracterizan por su capacidad para difundir conocimiento a partir de las relaciones informales. El poder del conocimiento depende de si éste se puede difundir, además de la profundidad y amplitud de la difusión.

Al hablar de difusión de conocimiento, se incluyen experiencias e información que aumentarán para ambos actores -academia y empresa, en este caso- linealmente (Yue, *et al.* 2009) En las entrevistas el CEO comentó que sus acciones estaban basadas en la teoría de la Proximidad social, es decir, el nivel de cercanía que existe entre uno o más científicos e investigadores con una misma base de conocimiento; visto desde su papel como individuos y no como instituciones. Al revisar la literatura, se pudo encontrar una teoría realizada en China sobre la transferencia de conocimientos entre individuos, la perspectiva teórica muestra similitudes por lo que se retomara para explicar las acciones propuestas por CCAP.

El estudio propone que “la naturaleza autónoma y autoorganizada de las prácticas científicas en la creación y difusión de conocimiento determina que la red de colaboración científica es el modo más apropiado de transmisión y difusión del conocimiento.” (Yue, *et al.* 2019: 336) Hacen una comparación entre la difusión de una enfermedad viral y la difusión del conocimiento, a mayor proximidad social mayor difusión y transmisión, siendo especialmente útil para transmitir el conocimiento tácito (figura 6).

Figura 6. Proceso de difusión del conocimiento basado en la colaboración científica y la propagación de enfermedades



Yue, et al. 2019

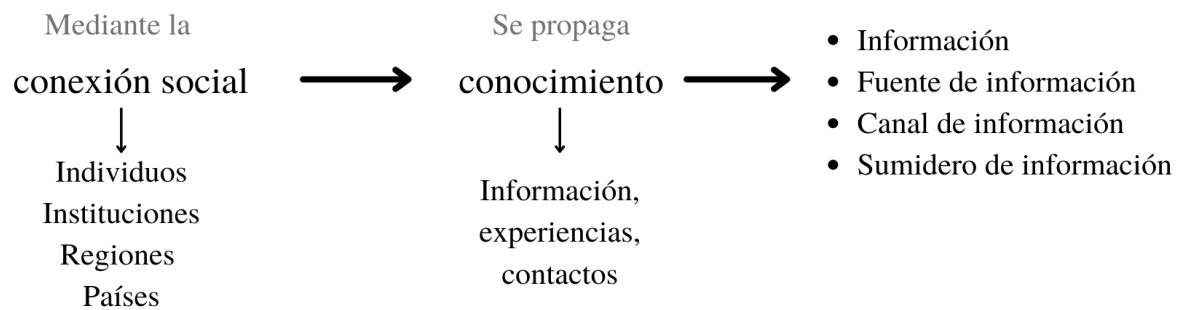
Entonces, en el caso de Consortium CAP la conformación de los equipos de trabajo se pudo dar gracias a la interacción informal y cercana socialmente entre los científicos. Inclusive, es posible decir que estos mecanismos permitieron su creación y fortalecen su desarrollo¹⁶, pues el primer científico de CICATA Querétaro era mentor de un segundo científico de CICATA, a su vez, el segundo científico era mentor del alumno de UG, las interacciones entre estos tres individuos los llevaron a plantear las ideas de la empresa.

Gracias a las trayectorias académicas y personales de cada uno fue posible identificar colegas que estuvieran interesados en participar como científicos-inversionistas de la empresa, es decir, un científico A conoce a científico B, C...N que podría participar, y cada uno de estos científicos conoce a otros N número de científicos, hasta establecer una red compleja de contactos. Por otra parte, estas redes no se dan exclusivamente entre científicos de una misma institución académica, más bien, las conexiones se amplían hasta identificar a investigadores de otras universidades, centros de investigación y empresas. Si se logra establecer confianza entre los investigadores es más probable que se puedan generar proyectos de colaboración o coinnovación.

¹⁶ Con base en la información recolectada se puede decir que CCAP sigue en proceso de consolidación, y apenas está comenzando la fase de desarrollo.

Lo más importante de este tipo de conexiones es el conocimiento que cada uno de los científicos posee, además de conocer su acceso a infraestructura para la investigación como laboratorios para I+D. Se reconoce que los procesos de difusión del conocimiento no son lineales, de dan en diferentes intensidades, con diferentes objetivos y no siempre suceden de manera intencional.

Figura 7. Difusión del conocimiento



Elaboración propia con base en Yue, et al. 2019

Ahora bien, para incentivar la proximidad social es necesario construir laboratorios, centros de manufactura (institutos de infraestructura tecnológica) que sirvan como apoyo a las investigaciones, estos pueden darse dentro de empresas ya consolidadas con interés en la tecnología, en clústeres tecnológicos y centros de investigación, que tengan las capacidades para absorber los conocimientos generados.

En el caso del plasma frío cada investigador tiene ciertos recursos que permiten brindar información para adoptar y adaptar las tecnologías, lo que no existe en México es un instrumento que coordine los esfuerzos de esta área en particular. Siendo así, una de las principales problemáticas para la entrada al mercado de los productos que se realizaron mediante procesos de coinnovación, requerirán de generar los instrumentos jurídicos e institucionales para su adecuada regulación.

Conclusiones

La información recolectada corrobora que la empresa se centra en la innovación de productos y procesos más que en la organización comercial u organizacional, tal y como lo expresó la evidencia internacional sobre NTBF. Sin embargo, la perspectiva y las teorías por las cuales se guía CCAP han tenido efectos favorables para su constitución y desarrollo. Sus acciones han llevado a la empresa a vincularse de manera exitosa con otros actores, bajo un modelo vanguardista de transferencia de conocimiento mediante la creación de redes de colaboración.

La forma en que Consortium CAP ha explorado y ejecutado las redes de colaboración concuerda con la evidencia China, el país con mayor crecimiento económico en los últimos años y que ha basado su economía en el conocimiento, la ciencia y la tecnología. En particular, la literatura demuestra que la adecuada vinculación entre la academia y la empresa tiene resultados positivos para todos los actores involucrados, pero no puede darse sin el apoyo de un tercer actor: el gobierno; por ello, se habla más bien de una triple alianza.

En cuanto a la proximidad geográfica, se observó que puede ser determinante para que se den o no conexiones sociales y proyectos de colaboración o coinnovación, no obstante, es más probable que las interacciones se den cuando los actores se encuentran en una misma región. Por tanto, es posible decir que las ciudades como una aglomeración de industria, comercios y servicios (incluidas la academia) tienen por si mismas, las características deseables de para que se den redes de colaboración que faciliten los flujos de conocimiento, pudiendo derivar en transferencias de tecnología, conocimiento e incluso proyectos de coinnovación. Sin duda aun faltan muchos estudios sobre las nuevas empresas de base tecnológica, el presente estudio es resultado de un esfuerzo por profundizar en el tema con las particularidades de nuestro país.

Los resultados de la investigación están lejos de ser generalizables y concluyentes, es necesario realizar más estudios a diferentes escalas sobre la creación de empresas de base tecnológica en México, sobre su crecimiento en economías emergentes y sobre la forma en que realizan sus procesos de innovación; especialmente es necesario que los datos estadísticos incluyan a pequeñas y medianas empresas pues la evidencia internacional e incluso la recolectada en este caso, demostró que las NTBFs son principalmente PyME.

Al realizar el estudio hubo distintos problemas como la falta de datos cualitativos y cuantitativos sobre empresas de alta intensidad tecnológica y su impacto económico y social a nivel estatal y regional. Aun cuando no es posible decir que todas la NTBF se crean mediante procesos de vinculación, la evidencia del caso tampoco niega que la empresa en cuestión haya surgido gracias a estas interacciones. Será necesario realizar más investigaciones para proporcionar mejores pruebas de las expuestas aquí y así, poder aportar a la teoría.

No obstante, si hay algunas afirmaciones que se deben presentar. Primero, el hecho de que no existe una adecuada articulación entre lo que desarrolla la academia y las necesidades de las industrias. Lo cual conduce a los científicos-investigadores a vincularse de manera informal con el sector industrial, esta condición trae consigo altos riesgos de apropiación no remunerada del conocimiento producido en las universidades y centros públicos de investigación y, por ende, poca relación con las necesidades sociales.

Segundo, la interacción entre los actores privados y la academia no se da por sí misma; es necesaria la participación del sector gubernamental para buscar que las innovaciones tengan aplicaciones benéficas para la sociedad en alguno de los campos como: crecimiento y activación económica, mejoramiento de la calidad de vida, mejoramiento y saneamiento del medio ambiente, entre otros campos de relevancia nacional.

Por otra parte, una dificultad que atraviesan los emprendedores es el acceso a capital para la creación de la empresa, ocasionado por la incertidumbre que conlleva el nivel de riesgo de constituir este tipo de empresas; desde esa perspectiva, es necesario mejorar la credibilidad de las nuevas empresas de base tecnológica. Los fondos a los que pueden acceder son limitados, por lo que la intervención del estado podría sustituir el capital de riesgo privado y así, apoyar la creación de empresas innovadoras. A su vez, si la NTBF cuenta con más recursos iniciales, es más probable que otros accionistas privados se sientan seguros de realizar inversiones a las PyME de alta intensidad tecnológica.

Referencias

- Abramovsky, Laura; Simpson, Helen (2009) **Geographic proximity and firm-university innovation linkages: Evidence from Great Britain** IFS Working Papers, No. 09, (03) Institute for Fiscal Studies (IFS): London
- Alarcón y Diaz (2016) **La empresa de base tecnológica y su contribución a la economía mexicana en el periodo 2004-2009**. Contaduría y administración 61. Pp. 106-126 UNAM: México
- Arza, Valeria (2010) **Channels, benefits, and risk of public-private interactions for knowledge transfer: Conceptual framework inspired by Latin America**. Science and Public Policy. National University of General San Martin
- Baier-Fuentes, *et al.* (2020) **Does triple helix collaboration matter for the early internationalisation of technology-based firms in emerging Economies?** Technological Forecasting & Social Change 163 <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120439>
- Consortium CAP (2021) **Propuesta tecnológica Plasmicus**. CCAP: México
- Cortázar, OD, Megía-Macías, A., Moreno, S. *et al.* (2022) **Vulnerabilidad del virus SARS-CoV-2 y PR8 H1N1 a los medios activados por plasma atmosférico frío**. Informe científico 12, 263 <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04360-y>
- De Fuentes y Dutrénit (2019) **Vinculación universidad-empresa; cercanía geográfica e innovación** en Vinculación academia-empresa e innovación en México. ANUIES, Dirección de Producción Editorial: México
- De la Cruz y Natera (2019) **La Vinculación Academia-Sector Productivo en México: un panorama sectorial** en Vinculación academia-empresa e innovación en México. ANUIES, Dirección de Producción Editorial: México
- Delapierre *et al.* (2008) **NTBFs-the French case**. Research Policy 26:989-1003. *FORUM-CEREM, CNRS r Université Paris X Nanterre 200, AÖenue de la Ré´publique, Nanterre Cedex 92001, France*
- Dutrénit, Gabriela (Coord.) (2019) **Vinculación academia-empresa e innovación en México**. ANUIES, Dirección de Producción Editorial: México

- Galindo-Rueda y Verger (2016), **OECD Taxonomy of Economic Activities Based on R&D Intensity**, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, No. 2016/04, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5jlv73sqqp8r-en>
- Grimpe y Hussinger (2016) **Formal and Informal Knowledge and Technology Transfer from Academia to Industry: Complementarity Effects and Innovation Performance**. *Industry and Innovation*, Vol. 20(8), pp. 683-700. <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13662716.2013.856620>
- Hatzichronoglou, Thomas (1997) **Revisión del sector de alta tecnología y clasificación de productos**. OCDE: Paris, Francia
- Lyu, *et al.* (2019) **An evolving regional innovation network: collaboration among industry, university, and research institution in China's first technology hub**. *J Technol Transf* 44, pp. 659-680 DOI 10.1007/s10961-017-9620-x
- Magaldi, *et al.* (2019) **¿Qué tan eficiente es la política de innovación mexicana para estimular a las empresas a vincularse con la academia?** ANUIES: México
- Markets and Markets (2021) *Cold Plasma Market. Global forecast to 2026*. Código de informe: md 5001.
- Martinez y Espinosa (2017) **Construcción de capacidades empresariales y tecnológicas. El caso de una pequeña empresa mexicana technology push**. En "Economía y Desarrollo" vol. 158, núm. 2, julio-diciembre, 2017, pp. 117-128 Universidad de La Habana La Habana, Cuba
- Merino y Villar (2007) **Factores de éxito en los procesos de creación de Empresas de Base Tecnológica**. Universidad Autónoma de Madrid: España
- Merritt, Humberto (2012) **Las empresas mexicanas de base tecnológica y sus capacidades de innovación: una propuesta metodológica**. *Trayectorias* año 14, número 33-34.
- Micheli-Thiri6n, J., & Valle-Z6rate, J. E. (2020). **El sendero del cambio estructural en el Baj6o: Terciarizaci6n econ6mica y digitalizaci6n**. *Investigaci6n y Ciencia de la Universidad Aut6noma de Aguascalientes*,:82-93.

- Mu Jifeng, *et al* (2008) **Interfirm networks, social capital, and Knowledge flow**. Journal of Knowledge Management VOL. 12 NO. 4 2008, pp. 86-100, Q Emerald Group Publishing Limited, ISSN 1367-3270
- Nonaka y Takeuchi (1999) **La organización creadora de conocimiento**, Oxford University Press, México
- Nonaka, Ikujiro (2007) **La empresa creadora de conocimiento**. Harvard Business School Publishing Corporation. América Latina. MBC develop.
- OECD/Eurostat (2018), **Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation**, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities, OECD Publishing, Paris/Eurostat, Luxembourg.
- Ortin y Vendrell (2014) **University spin-offs vs. other NTBFs: Total factor productivity differences at outset and evolution**. Technovation 34, pp. 101–112
<http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2013.09.006>
- Rangel, *et al*. **La vinculación universidad-empresa-gobierno para la creación de spin-off universitarias de base tecnológica: el caso de una universidad pública del estado de Guanajuato**. Academia y negocio, R.A.N Vol. 7 (2): México
- Sarabia, Gabriela (2015) **La vinculación universidad-empresa y sus canales de interacción desde la perspectiva de la academia, de la empresa y de las políticas públicas** ISSN 2007-7521. 10, pp. 13-22
- Terraplasma (2022) **¿Qué es el plasma atmosférico frío? De la investigación básica a la aplicación práctica**. Revisado en enero del 2022.
[https://www.terraplasma.com/en/cold-plasma/#:~:text=Cold%20atmospheric%20plasmas%20\(CAP\)%20are,at%20atmospheric%20pressure%20on%20Earth](https://www.terraplasma.com/en/cold-plasma/#:~:text=Cold%20atmospheric%20plasmas%20(CAP)%20are,at%20atmospheric%20pressure%20on%20Earth).
- Villavicencio, *et al*. (2015) **Yo innovo, él innova, todos innovamos: 15 proyectos apoyados por el Fondo de Innovación Tecnológica**. CONACYT: México
- Yin, (2003) **Case study research. Design and Methods**. Applied Social Research Methods Series. Volume 5. SAGE Publications: USA

- Yue, *et al.* (2019) **Modeling study of knowledge diffusion in scientific collaboration networks based on differential dynamics: A case study in graphene field.** *Physica A* 524, pp. 375-391 <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.201>
- Zhang, et al (2022) **Influences of university-industry alliance portfolio depth and breadth on growth of new technology-based firms: Evidence from China.** *Industrial Marketing Management* 102, pp. 190-204 <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2022.01.018>
- Zhichao Ba, *et al.* (2021) **Exploring the effect of city-level collaboration and knowledge networks on innovation: Evidence from energy conservation field.** *Journal of infometrics* 15. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2021.101198>