



Universidad Nacional Autónoma de México
Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración

**Emprendimiento Biotecnológico en la Universidad Nacional
Autónoma de México**

T e s i s

Que para optar por el grado de:

Maestro en Administración
(Administración de la Tecnología)

Presenta:
Ubaldo Reyes Martínez

Tutor:
Dr. Sergio Javier Jasso Villazul
Facultad de Contaduría y Administración

Ciudad de México, octubre de 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas

Tesis Digitales

Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice de contenido

Índice de contenido.....	i
Índice de figuras, gráficas y tablas.....	iv
Índice de figuras.....	iv
Índice de gráficas.....	iv
Índice de tablas.....	v
Resumen.....	1
Capítulo 1 Introducción General.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Definición del tema.....	8
1.3 Descripción del fenómeno.....	8
1.4 Objetivos.....	10
1.5 Preguntas de investigación - hipótesis.....	10
1.6 Justificación.....	12
1.7 Alcances y limitaciones.....	13
Capítulo 2 Innovación, Empresa y Desarrollo Científico Biotecnológico.....	14
2.1 Innovación.....	14
2.2 Desarrollo económico.....	18
2.2.1 Economía del conocimiento.....	19
2.2.2 Importancia de las empresas en la economía.....	21
2.3 Empresas de base tecnológica.....	22
2.3.1 Emprendimiento basado en ciencia y tecnología.....	24
2.3.2 Limitantes psicológicos y sociológicos para el emprendimiento.....	25
2.4 La Ciencia biotecnológica.....	27
2.4.1 Clasificación e importancia de la biotecnología.....	30
2.4.2 La biotecnología en el mundo.....	32
2.4.3 La biotecnología en México.....	40

2.4.4 Aportación al desarrollo científico en la UNAM	41
2.4.4.1 La Investigación en el Instituto de Investigaciones Biomédicas	43
2.4.4.2 La Investigación en el Instituto de Biotecnología	49
2.5 La Biotecnología como factor de desarrollo económico.....	54
2.6 Sectores industriales biotecnológicos en México.....	56
2.7 La Biotecnología como sector estratégico	57
2.8 Las capacidades en la formación del emprendimiento	58
2.8.1 Evolución de la palabra “Capacidad Dinámica” y emprendimiento	60
2.8.2 Las capacidades dinámicas en la formación del emprendimiento	66
2.8.2.1 Capacidades emprendedoras.....	70
2.8.2.2 Capacidades tecnológicas.....	74
2.8.2.3 Capacidades de comercialización y mercadotecnia.....	77
2.8.2.4 Capacidades relacionales.....	80
2.8.3 Enseñanza de capacidades en la formación de emprendedores	85
2.8.3.1 Conocimiento	86
2.8.3.2 Absorción	89
2.8.3.3 Riesgo e incertidumbre.....	91
2.8.3.4 Toma de decisiones	92
Capítulo 3 Emprendimiento de investigadores universitarios	96
3.1 Concepto de emprendedor.....	97
3.2 Función del emprendedor.....	100
3.3 Formación de emprendedores científicos universitarios	102
3.3.1 Investigaciones en emprendimiento universitarios	105
3.3.2 Características en la formación de emprendedores	110
3.3.3 Similitudes entre investigadores y empresarios	112
3.3.4 Paradigma del investigador empresario	114
Capítulo 4 Emprendimiento Biotecnológico en el Instituto de Investigación Biomédicas y del Instituto de Biotecnología.....	117
4.1 Descripción de las unidades de análisis	117
4.1.1 Investigador	118
4.1.2 Doctorante	120
4.2 Capacidades para el emprendimiento del Instituto de Investigación Biomédicas y del Instituto de Biotecnología	121
4.2.1 Emprendedoras	125

4.2.2 Tecnológicas.....	129
4.2.3 Comercialización y mercadotecnia.....	134
4.2.4 Relacionales	137
4.3 Limitantes en los investigadores entrevistados.....	141
4.4 Rol de los científicos de acuerdo con las entrevistas.....	146
4.5 Hallazgos con relación a la literatura	149
Capítulo 5 Recopilación, Conclusiones y Recomendaciones	151
5.1 Recopilación.....	151
5.2 Conclusiones.....	152
5.3 Recomendaciones.....	154
5.4 Líneas de investigación a futuro	159
Referencias	161
Siglas y acrónimos.....	179
Anexos	182
Anexo 1. Cuestionario guía para entrevista del alumno.....	182
Anexo 2. Cuestionarios guía para entrevista del investigador	183
Anexo 3. Plan de estudios del Doctorado del Instituto de Biotecnología.....	184
Anexo 4. Plan de estudio del Doctorado del Instituto de Investigaciones Biomédicas	192

Índice de figuras, gráficas y tablas

Índice de figuras

Figura 1 Diagrama del marco de la investigación.....	11
Figura 2. Proceso de establecimiento de los paradigmas	26
Figura 3. Mapa de la distribución de empresas biotecnológicas en el mundo	33
Figura 4 Red de coocurrencias de palabras clave de autor	63
Figura 5 Ecosistema para detectar el mercado y las oportunidades tecnológicas.....	79
Figura 6 Vinculación universidad empresa.....	84
Figura 7. Localización conceptual del emprendimiento científico	109
Figura 8. Idealización del proceso de innovación.....	132

Índice de gráficas

Gráfica 1 Cantidad de empresas biotecnológicas del 2006 al 2017	34
Gráfica 2. Detalle de cantidad de empresas biotecnológicas del 2010 al 2017	36
Gráfica 3. Participación de las economías en patentes biotecnológicas	38
Gráfica 4. Participación de las economías en patentes biotecnológicas	39
Gráfica 5. Instrumentos consensuales celebrados del 2011 al 2018 por el IIBo.....	44
Gráfica 6. Investigadores y publicaciones internacionales	50
Gráfica 7. Productividad de artículos promedio por investigador.....	51
Gráfica 8. Desarrollo tecnológico del IBt de 1997 al 2017	53
Gráfica 9 Publicaciones de la palabra Capacidad Dinámica hasta el 2019	60
Gráfica 10 Publicaciones por áreas de investigación hasta 2019.....	62
Gráfica 11 Cantidad de publicaciones de emprendimiento científico.....	122

Índice de tablas

Tabla 1. Instrumentos consensuales celebrados del 2011 al 2018 IIBo	45
Tabla 2. Patentes otorgadas al IIBo del 2011 al 2018	48
Tabla 3. Proyectos de vinculación I+D con empresas y el IBt	52
Tabla 4. Seguimiento de estudiantes	54
Tabla 5. Documentos más citados en capacidades dinámicas emprendedoras.....	61
Tabla 6 Evolución de las capacidades emprendedoras	72
Tabla 7 Habilidades de toma de decisión estratégica y ejecución.....	94
Tabla 8. Características e intenciones emprendedoras de estudiantes universitarios....	107
Tabla 9. Atributos de metacompetencias de emprendimiento científico	113

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo identificar cuáles son los obstáculos del Instituto de Biotecnología (IBt) e Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBo) de la UNAM para formar alumnos y egresados del doctorado a crear Empresas de Base Tecnológica (EBT) y explicar a qué se debe que estos institutos no formen alumnos y egresados del doctorado que al terminar sus estudios no consoliden una EBT.

La UNAM, es la mejor universidad en México ([Gaceta UNAM, 2019a](#)) y América Latina ([Gaceta UNAM, 2018a](#)) y la segunda de Iberoamérica ([Gaceta UNAM, 2019b](#)) sin embargo, México se ha caracterizado por ser un país manufacturero y resulta importante investigar cuáles son los obstáculos de los alumnos a crear una empresa al terminar sus estudios ya que la mayoría de sus egresados son empleados.

La importancia de fomentar una cultura de emprendimiento de Empresas de Base Tecnológica en biotecnología es porque solucionaría problemas locales, regionales, nacionales e internacionales, además, generar nuevos productos con amplio mercado de comercialización, que a su vez mejoren la cultura de innovación, la educación, la creación de parques científicos o tecnológicos que impulsen el desarrollo de nuevas investigaciones, esto mejoraría la economía nacional. También fomentaría la innovación, la cual es un factor importante debido a que mejora la vida de las personas e incrementa la calidad de los productos, lo cual se refleja en la competitividad de empresas y países.

Esta investigación identificó que los alumnos y egresados del doctorado de los institutos del IBt e IIBo de la UNAM se enfrentan a obstáculos al crear Empresas de Base Tecnológica como la carencia de cursos en su formación, falta de financiamiento, la perspectiva de los alumnos y la influencia del gremio científico.

Capítulo 1 Introducción General

La Real Academia Española define al término economía como “La ciencia que estudia los métodos más eficaces para satisfacer las necesidades humanas materiales, mediante el empleo de bienes escasos”, es por eso que a lo largo de la historia el interés de muchos investigadores se ha centrado en mejorar las condiciones de vida de las personas, muchos de los autores que se abordan en esta investigación tienen la finalidad de mejorar la competitividad en mercados locales, regionales y globales. Los países investigan cómo crear o mejorar el acceso a las innovaciones tecnológicas de frontera, lo cual implica generar cambios radicales para sobrevivir en el mercado. Por esta razón, las empresas, industrias y gobiernos buscan nuevas formas de explotar y desarrollar tecnología mediante alianzas estratégicas, cooperación y vinculaciones entre empresas, haciendo los procesos tecnológicos globales.

La importancia de evaluar el cambio tecnológico es porque fomenta nuevas ventajas competitivas, desarrolla nuevas capacidades empresariales y tecnológicas, las cuales desempeñan un papel crucial en la construcción y sostenimiento de la competitividad. Para alcanzar este objetivo, un factor indispensable es mejorar la productividad, lo cual implica menores costos de producción, mayores salarios, menores precios, mayor competitividad en los mercados globales y mayor inversión, para lograrlo se requiere maximizar los insumos de la economía y mejorar la producción o incrementar el valor de los recursos.

La innovación es fundamental porque mejora la calidad de vida de las personas, incrementa la calidad de los productos e impacta en la competitividad de las empresas a nivel regional, nacional e internacional. Para impulsar la innovación se requiere invertir en investigación y desarrollo, creación de nuevos negocios, protección de la propiedad intelectual, patentar y además comercializar la propiedad intelectual. El desarrollo de Empresas de Base Tecnológicas (EBT) cumple con todos los elementos para impulsar la innovación, por tanto, de impulsar su creación y desarrollo permitiría mejorar la competitividad y la productividad además impactaría a la economía local, regional y nacional.

Según el reporte "El Futuro de México: un Hub Global de Innovación" de Frost & Sullivan; México puede ser pionero en la innovación tecnológica mediante una mayor inversión en investigación y desarrollo, así como una buena educación. Según su pronóstico del 2018 a 2025 México podría ganar más de 245 mil millones de dólares en crecimiento acumulado del Producto Interno Bruto (PIB) (Frost y Sullivan 2019).

Según Frost y Sullivan (2019) México puede convertirse en un pionero de la innovación en América Latina y en el mundo porque tiene el mayor ecosistema de tecnología financiera en América Latina y podría apoyarse de esto para construir múltiples centros de puesta en marcha en ciudades como CDMX, Guadalajara, Monterrey y Tijuana, además, tendrá ventaja del bono demográfico que alcanzará su punto máximo en el año 2025, ya que más del 45 por ciento de la población estará compuesta por millennials y generación Z, por lo tanto la consultora recomienda que el gobierno debe enfocarse en elevar los estándares de educación y fomentar los programas de capacitación juvenil y el espíritu empresarial además de mejorar el soporte de las *startups* que sentarán las bases para una sólida cultura de innovación.

Por otra parte, México es la quinta región más rica en biodiversidad del planeta, es vista como una riqueza estratégica (Bolívar, F.B. 2002), la cual es un área con gran potencial para el desarrollo de la biotecnología, de la cual, se podrían obtener beneficios importantes a partir de procesos o productos desarrollados por industrias biotecnológicas, esto podría impulsar la economía mexicana permitiendo el desarrollo del mercado interno y disminuir la dependencia de importaciones.

Por lo tanto, México debería impulsar EBT para que, a partir de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico, se logre mejorar la competitividad futura del país, propiciando las condiciones para impulsar a las nuevas generaciones de jóvenes científicos biotecnológicos, eso impactaría en el desarrollo económico del país. Lo cual denota la relevancia que podrían tener las empresas biotecnológicas en la generación de empleo, el desarrollo regional, la innovación de productos, procesos e investigación, entre otros.

De aquí surge la importancia de analizar y promover Empresas de Base Tecnológica que ofrezcan productos y servicios de alto valor, la formación de personal altamente especializado, que a su vez genere una mejor retribución económica que se generaría en una empresa manufacturera, esto impulsaría la construcción de un motor de desarrollo económico local, regional y nacional.

1.1 Planteamiento del problema

El enfoque cualitativo es recomendable cuando el tema del estudio ha sido poco explorado o no se ha hecho investigación al respecto en ningún grupo social específico (Hernández, R., 2014) por lo que para esta investigación se eligió un enfoque cualitativo.

Para Stake, R. (1998), el estudio de casos es “el estudio de la particularidad y de la complejidad de un caso singular, para llegar a comprender su actividad en circunstancias importantes” (p. 11), es donde la investigación cualitativa destaca las diferencias sutiles, la secuencia de los acontecimientos en su contexto, la globalidad de las situaciones personales y no existe una fuente única de la investigación, su historia es variada y ayudará a los humanos a comprenderse a sí mismos (p. 41). La investigación cualitativa trabaja con episodios de relación única para formar una historia o una descripción única del caso al encontrar buenos momentos que revelen la complejidad única del caso (p. 62).

Un experto en métodos de investigación Philip Runkel (1990 en Stake, R., 1998), “llamaba método de muestras cuando el objetivo es aprender sobre la especie mediante el análisis de una muestra, una gran muestra o una muestra única”.

Stake, R. (1998) considera que un estudio de casos emplea el método de muestras, como método primordial, para llegar a conocer un caso particular de forma extensiva e intensiva con la finalidad de comprender qué es la muestra, cómo funciona, decidiendo entre realizar una investigación cuantitativa y cualitativa, de eso dependerá el definir qué tipo de conocimiento pretende obtener el estudio (p. 42).

Para [Stake, R. \(1998\)](#) los investigadores cualitativos destacan la comprensión de las complejas relaciones entre todo lo que existe, expresada en una teoría fundamentada en hechos donde la finalidad del estudio de casos es lograr generalizar el caso para otros posibles casos y lograr comprender la particularidad del caso estudiado, para esto los investigadores perciben lo que ocurre en testimonios, representan los acontecimientos con su propia interpretación directa y con sus historias para lograr alcanzar una comprensión del caso que se base en la experiencia (p.44). De estos estudios cualitativos de casos se esperan "descripciones abiertas", "comprensión mediante la experiencia" y "realidades múltiples" (p. 46).

[Stake, R. \(1998\)](#) menciona que un estudio de caso debe ofrecer una visión personal de la experiencia del caso con el fin de que se pueda interpretar y transmitir un relato naturalista, basado en la experiencia, para que sus lectores participen en una reflexión similar a la del investigador (pp. 47-48), sin embargo, [Stake, R. \(1998\)](#) enfatiza en que el investigador debe evitar falsas interpretaciones derivadas de sus limitaciones intelectuales (p. 48).

Tomando como referencia a [Yin, R. \(1994\)](#) los estudios de caso ayudan a responder a las siguientes preguntas “cómo” y “por qué” son realizadas, cuando el investigador tiene poco control sobre los eventos, y cuando el foco está en un fenómeno contemporáneo dentro de un contexto de la vida real, usualmente son simples y no múltiples variedades de casos, no necesita estar comprometido con la rigurosa e imparcial presentación de datos empíricos, además pueden ser: descriptivo y explicativo y a su vez con tres propósitos: exploratorio, descriptivo o explicativo. Estas características permiten que la investigación conserve lo holístico y el sentido característico de los eventos de la vida real tal como ciclos de vida individual, organizacional y procesos administrativos, cambios barriales, relaciones internacionales y la maduración de industrias.

Para el análisis de las fuentes directas se consideró la siguiente definición “Analizar consiste en dar sentido a las primeras impresiones” (Stake, R. 1998, p. 68). También se consideró que los investigadores utilizan: la interpretación directa de los ejemplos individuales y la suma de ejemplos hasta que se pueda decir algo sobre ellos como conjunto o clase para alcanzar los significados de los estudios de casos (p. 69).

Stake, R. (1998) recomienda al investigador cualitativo que se concentre en el ejemplo, intentar aislar el objeto de estudio, para devolverlo con mayor significado, análisis y síntesis en la interpretación directa.

Por otra parte, para un investigador cuantitativo sugiere buscar un conjunto de ejemplos, y espera que de la suma de ellos surjan significados relevantes para el tema de investigación (p. 70). Stake, R. (1998) también sugiere no pretender describir el mundo, ni siquiera describir el caso por completo, más bien el investigador debe dar sentido a determinadas observaciones del caso, mediante el estudio más atento y la reflexión más profunda, lo cual es algo muy subjetivo (p. 71).

Por lo tanto, la metodología utilizada para la elaboración de esta investigación es de corte cualitativo que se basa en un estudio de caso del IBt e IIBo con dos entrevistas; la primera fue al Dr. Enrique Galindo Fentanes, del Instituto de Biotecnología de la UNAM campus Morelos, quien consolidó una empresa “Agro & Biotecnia” a partir de una patente que controla la Antracnosis del Mango, la cual actualmente se produce con el nombre Fungifree AB; el primer biofungicida de amplio espectro desarrollado en México. La segunda entrevista fue a la Lic. Andrea Sánchez Navarro, alumna del Doctorado en Ciencias Biomédicas del Instituto de Investigaciones Biomédicas, quien ganó el Premio Nacional de la Juventud 2018 en la rama de Ciencia y Tecnología, por su carrera académica y el desarrollo de una investigación para la detección temprana de daño renal la cual está en proceso de trámite.

Los criterios para la selección de los casos de estudio fueron:

- Alumnos o egresados del IBt e IIBo
- Invento o patente con impacto tecnológico que pudiera tener su invento.
- Alta innovación (vinculación entre la ciencia básica con la ciencia aplicada).
- Patente asignada o en trámite, con un importante grado de innovación y con altas probabilidades de ser comercializable.
- Formación de recursos de alta especialidad.

Las entrevistas se basaron en una guía con preguntas abiertas y semiestructuradas que se tomaron de diferentes fuentes ([Ibañez, A., 2002](#); [Foro Urbano de Valores, 2019](#); [Krauss, C., 2011](#); [Mavila et al., 2009](#); [Universidad Nacional de Colombia, 2019](#), [Aragón et al., 2008](#), [INE 2016](#), [Souto, J. 2013](#), [Cordero et al., 2011](#)) las cuales se adecuaron a lo que se deseaba conseguir. Así como la consulta de diferentes trabajos relacionados con el tema que sirvieron de guía estructural del documento.

También se analizaron documentos asociados como reportes técnicos, informes, revistas, convenios entre la empresa y la universidad, entrevistas, patentes, artículos indexados, conferencias y videos entre otros para complementar la información obtenida de las entrevistas.

Para la recolección de datos se utilizaron fuentes directas; investigación de campo, resultado de las entrevistas de elaboración propia, e indirectas de estudios y estadísticas nacionales e internacionales. También se consideraron fuentes secundarias como; libros, entrevistas externas, fuentes electrónicas y la base de datos Scopus.

Finalmente, mediante una recopilación de hallazgos, se redactaron las principales conclusiones, recomendaciones y aportaciones que se consideraron más relevantes.

1.2 Definición del tema

Para el desarrollo de esta investigación se define como tema central los obstáculos del Instituto de Biotecnología (IBt) e Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBo) de la UNAM para formar alumnos y egresados del doctorado a crear Empresas de Base Tecnológica.

1.3 Descripción del fenómeno

Según el QS World University Rankings 2020, la Universidad Nacional Autónoma de México, es la mejor universidad en México ([Gaceta UNAM 2019a](#)) y América Latina ([Gaceta UNAM 2018a](#)) y la segunda de Iberoamérica ([Gaceta UNAM 2019b](#)), además, en México forma a más profesionistas, ofrece 129 carreras ([DGOAE 2020](#)). Según la agenda estadística de la UNAM 2018 en el ciclo escolar 2017-2018 egresaron 22,766 alumnos de licenciatura, 5,240 alumnos de especialización, 3,284 alumnos de maestría y 945 alumnos de doctorado ([UNAM 2018](#)).

En los primeros 10 años de la Coordinación de Innovación Y Desarrollo (CID) se han conseguido 177 patentes ([López, P., 2018](#)), de las cuales en el periodo del 2017 al 2018 consiguió 44 patentes, lo que la convierte en la entidad mexicana que más registros de patentes le han sido otorgados por parte del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) ([Sánchez, A., 2019](#)), de éstas, seis pertenecen al IBt ([Trejo y Patiño 2019](#)). En la actualidad, la UNAM es la institución educativa que aporta más profesionistas a México, sin embargo, los egresados tienen una limitada formación para emprender a pesar de que según el QS World University Rankings 2020 los egresados de la UNAM son los profesionistas preferidos por empresas y el sector público, que lo demuestra su respaldo de 45 mil empleadores ([Gaceta UNAM, 2019a](#); [Hernández, M., 2019a](#)).

La importancia del IBt e IBo en instruir e impulsar a los alumnos y egresados del doctorado a emprender radica en reorientar la visión de los alumnos y egresados, de ser empleados hacia ser emprendedores. Esto le permitiría a México migrar gradualmente de una economía manufacturera a una economía basada en el conocimiento, que se vería reflejada en una mejor calidad de vida, distribución de riqueza por el tipo de recursos humanos que forma y que requieren las empresas formadas.

Las invenciones son la base de la innovación, una invención es una solución nueva a un problema técnico, la cual puede protegerse por medio de las patentes. Las patentes protegen los intereses de los inventores que hayan obtenido tecnologías realmente revolucionarias y prósperas en términos comerciales, ya que aseguran que los inventores puedan tener control sobre el uso comercial de su invención ([OMPI, 2019](#)).

Existe una gran cantidad de recursos humanos de alta especialidad en los Institutos de Investigación de la UNAM, por lo que esta investigación se enfocó en el IBt y el IBo, los cuales generan patentes y al paso del tiempo no las comercializan. Las investigaciones, descubrimientos y patentes se reflejan en el poco impacto social esperado, porque las líneas de investigación carecen de una orientación, al resolver problemas particulares y su compleja aplicación a las necesidades relevantes para la sociedad y, por otra parte, a los empresarios e inversionistas no les interesa comercializarlas por el limitado mercado que pueden llegar a tener.

Además, existen pocas Empresas de Base Tecnológica debido a la complejidad de poder operar una empresa con esas características además de la inversión excesiva para poder consolidar una empresa biotecnológica, así mismo, el desconocimiento del proceso administrativo de los alumnos y egresados del IBt e IBo hace que estas empresas fracasen o ni siquiera se consoliden.

1.4 Objetivos

Para esta investigación el objetivo principal es:

Identificar cuáles son los obstáculos del Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM para formar alumnos y egresados del doctorado a crear Empresas de Base Tecnológica. Además, analizar y explicar a qué se debe que el Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM no forme alumnos y egresados del doctorado para crear Empresas de Base Tecnológica.

Partiendo de estos objetivos principales, se contemplará considerar los siguientes elementos en la investigación:

Se investigará desde la percepción de los alumnos y egresados de doctorado, se identificará cuál es la formación en emprendimiento que el Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas fomentan en los alumnos de doctorado, además de los obstáculos para emprender y la perspectiva de los alumnos respecto a los servicios y facilidades-acompañamiento que ofrece el Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM para guiarlos a crear una Empresa de Base Tecnológica e identificar si el gremio científico influye al decidir emprender.

1.5 Preguntas de investigación - hipótesis

Dados los antecedentes mencionados, para esta investigación las principales preguntas de investigación son:

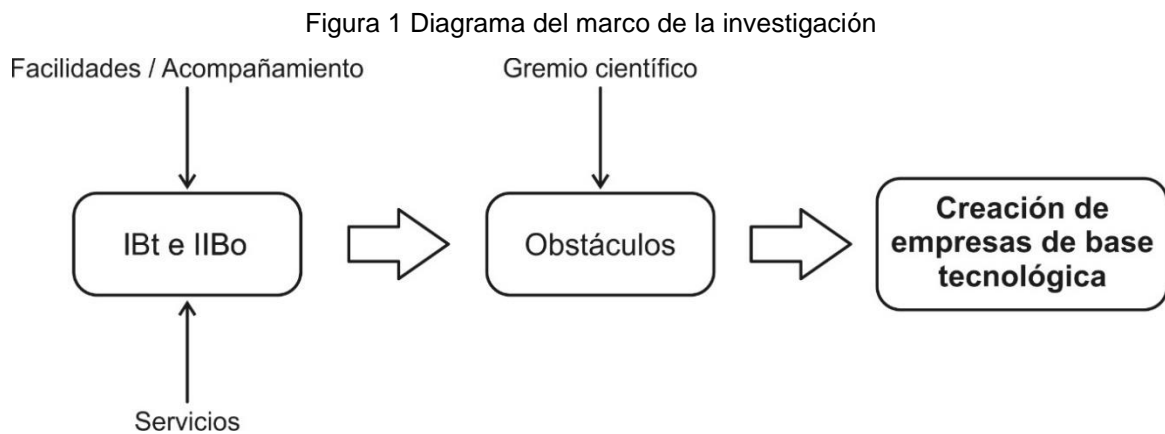
¿Cuáles son los obstáculos del Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM para formar alumnos y egresados del doctorado a crear Empresas de Base Tecnológica?

¿A qué se debe que el Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM no forme alumnos y egresados del doctorado para crear Empresas de Base Tecnológica?

Para las cuales se tomará en cuenta que:

Para esta investigación se considerará la perspectiva de los alumnos y egresados del IBt e IIBo respecto a los servicios y facilidades- acompañamiento que ofrecen los Institutos al guiarlos a emprender, en particular una Empresa de Base Tecnológica, por la importancia que puede tener ésta para la comunidad, región, país o el mundo. Por otro lado, analizar la influencia del gremio científico en el científico emprendedor, al tomar la decisión de emprender.

La figura 1 bosqueja el marco de la investigación, ejemplificando las variables que están involucradas en la investigación de una forma más clara y así poder recurrir a éste a lo largo de la investigación.



Elaboración propia

Por lo tanto, para esta investigación se definió a la hipótesis como: “Los obstáculos en la formación de alumnos y egresados del doctorado del Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, se debe a que no se contempla que éstos creen Empresas de Base Tecnológica, sino en que sean empleados de excelencia”

1.6 Justificación

En la actualidad, México se caracteriza por ser un país manufacturero y al tener más Empresas de Base Tecnológica mejoraría el PIB (Producto Interno Bruto), ya que es un aspecto fundamental para el crecimiento y desarrollo económico del país.

Resulta importante conocer cuáles son los obstáculos del Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM para formar alumnos y egresados del doctorado a crear Empresas de Base Tecnológica, y a qué se debe que los institutos no formen alumnos y egresados del doctorado para crear Empresas de Base Tecnológica, porque de crearlas generaría empleos de alta especialización y por lo tanto de mayor remuneración económica y se vería reflejado en la calidad de vida de las personas.

La importancia radica en fomentar una cultura de emprendimiento en perfiles de alta especialidad que a su vez mejoren la cultura de innovación, la educación, la creación de parques científicos o tecnológicos que impulsen el desarrollo de nuevas investigaciones que solucionen problemas locales, regionales, nacionales e internacionales, debido a que generaría nuevos productos con un amplio mercado de comercialización.

Al fomentar el emprendimiento y en particular en emprendimiento de Empresas de Base Tecnológica que resuelvan problemas nacionales, con el respaldo de instituciones que orienten desde la línea de investigación, financiamiento, solicitud de la patente, hasta la consolidación de la empresa. Mediante una propuesta para incentivar la creación y fomentar el emprendimiento de Empresas de Base Tecnológica que apoyen al fortalecimiento de la innovación mexicana, con impacto en la comunidad, región y hasta el país.

1.7 Alcances y limitaciones

Para la elaboración de esta investigación se limitará a alumnos y egresados del IBt e IIBo de la Universidad Nacional Autónoma de México, porque se considera que el emprendimiento científico tiene un alto grado de innovación como por ejemplo una patente.

Esta investigación se limitará a dos entrevistas, se asume un sesgo que se podría complementar comparando con estudios a profundidad con otras universidades. Además, se podrían hacer estudios de egresados que compare la cantidad de emprendimientos, de generaciones pasadas, de licenciaturas respecto a otras facultades de licenciatura, maestría y doctorado o comparando los resultados con otra universidad internacional.

Capítulo 2 Innovación, Empresa y Desarrollo Científico Biotecnológico

En este capítulo se exponen a diferentes autores que han abordado el término de la innovación a lo largo del tiempo, remarcando la importancia de ésta en la economía del conocimiento para el desarrollo de la comunidad, región y hasta el país, poniendo énfasis en la importancia del emprendimiento en Empresas de Base Tecnológica.

A continuación, se explica la definición de innovación abordada por diferentes autores, así como la importancia de los emprendimientos de base tecnológica para los países que logran desarrollar e introducir nuevos productos y procesos productivos, ingresar a nuevos mercados y nuevas formas de organización empresarial, porque es un impulso al desarrollo económico y de bienestar material de la sociedad actual por ser un factor que tiene un impacto en el desarrollo de la economía empresarial, regional y nacional.

2.1 Innovación

Lall (1992 en [Torres, et al. 2018, p. 419](#)), define a la innovación como las habilidades y el conocimiento requerido para absorber, dominar y mejorar las tecnologías existentes y crear nuevas tecnologías.

Adam Smith observó en la innovación tecnológica un elemento clave para explicar el incremento continuo en la productividad de los trabajadores, desde su perspectiva, el flujo de innovaciones era promovido por la división del trabajo ([Enríquez, I., 2016, p. 83](#)). Posteriormente, Karl Marx percibió que el activo principal del capitalista consistía en su habilidad para combinar la acumulación de capital con un incesante flujo de innovación tecnológica, argumentó que el capitalista no podría sobrevivir sin revolucionar constantemente sus medios de producción ([Enríquez, I., 2016, p. 86](#)).

En el siglo XX Schumpeter en su Teoría del Desarrollo Económico introdujo dos temas fundamentales. Primero, que la innovación, incluyendo la introducción de nuevos productos y métodos de producción, la apertura de nuevos mercados, el desarrollo de nuevas fuentes de materia prima u otros insumos, y la creación de nuevas formas de organización industrial son factores centrales del desarrollo económico, facilitando el crecimiento y la prosperidad material. Segundo, que la innovación no ocurre nada más porque sí, que requiere de actos emprendedores, de heroicos esfuerzos para romper con la estática económica: innovaciones exitosas desplazan tecnologías inferiores, proceso denominado por Schumpeter como el “proceso de la destrucción creadora” (Enríquez, I., 2016, pp. 86-87).

Schumpeter consideró el desarrollo como un proceso dinámico que produce cambios de carácter económico, los cuales surgen desde el propio sistema y están motivados por la innovación. Finalmente, Keynes (Enríquez, I., 2016, p. 88) propone políticas proteccionistas y el fortalecimiento del Estado, menciona que el mercado no se regula a sí mismo, que requiere de la intervención del Estado.

De acuerdo con Donald G. Marquis 1969 (en Valdés, L. 2009), las innovaciones pueden ser: radicales (a saltos); Representan el desarrollo tecnológico más radical y que ocasionan cambios en la industria (del transistor al chip en la industria electrónica) y graduales; que se originan para la supervivencia de la empresa y derivan de mejoras que no cambian sustancialmente los productos, procesos o equipos existentes que pueden implicar esfuerzos de investigación y desarrollo (pp. 20-21).

Otras posiciones distintas a Schumpeter han puesto énfasis en la innovación tecnológica como un medio de “posicionamiento competitivo”. Las empresas innovan para mantener su composición competitiva, así como para hacerse de ventajas competitivas. Las empresas también pueden innovar para evitar perder participación en el mercado a manos de competidores innovadores, donde los dos autores principales que mencionan a la ventaja competitiva son Michael Porter y David Teece.

Para [Porter, M. \(1990\)](#), las empresas logran una ventaja competitiva a través de actos de innovación, la cual se puede manifestar en un nuevo diseño de producto, un nuevo proceso de producción, un nuevo enfoque de marketing o una nueva forma de llevar a cabo la capacitación, estos actos de innovación generalmente son incrementales que depende de una acumulación de pequeños conocimientos. Algunas de estas innovaciones crean una ventaja competitiva al percibir una oportunidad de mercado completamente nueva o al atender un segmento de mercado que otros han ignorado y cuando los competidores tardan en responder, tal innovación produce una ventaja competitiva. (p. 75)

Para [Teece D. \(2007\)](#) la ventaja competitiva puede fluir en un momento dado de la propiedad de activos escasos pero relevantes y difíciles de imitar, especialmente los conocimientos técnicos (*know-how*), sin embargo, requiere más que la propiedad de activos difíciles de replicar (conocimiento). La importancia para el autor radica en que las empresas están inmersas en un rápido movimiento porque están expuestas a la competencia global, se caracteriza por la dispersión de las fuentes geográficas y de organización de la innovación y la fabricación, la ventaja competitiva requiere de algo más que la propiedad de activos difíciles de replicar (conocimiento), las empresas requieren de capacidades dinámicas únicas y difíciles de replicar, estas capacidades pueden aprovecharse para, crear de forma continua, extender, mejorar, proteger y mantener la correspondiente base de activos única de la empresa.

Para [Valdés, L. \(2009\)](#) el proceso de innovación tecnológica abarca desde que se inicia con la búsqueda de necesidades tecnológicas de las organizaciones del sector productivo y se extiende hasta la comercialización, se deriva de esfuerzos de investigación y desarrollo (I+D), puede abarcar desde la concepción hasta la implementación por una sola organización, pero generalmente se deriva de esfuerzos de otras organizaciones, lugares y tiempos diferentes (pp. 20-21).

Por otra parte, [Kline y Rosenberg \(2009\)](#), consideran que la innovación es compleja, incierta, algo desordenada y está sujeta a muchos cambios, además es difícil de medir y exige una estrecha coordinación de conocimiento técnico adecuado y un excelente criterio del mercado para satisfacer las limitaciones económicas, tecnológicas y de otro tipo, todo al mismo tiempo. Para los autores el proceso de innovación debe verse como una serie de cambios en un sistema completo no únicamente de hardware, por lo que se debe considerar el entorno del mercado, las instalaciones de producción, el conocimiento, y los contextos sociales de la organización de innovación.

Para [Kline y Rosenberg \(2009\)](#) la innovación tecnológica exitosa es un proceso de acoplamiento simultáneo a nivel tecnológico y económico que: aprovecha el estado actual del conocimiento tecnológico y lo proyecta en una dirección que genere un acoplamiento con alguna categoría sustancial de necesidades y deseos del consumidor. Los autores mencionan que, las innovaciones verdaderamente importantes con frecuencia se adelantaron a su tiempo y crearon un mercado que no existía y que no era esperado, además requiere del acoplamiento técnico y económico de manera que la organización pueda acomodarse al mismo tiempo que satisface las necesidades del mercado, mediante la cooperación estrecha de muchas actividades en las funciones de marketing, I + D y producción.

Para [Torres y Jasso \(2017b\)](#) la innovación tiene dos significados principales en el análisis de Schumpeter (1939 en [Torres y Jasso 2017b](#)) su definición de la innovación se limitó a considerar sólo nuevas empresas y nuevos empresarios en el segundo significado de Schumpeter (1943, 1954 en [Torres y Jasso 2017b](#)) introdujo la noción de innovación, en referencia a las nuevas combinaciones de recursos, nuevos métodos de producción, lanzamiento de nuevos productos y la apertura de nuevos mercados.

2.2 Desarrollo económico

John Maynard Keynes fue un intelectual del siglo XX, creó una nueva rama de la economía conocida como macroeconomía y jugó un papel central en la reconstrucción de Europa y de la economía mundial tras la II Guerra Mundial (Temin y David, 2016). Propuso políticas proteccionistas y el fortalecimiento del Estado, menciona que el mercado no se regula a sí mismo, que requiere de la intervención del Estado, Keynes propone Políticas de fomento del trabajo, redistribución de ingresos, subsidios y seguro de desempleo consiguiendo el “Estado de Bienestar” (Temin y David, 2016).

Según Keynes el gobierno debe intervenir en las políticas económicas porque el presupuesto del Estado es la palanca que mueve la economía mediante la política fiscal, la efectividad de su teoría se apreció en la crisis mundial del 2008 originada por la especulación inmobiliaria, donde el Gobierno de los Estados Unidos tuvo que intervenir para estabilizar los mercados. Por otra parte, Ludeña (2013) menciona que el Estado debe intervenir en la economía regulando actividades económicas determinadas y mejorar su funcionamiento con normas que aseguren que el mercado sea abierto, informado y competitivo.

Kline y Rosenberg (2009) mencionan que para que una mejora tecnológica tenga un impacto económico significativo, debe combinar características de diseño, las cuales deben coincidir con las necesidades y gustos de los usuarios finales, además debe cumplir las restricciones de costo, al igual que los requisitos legales obligatorios. Los autores mencionan que los economistas han analizado la innovación tecnológica como una caja negra que contiene componentes y procesos desconocidos, sin embargo, para Kline y Rosenberg es un modelo encadenado con interacciones reiterativas entre investigación, invención, innovación y producción. Para Kline y Rosenberg se debe poner atención y acción inmediata en la retroalimentación de los usuarios los cuales son una parte crítica, de la innovación debido a que la innovación tecnológica es absolutamente central para el crecimiento económico y la eficiencia empresarial.

2.2.1 Economía del conocimiento

La economía del conocimiento es un término ampliamente utilizado para describir una nueva relación entre la economía y el conocimiento tecnológico. De acuerdo con la definición tradicional empleada por la OCDE, las economías basadas en el conocimiento son aquellas cimentadas en la producción, distribución y uso del conocimiento y la definición más amplia es proporcionada por [Powell y Snellman \(2004\)](#), quienes definen la economía del conocimiento como producción y servicios basados en actividades de conocimiento intensivo que contribuyen a un ritmo acelerado de avances tecnológicos y científicos, así como a una obsolescencia rápida.

La evolución al crear conocimientos implica nuevos cambios de contenido y organización desde los años noventa, se ha generalizado el concepto de "sociedad del conocimiento" para destacar la importancia y uso que el conocimiento está teniendo en la economía y, en general, en la vida del hombre, principalmente con un uso productivo, que es un elemento clave del funcionamiento económico. ([Corona y Jasso, 2005](#)).

El Banco Mundial ha propuesto cuatro pilares fundamentales para la formación de una economía basada en conocimiento: 1) una fuerza de trabajo educada y con habilidades adecuadas, 2) la existencia de una infraestructura de información amplia y actual, 3) un sistema de innovación efectivo, y 4) programas institucionales que ofrezcan incentivos para la creación, disseminación y uso eficiente del conocimiento existente ([Suh y Chen, 2008, pp. 3-4](#)).

Actualmente las economías son más dependientes de la producción, distribución y uso del conocimiento, la economía del conocimiento proviene de aquel conocimiento necesario para traer a la realidad ideas nuevas, es decir, conocimiento para la innovación.

De acuerdo con el Banco Mundial, una de las condiciones para el proceso de desarrollo de una economía del conocimiento es la existencia de un sistema efectivo de innovación, el cual se constituye no sólo a partir de las organizaciones involucradas en la ciencia y tecnología como empresas, centros de investigación y universidades, más bien, desde un enfoque que busque orientar dichas capacidades a las necesidades y problemas locales ([Suh y Chen, 2008, p. 4](#)).

Una característica del conocimiento, al ser descubierto y hecho público, es que posee un costo marginal cero al agregar más usuarios de éste. De aquí que éste desafíe el concepto de escasez. Una característica adicional del conocimiento y la información que lo alejan de la teoría ortodoxa, cuando estos se ven como bienes comercializables, es que no poseen la característica de homogeneidad de los mercados competitivos: cada pieza de información es diferente de cualquier otra ([Stiglitz, 1999](#)).

Diversos autores reconocen los bajos niveles de innovación en México y Latinoamérica ([Lederman et al., 2014](#)), así como la baja inversión privada en investigación y desarrollo. Las investigaciones cuestionan si México se acerca o se aleja de una economía capaz de generar mayor valor agregado y conocimiento, en especial si se considera que el mayor tipo de empleo generado por la actividad económica nacional parece continuar con la tendencia del bajo valor agregado y basada en costos y no en conocimiento ([Navarro y Olivari, 2016](#)).

En México, la institución a cargo del desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación es el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) en donde se han implementado programas e incentivos de apoyo a empresas e instituciones con base en objetivos establecidos, por ejemplo, el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI) 2014-2018. Este programa se ha orientado a una perspectiva que busca motivar la oferta de innovación mediante la creación de capacidades ([Cimoli, 2013](#)), lo que se ha traducido en la generación de algunos productos y servicios de contenido tecnológico, dejando la comercialización de éstos en manos de mecanismos de planeación, y validación de mercados.

Resultan de interés los emprendimientos denominados de alto impacto. El logro de economías de escala y el origen tecnológico de la innovación se han identificado como elementos clave asociados al emprendimiento de alto impacto (Acs Z. J., 2008), poco se ha avanzado en el estudio de mecanismos que llevan a dichos emprendimientos a resultados escalables desde una perspectiva sistémica, más allá del comportamiento del individuo o de las condiciones que propician innovación (Acs Z.J., 2010).

2.2.2 Importancia de las empresas en la economía

La importancia de las empresas radica en el desarrollo productivo porque contribuye a la generación de empleo, introducen nuevos productos con un amplio mercado de comercialización, esto mejora la vida de las personas e incrementa la calidad de los productos en el mercado regional del que depende su actividad.

Sin embargo, entre más valor agregado y valor tecnológico tiene el producto, es más competitivo y valioso para la comunidad, región y hasta el país, es la razón por la que México debería desarrollar la competitividad de sus empresas para competir en el mercado internacional.

La importancia de las EBT es por el alto impacto en la economía, a pesar de que se requiere de una infraestructura costosa y de perfiles muy especializados la remuneración de estos no se compara a los que devenga un negocio de subsistencia, especialmente las empresas creadas por científicos y del sector biotecnológico.

2.3 Empresas de base tecnológica

Las Empresas de Base Tecnológica (EBT) son empresas que apuestan por la innovación mediante la investigación y desarrollo (I+D) las cuales desarrollan productos y servicios avanzados que mejoran la calidad de vida de la sociedad por los productos que ofrecen. La universidad adquiere significado en la formación de este tipo de empresa que invierten en el desarrollo de nuevos proyectos, estudios e investigaciones.

Las EBT son las precursoras en desarrollar nuevos descubrimientos dentro de un mercado específico a través de la aplicación e integración de conocimientos y tecnología (Boones, G., 2003). Los profesionales de estas empresas destacan por su formación en Doctorado es por eso que las EBT ofrecen empleo de calidad a profesionales expertos (Boones, G., 2003).

La importancia de las EBT en la sociedad está presente a través de proyectos en los que colaboran empresas y universidades en búsqueda de nuevos bienes y servicios, comprometidas con el diseño, desarrollo y producción de nuevos productos o procesos de fabricación innovadores, ocupan poco personal y ofrecen servicios con alto valor agregado (Cebrián et al., 2011).

Para estas EBT el financiamiento es crucial para promover programas de investigación donde los conocimientos adquiridos en la universidad son el principal activo para desarrollar el proyecto, normalmente estas empresas mejoran la economía, cultura y sociedad del lugar donde están ubicadas.

Por lo tanto, se puede definir a una EBT como una organización que tiene dentro de sus actividades fundamentales la I+D para la creación o desarrollo de productos, servicios o procesos innovadores con un soporte científico o tecnológico que impacten de manera positiva a la economía y el entorno donde se desenvuelvan, generalmente tienen un vínculo con universidades o centros de investigación para generar el conocimiento. Mientras comienzan su operación son pequeñas, pero después tienen un crecimiento exponencial, es común la transferencia de tecnología y el trabajo en redes; la vinculación con universidades y centros de investigación es necesaria para tener un alto valor agregado.

Para la creación de una EBT, tiene que haber una idea innovadora, seguida de un mercado al cual dirigirse y que sea viable, al encontrarse la oportunidad de mercado y la tecnología, se debe realizar un plan de negocios, mercadotecnia y producción, es vital que existan los recursos humanos adecuados y los recursos financieros suficientes.

Según [Fariñas y López \(2006\)](#) existen dos tipos de EBT conocidas como, *Spin Out* y *Spin Offs*. El primero hace referencia a empresas creadas por trabajadores con experiencia profesional en empresas grandes, que aprovechan dicha experiencia para desarrollar algún proyecto o idea creando su propia empresa, en ocasiones es la propia empresa la que segrega una división a la que transfiere derechos de propiedad intelectual y tecnología. El segundo tipo de proceso se refiere a empresas creadas por grupos de investigación de centros públicos de investigación y de universidades. ([Fariñas y López, 2006 p. 6-7](#)).

Un *Spin out* o *Spin off* es definido como empresa derivada, generalmente con un gran componente tecnológico, que se origina a partir de la decisión de una empresa u organismo matriz de establecer una unidad de negocio independiente para aprovechar una oportunidad de negocio identificada o desarrollada por ella; expresa la idea de nuevas actividades económicas creadas en el seno de empresas existentes que acaban adquiriendo dependencia y viabilidad propias, en términos de estructura jurídica, técnica y comercial ([Oiz y García, 1996](#)).

Cuando se crea una nueva EBT ya existe una tecnología no necesariamente probada, que puede tener un mercado potencial, generalmente los creadores de estas nuevas EBT ya han laborado esa tecnología y generan una idea de negocio para aplicarla comercialmente, gestando así la nueva EBT.

Estudios internacionales indican que las EBT son más dinámicas que el resto de las empresas, así mismo, el crecimiento en las ventas y las fuentes de empleo es mayor que el de las otras empresas tradicionales. ([Fariñas y López, 2006](#)).

Las EBT tienen una evolución y ciclo de vida diferente a las empresas tradicionales, porque el desarrollo del producto requiere de más tiempo y capital, necesitan de un respaldo de investigación y desarrollo, una infraestructura adecuada como laboratorios o centros de investigación, se necesita mucho más dedicación que una empresa común, sin embargo, el tipo de producto que ofrece esta nueva empresa tiene un mayor impacto en el desarrollo económico y social de la comunidad, región y hasta el país, además de ser una organización con tendencia a permanecer por más tiempo.

2.3.1 Emprendimiento basado en ciencia y tecnología

En lo que se refiere a mercados globales como elementos de demanda, poca atención se le ha dado al estudio del emprendimiento internacional desde países en desarrollo, especialmente el proveniente de América Latina ([Felzensztein et al., 2015](#)). Existen muchas preguntas sobre la forma en cómo las Pymes y *startups* se internacionalizan, ya sea como exportadores, SMEs globales o micro-multinacionales ([Gabrielsson et al., 2014](#)), considerando además que la mayoría de las Pymes no innovan ([Love y Roper, 2015](#)).

El desarrollo de emprendimientos de tipo científico y tecnológico representan uno de los mejores caminos para la generación de una economía del conocimiento ([Hilbert M. y Katz J., 2003](#)). El cambio de paradigma tecnológico crea nuevos mecanismos generadores de oportunidades, “El surgimiento de cada paradigma conlleva cambios radicales que crean y definen una nueva frontera de conocimientos y prácticas óptimas” ([Jasso, 2005](#)), involucrando mercados, financiamiento y esquemas de colaboración internacionales, lo que resulta en emprendimientos de alto impacto, como han sido los casos significativos de Internet y el GPS (Ground Positioning System). Estos cambios deben ser aprovechados por la sociedad, empresarios y gobierno mexicano para generar una economía y sociedad exitosa en conocimiento e innovación, por la importancia al incentivar la innovación, la ciencia y la tecnología para la solución de problemas relevantes para México.

2.3.2 Limitantes psicológicos y sociológicos para el emprendimiento

Para [Kuhn, T. \(1962\)](#) un paradigma es “Conjunto de conocimientos, técnicas, procedimientos y valores tácitos generalmente aceptados por una determinada comunidad científica en un tiempo y contexto histórico determinado”

Para Adam Smith en su libro “Los poderes de la mente” publicado en 1979 menciona que “Un conjunto de suposiciones. El paradigma es la manera de cómo percibimos el mundo; agua para el pez. El paradigma nos explica el mundo y nos ayuda a predecir su comportamiento” ([Barker, J. 1995, p. 35](#)).

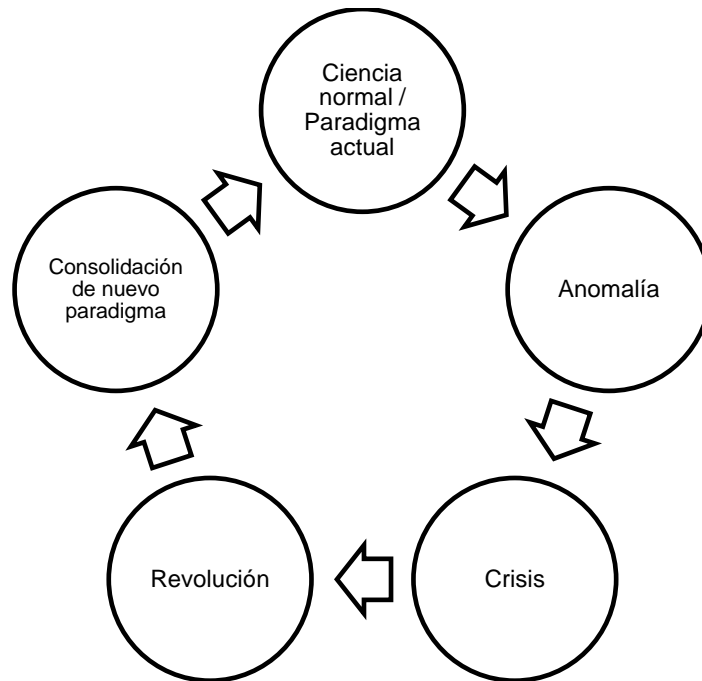
[Barker, J. \(1995\)](#) define al paradigma como “un conjunto de reglas y disposiciones (escritas o no) que hace dos cosas: la primera; establece o define límites, y la segunda indica cómo comportarse dentro de los límites para tener éxito” (p. 35)

[Kuhn, T. \(1962\)](#) Prepara al estudiante para entrar a formar parte como miembro de la comunidad científica particular con la que trabajará más tarde. Debido a que se reúne con hombres que aprenden las bases de su campo científico a partir de los mismos modelos concretos, su práctica subsiguiente raramente despertará desacuerdos sobre los fundamentos claramente expresados, por lo tanto, para Kuhn la rutina no despierta el pensamiento crítico.

Según [Kuhn, T. \(1962\)](#) el proceso de los paradigmas: inicia con el paradigma actual o Ciencia normal, después se presentan una serie de anomalías que el paradigma actual no puede explicar, esto conlleva a una crisis en el sistema, dando paso a una revolución con el cambio de perspectiva por los integrantes de la comunidad y finalmente se consolida el nuevo paradigma, como se muestra en la figura 2.

Para [Kuhn, T. \(1962\)](#), la Ciencia normal, “es una empresa altamente acumulativa que ha tenido un éxito eminente en su objetivo, la extensión continua del alcance y la precisión de los conocimientos científicos.” Por otra parte, la anomalía es “reconocimiento de que en cierto modo la naturaleza ha violado las expectativas, inducidas por el paradigma, que rigen a la ciencia normal”. El termino crisis “debilita las reglas de resolución normal de enigmas... se inician con la confusión de un paradigma y el aflojamiento consiguiente de las reglas para la investigación normal.”

Figura 2. Proceso de establecimiento de los paradigmas



Fuente: Elaboración propia con base en [Kuhn, T. \(1962\)](#)

Cuando la profesión no puede pasar por alto ya las anomalías que subvierten la tradición existente de prácticas científicas se inician las investigaciones extraordinarias que conducen por fin a la profesión a un nuevo conjunto de compromisos, una base nueva para la práctica de la ciencia...Y todas las crisis concluyen con la aparición de un nuevo candidato a paradigma y con la lucha subsiguiente para su aceptación.

La revolución “modifica la perspectiva histórica de la comunidad que la experimenta, entonces ese cambio de perspectiva deberá afectar la estructura de los libros de texto y las publicaciones de investigación posteriores a dicha revolución.”

Se consideran como aquellos episodios de desarrollo no acumulativo en que un antiguo paradigma es reemplazado, completamente o en parte, por otro nuevo e incompatible.

La transición consiguiente conduce a un nuevo paradigma la cual es la revolución. El nuevo paradigma implica una definición nueva y más rígida del campo. Quienes no deseen o no sean capaces de ajustar su trabajo a ella deberán continuar en aislamiento o unirse a algún otro grupo.

Kuhn, T. (1962) menciona que existen dos factores característicos de los paradigmas que son los psicológicos; es decir sesgos de confirmación como límites de los pensamientos son los límites de nuestros paradigmas, y los sociológicos donde el papel de la comunidad científica acepta el paradigma con mayor poder explicativo.

Kuhn, T. (1962) menciona que “El desarrollo científico no es evolutivo, es revolucionario” (disruptivo). Por otra parte, Jasso (2005) menciona que “El surgimiento de cada paradigma conlleva cambios radicales que crean y definen una nueva frontera de conocimientos y prácticas óptimas”.

Menzies (2012) estudió la capacidad empresarial científica en Nueva Zelanda y considera que existen paradigmas, por ejemplo, el punto de vista popular que los científicos no pueden ser empresarios (p. 43). El emprendimiento científico contempla distinciones entre ciencia y comercio (e investigación básica y aplicada) y la adopción de nuevos modelos mentales que expanden las superposiciones entre ciencia y emprendimiento (p. 47). Menzies argumenta que el espíritu empresarial juega un papel importante en la creación de empleos debido a que aumenta la productividad y el crecimiento económico (p. 53). Argumento que coincide con la investigación de Padilla-Meléndez et al. (2014), donde menciona que el espíritu emprendedor juega un papel importante en la creación de empleo, ganancias en productividad y crecimiento económico (p. 2)

2.4 La Ciencia biotecnológica

La palabra biotecnología fue acuñada en 1919 por Karl Ereky, un ingeniero húngaro, que hace referencia a una combinación técnica de las palabras biología y tecnología que ha sido utilizada para referirse a los métodos y técnicas que permiten la producción de sustancias de materias primas con la ayuda de los organismos vivos (Fári y Kralovánszky, 2006).

Sin embargo, el concepto de biotecnología se dio a conocer por Nathan Rosenberg como:

"La biotecnología tiene su gran desarrollo desde el último tercio del siglo XIX con la brillante creación científica de bacteriología de Pasteur, la cual incrementó vastamente el nivel de especialización en el mundo de la medicina" ([Rosenberg, N. 2009 pp.275-276](#)).

Por otra parte, una definición estándar de la biotecnología se alcanzó en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en 1992 por parte de la Organización de las Naciones Unidas:

"Biotecnología se entiende a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos y procesos para usos específicos" ([ONU, 1992, p. 3](#)).

El desarrollo científico tecnológico avanza con gran rapidez, cada una de sus áreas experimenta cambios importantes que permite mejorar la innovación y desarrollo.

En el caso de la ciencia biomédica, "a partir del siglo XIX al implantarse la biomedicina, que se extendió a todos los países y sociedades, con énfasis en un enfoque mono causal (biológico) de la salud y de la enfermedad, recorriendo un exitoso camino que ha conducido a su globalización." ([Escobar, J., 2010](#)).

Se considera que "los costos que conllevan las investigaciones biomédicas, ligados a los sistemas de salud que intentan llevar sus beneficios a todos los seres humanos, implican inevitables aspectos y fundamentos económicos y políticos que la profesión médica sola no puede disponer y distribuir, y por tanto pierde el monopolio característico desde el origen mismo de las profesiones y comparte en múltiples factores intervinientes su distribución y aplicación justas" ([Escobar, J., 2010](#)).

Por otro lado, “La internacionalización de la investigación es un hecho que se extiende en todos los países del mundo debido a las necesidades de mayor colaboración que exige la ciencia actual, la desaparición de barreras, la disposición de nuevas tecnologías y las recientes políticas gubernamentales en la promoción de la ciencia y la tecnología” (García, E., et al., 2005) además, implica que los profesionales de ciencias de la salud deben desarrollar competencias y capacidades especiales que les permitan establecer nexos dinámicos entre las ciencias básicas y su práctica profesional. (Rodríguez et al., 2018)

Por ejemplo, Vega, R. (2013) menciona que algunos países que tenían un nivel de desarrollo comparable al de México en la década de los 80, en el siglo pasado, han basado su crecimiento económico en el desarrollo de biotecnología, como el caso de: Canadá, España, Italia, Corea del Sur y Cuba, los cuales han desarrollado industrias con importantes éxitos comerciales provenientes de la biotecnología.

Actualmente hay gran interés en esta área ya que los dirigentes de los países se han dado cuenta que el “*Know how*” es el que genera más valor en la cadena económica productiva y se han preocupado por la capacitación de nuevo capital humano, compitiendo entre sí, limitando y hasta bloqueando la entrada en grandes mercados internacionales a las pequeñas empresas competidoras, convirtiéndose en monopolios impenetrables, como lo menciona Iñesta y Oteo (2011) las grandes farmacéuticas operan en el sector salud en los sistemas sanitarios; los políticos y autoridades reguladoras, marcan sus actuaciones y preferencias para adquirir o retener el poder y la relación entre industria y política (p. 2719) controlan el sector mediante pacientes, organizaciones, departamentos de salud, organismos reguladores, gerentes, investigadores, instituciones benéficas y las Organizaciones no Gubernamentales (ONG), medios académicos y universitarios, medios de comunicación, organizaciones de cuidados de salud, sistema escolar y educativo y partidos políticos (p. 2720).

Generalmente, el futuro se construye sobre el pasado; no obstante, predecir cuál será el futuro de la economía y de la sociedad, tomando como referencia esta época no sería certero, no es posible predecir el futuro a partir de la mera extrapolación de las tendencias anteriores, lo cual puede ser contraproducente, por eso, se debe investigar con más detenimiento de la trayectoria que México debería seguir, para poder tomar mejores decisiones.

Sin embargo, llegar a innovaciones exitosas en los países en desarrollo es sumamente complejo. Se requiere no solamente una comprensión del nuevo paradigma tecno-económico, también poder prever las posibles respuestas de los países industrializados para previsualizar el clima general del marco internacional del futuro, en la mayoría de los casos existe una gran escasez de recursos financieros y muchos problemas sociales, por esa razón, se debe incrementar la probabilidad de éxito mediante más información y comprensión del fenómeno, para la correcta toma de decisiones.

Por esa razón, se debe analizar desde aspectos básicos, como el financiamiento de recursos, la ubicación, el tamaño, los factores culturales y ambientales, así como las áreas en las cuales se ha alcanzado ya un cierto desarrollo relativo y reevaluar la brecha biotecnológica actual de México.

2.4.1 Clasificación e importancia de la biotecnología

El potencial biotecnológico para contribuir al aumento de producción de los alimentos, mejorar la salud humana y animal, mitigar la contaminación y proteger el medio ambiente fue reconocido en la Agenda 21 ([CNUMAD, 1992](#), [ONU, 1992](#)) del programa de trabajo adoptado por la Conferencia de 1992 de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en Río de Janeiro, la cual tiene la finalidad de apoyar iniciativas que construyeran un modelo de desarrollo sostenible para el siglo XXI, donde la biotecnología podría contribuir en el cumplimiento de esos objetivos.

En relación con la evolución de la biotecnología [Vega, R. \(2013\)](#) menciona que existen acontecimientos importantes que han ocurrido, primero, instituciones globales como Monsanto y su influencia en el sistema de comercio internacional se han convertido en un tema central de debate, segundo, los productos de biotecnología han hecho su debut en el mercado internacional, y ahora es posible evaluar el desempeño de la biotecnología en la economía global, tercero, los avances en biología molecular señalan la posibilidad de una nueva generación de productos y servicios que no eran imaginables hace una década, finalmente existe la promesa, las perspectivas y los retos asociados con la introducción de la biotecnología industrial y ambiental en la economía global (p. 38)

[Vega, R. \(2013\)](#) menciona que para los países en vías de desarrollo como es el caso de México, corresponde desempeñar un papel importante en lo que es claramente un campo emergente, que implica la aplicación más amplia de biotecnologías modernas en áreas como la agricultura, la medicina y la industria (p. 38).

El valor de la biotecnología es grande e importante ya que las sustancias biológicamente activas como antibióticos, vitaminas y enzimas donde la síntesis microbiológica obtenida, se puede utilizar ampliamente en la medicina, la agricultura, la industria alimentaria, la luz, entre otros ([Vega, R., 2013, p. 39](#)).

[Vega, R. \(2013\)](#) menciona que el desarrollo biotecnológico es atractivo porque puede resolver los problemas principales de la humanidad como la salud y el medio ambiente, asegurar la alimentación y las fuentes de energía e impulsará nuevas fuentes de desarrollo económico (p. 39).

[Vega, R. \(2013\)](#) menciona que después de la Segunda Guerra Mundial se encontraron nuevas variedades biológicas, con la emergencia y crecimiento de otras ciencias naturales, como la física, la química y las matemáticas, lo que hizo posible describir los procesos de la vida a un nuevo nivel cualitativo enfocado en la célula y las interacciones moleculares, ligado a la investigación de campo de la producción industrial de bienes y servicios con la participación de organismos vivos y sistemas biológicos del proceso.

Para esta investigación, la unidad de estudio del área biomédica será considerada como biotecnológica por como lo refieren [Díaz y Rodríguez \(2016\)](#) donde la biotecnología de tercera y cuarta generaciones han sido motivadas por la necesidad de adquirir nuevos tratamientos médicos, lo cual aporta contribuciones excepcionales a la medicina humana y favorece el avance de la ciencia. Los autores mencionan que los avances en el campo de la biotecnología, especialmente del proyecto genoma humano, el desarrollo de la investigación científico-técnica, además de una serie de estrategias y tecnologías novedosas como las denominadas ómicas (genómica, proteómica y farmacogenómica, entre otras), así como la bioinformática, han iniciado un proceso de transformación en el que la acción terapéutica se centra sobre el paciente (individuo) que sufre una enfermedad, más que sobre la enfermedad sufrida por el paciente ([Díaz y Rodríguez, 2016](#)). Donde el elemento fundamental es el individuo, de ahí que esa individualidad ha implementado la llamada medicina personalizada que persigue sus objetivos desde una perspectiva individualizada, pero no para cada persona, para grupos de individuos con características genéticas similares (tratamientos segmentados) ([Díaz y Rodríguez, 2016](#)).

2.4.2 La biotecnología en el mundo

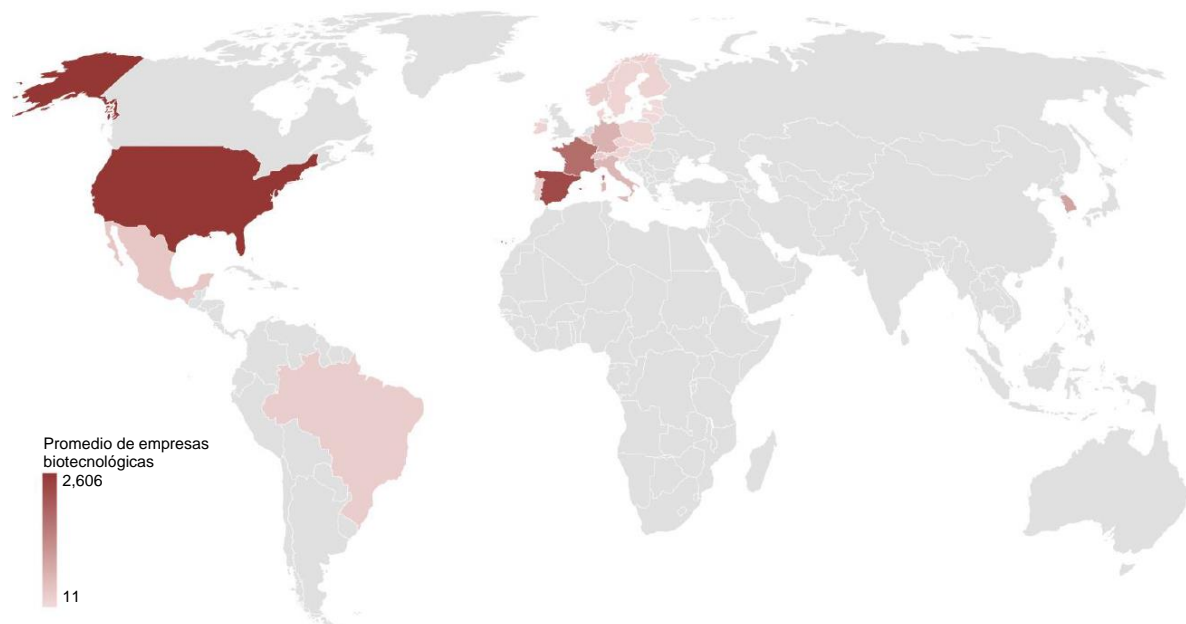
En el ámbito internacional, la biotecnología es la plataforma de conocimiento y aplicación que ha generado una industria que se ha constituido como fuente creciente de riqueza y de empleos, las principales áreas de aplicación industrial y comercial de la biotecnología son: la agricultura, el medio ambiente y la salud. Estas áreas no solo constituyen un campo activo de investigación y generación de nuevo conocimiento, más bien, un motor económico que permite la creación de empresas a partir de la innovación en el corto plazo, creando cadenas de producción en las que la innovación es el principal elemento.

Una empresa biotecnológica se considera innovadora por realizar I+D (Investigación y Desarrollo) o por introducir productos o procesos nuevos de biotecnología en el mercado.

La base de la competencia entre los países es impulsar el sector científico; tal como mencionan Hine y Kepeleris: “La innovación en biotecnología, es la capacidad de generar nuevas tecnologías y procesos, constituye el eje central del desarrollo de la biotecnología productiva” (Hine y Kepeleris 2006).

En la figura 3, se puede apreciar la distribución de empresas biotecnológicas en el mundo que tienen como actividad económica central a la biotecnología, además de quienes desarrollan una actividad productiva derivada de dicha tecnología, que está ligada al consumo o a las necesidades poblacionales y es un indicador que se utiliza para comparar la innovación entre los países.

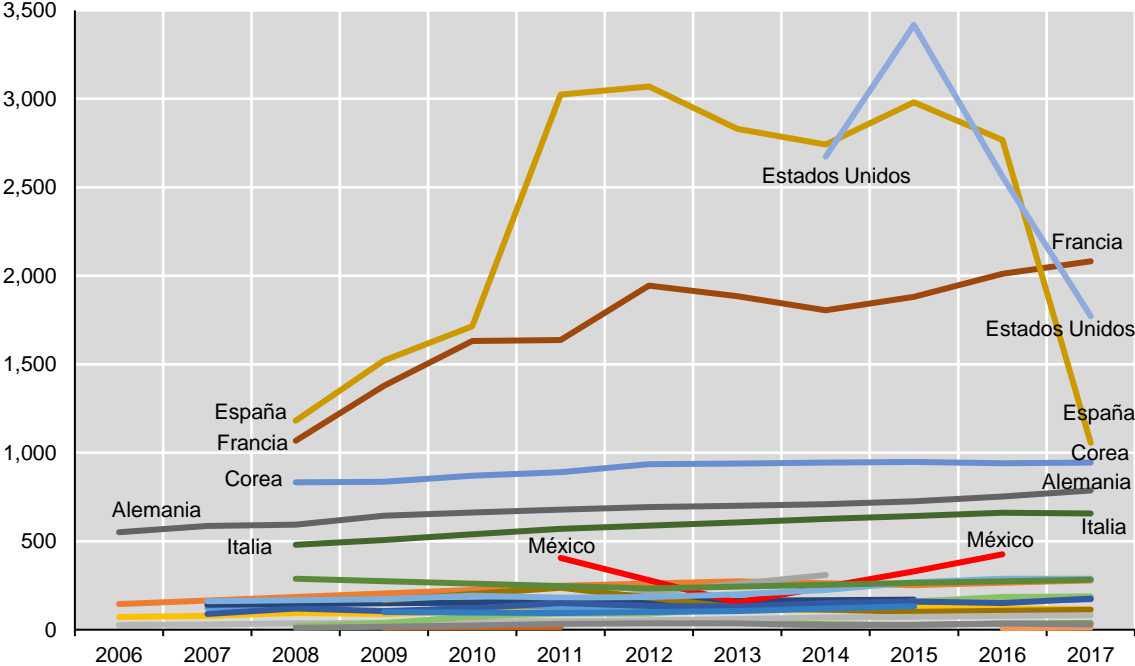
Figura 3. Mapa de la distribución de empresas biotecnológicas en el mundo



Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE (2019)

En la Gráfica 1 y 2 se muestran los principales países en la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) involucrados en materia biotecnológica, algunos de ellos son productores, innovadores o simplemente investigadores de esta área científica, la información se extrajo de la página de la OCDE en la sección de Key Biotech Indicators publicado en octubre de 2019. La fuente de información menciona que cada país define las características de lo que considera como una empresa de biotecnología lo cual varía dependiendo del país, por ejemplo, Brasil considera 10, México 20 y hasta 500 empleados, pero su actividad principal es la biotecnología.

Gráfica 1 Cantidad de empresas biotecnológicas del 2006 al 2017



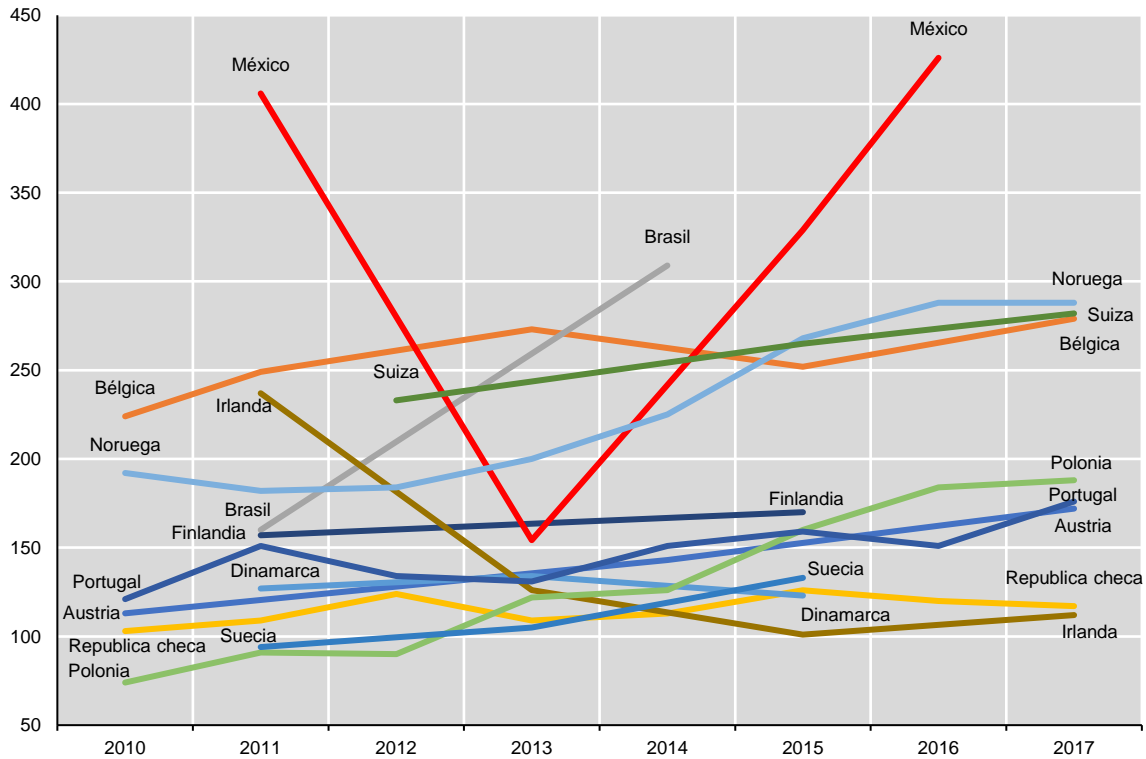
Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE (2019)

En la gráfica 1, se pueden apreciar tres grupos de empresas; dinámicas, con crecimiento sostenido y seguidores, el primer grupo lo integran Estados Unidos, España y Francia. Estados Unidos encabeza el sector de la biotecnología con un promedio de 2,606 empresas, a pesar de ello, en 2014 registró 2673, en 2015 llegó a la cúspide con 3418 empresas y en 2017 disminuyó a 2562 y en 2017 su sector se redujo a solo 1,772 empresas, esto muestra una tendencia a la baja, que posiblemente se verá registrado en posteriores publicaciones de informes debido a la crisis económica por la cual está atravesando. La segunda posición del primer sector lo ocupa España con un promedio de 2,289 empresas, donde del 2008 al 2011 casi triplicó su industria y del 2011 al 2016 disminuyó solo 300 empresas, pero del 2016 al 2017 disminuyó las empresas que consolidó, conservando únicamente 1056 empresas, indica que el pronóstico de la industria biotecnológica en España se está compactando. En la tercera posición del grupo dinámico se encuentra Francia con un promedio de 1,732 empresas. La cual en un periodo de 9 años ha logrado duplicar su industria y mantenerse con un crecimiento gradual.

El segundo grupo de crecimiento sostenible a lo largo del tiempo son: Corea con 908 empresas, Alemania con 674 e Italia con 588, y como se puede apreciar en la gráfica 1, los tres tienen un crecimiento paralelo muy similar, mientras Corea creció 13% en 9 años, Alemania consiguió casi 43% en su industria en 11 años e Italia casi 37% en nueve años. Se podría decir que de este grupo el mejor resultó ser Alemania seguido de Italia y al final Corea.

En tercer lugar, están los seguidores que se puede apreciar a detalle en la gráfica 2, que son los países que están invirtiendo en el sector de una forma activa, sin despuntar a nivel internacional. La gráfica la encabeza México con un promedio de 329 empresas, seguido de Suiza con 267, Bélgica con 237, Brasil con 235, Noruega con 216, Finlandia con 156, Irlanda con 149, Austria con 139, Portugal con 135, Dinamarca con 133, Polonia con 109, Suecia con 108, República Checa con 105, Lituania con 53, Estonia con 37, Eslovenia con 27, República Eslovaca con 14 y Letonia con 11.

Gráfica 2. Detalle de cantidad de empresas biotecnológicas del 2010 al 2017



Fuente: Elaboración propia con datos de [OCDE \(2019\)](#)

Para la elaboración de la gráfica 2, se eliminaron 4 países (Estonia, Letonia, República Eslovaca y Eslovenia), por tener menos de 50 empresas y también se limitó al periodo del 2010 al 2017 para poder tener una mejor apreciación. Para esta gráfica se pueden apreciar que en los seguidores hay dos grupos que destacan con industria grande y mediana, además de dos casos particulares México y Brasil. En el caso del grupo con industria grande en el periodo de 2010 al 2017 está Noruega con un crecimiento del 50%, Bélgica con el 24 % y Suiza con el 21%. Por lo tanto, para este grupo y este periodo Noruega es el que ha tenido un mejor crecimiento en este periodo. En el segundo grupo esta Polonia, Finlandia, Portugal, Austria, Suecia, República Checa y Dinamarca los cuales han tenido un crecimiento sostenido, sin embargo, Irlanda es el único país en el que la industria se ha compactado más del 50 % pasando de 237 empresas en 2011 a 112 en 2017. En el caso de Brasil sólo se cuentan con datos del 2011 donde registró 160 empresas y en 2014 con 309, es interesante que en tres años casi duplicó su industria.

México se aprecia en la gráfica 1 como la séptima industria más grande y en la gráfica 2 el más grande, sin embargo, en los datos existe una inconsistencia ya que en 2011 registró 406 empresas, en 2013 fueron 154, en 2015 fueron 329 y en 2016 con 426, donde del 2011 al 2013 indica que se perdió el 62% de la industria en un periodo de dos años casi más de la mitad de las industrias pero en 2016 registra 426 empresas, indica que se recupera y tiene un crecimiento del 2011 al 2016 del 5%.

Las patentes son importantes para la innovación: “Innovar es hacer algo nuevo que mejora un producto, un proceso o un servicio. Muchas innovaciones pueden protegerse mediante derechos de propiedad intelectual” (OMPI, 2019). Ayudan, reconocen y premian la labor de los inventores, benefician a la sociedad al comprar nueva tecnología en el mercado, financiar nuevas actividades de investigación y desarrollo (I+D) en el campo de la tecnología, transforman los conocimientos técnicos de los inventores en activos comercializables, además las pequeñas empresas que tienen patentes son más atractivas para los inversionistas. Propiciar la aparición de nuevas ideas y de nuevas invenciones, puede impedir que terceros obtengan provecho a costa de los esfuerzos del inventor, además de obtener datos útiles sobre los ámbitos en que hay actividad de I+D en el campo de la tecnología y sobre quiénes la llevan a cabo (OMPI, 2019).

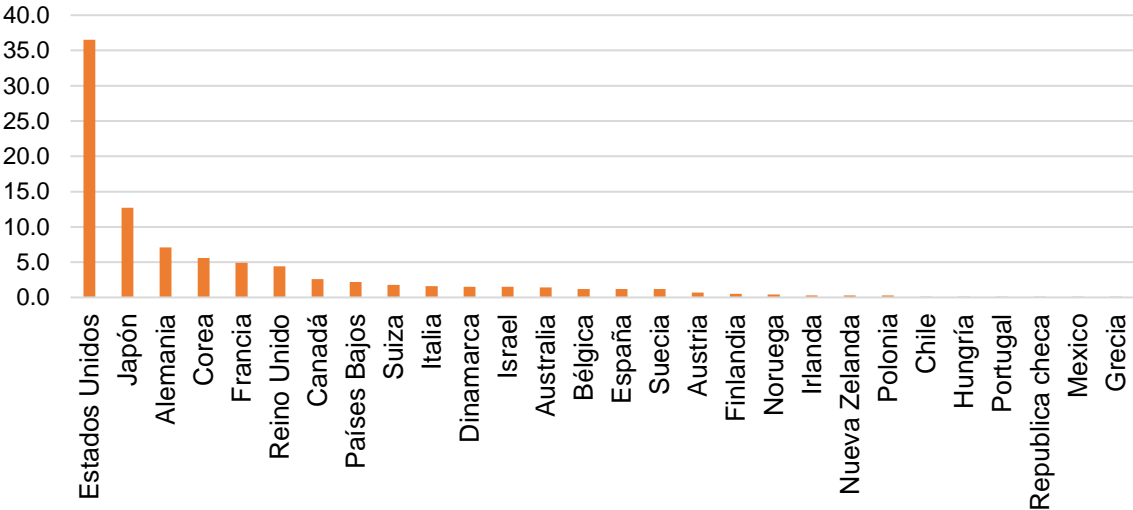
Para comparar los indicadores de patente se consultó la información de la página de la OCDE en la sección de Key Biotech Indicators publicado en octubre de 2019, con ésta se elaboró la gráfica 3 y 4. Con la participación de las economías en patentes relacionadas con la biotecnología (basadas en la nueva definición de biotecnología, países de la OCDE, 2000-17).

Comparando la gráfica 1 con la gráfica 3 se puede mostrar si la cantidad de empresas se ve reflejada con la cantidad de patentes, sin embargo, se puede apreciar que la cantidad de empresas no es sinónimo de calidad comparado con la participación de las patentes.

En cuanto al primer grupo dinámico por la cantidad de empresas, se puede apreciar en la gráfica 3, que Estados Unidos se mantiene como líder en el sector con 2,606 empresas y un promedio de 36.5 patentes relacionadas con la biotecnología, en el caso de España con 2,289 empresas tiene un promedio de 1.2 patentes, que la coloca en la décimo quinta posición. En el caso de Francia que tiene un promedio de 1,732 empresas con un promedio de 4.9 patentes se coloca en la quinta posición.

Gráfica 3. Participación de las economías en patentes biotecnológicas

Familias de patentes IP5, porcentajes basados en recuentos fraccionarios



Fuente: Elaboración propia con datos de [OCDE \(2019\)](#)
IP5 patent families, percentages based on fractional counts

En relación con el segundo grupo de crecimiento sostenible esta Corea con un promedio de 908 empresas y un crecimiento de 13% en 9 años, donde alcanzó el cuarto lugar con un promedio de 5.6 patentes, Alemania con 674 empresas y un crecimiento de 43% de su industria, en nueve años generó un promedio de 7.1 patentes y se coloca en tercera posición e Italia con 588 empresas y un crecimiento de casi 37 % en nueve años alcanzó 1.6 patentes y se coloca en décima posición.

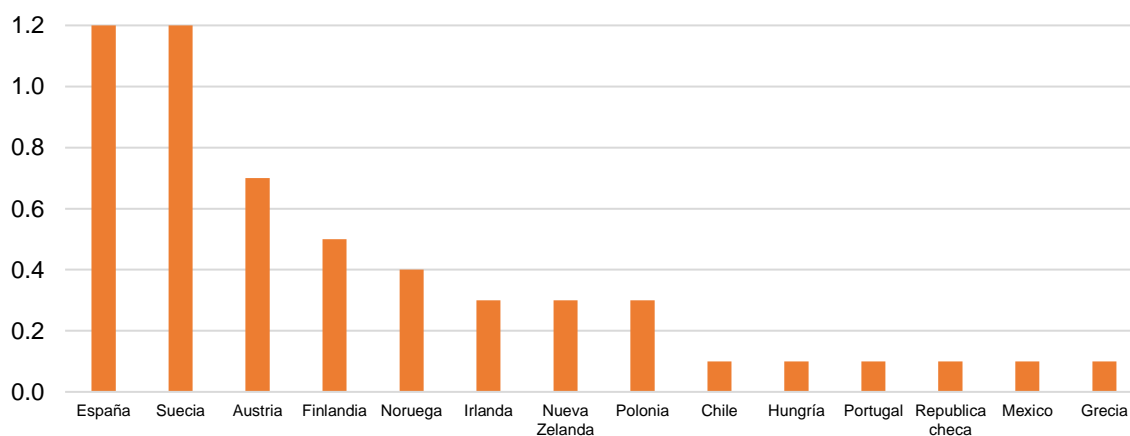
En la gráfica 4 se puede apreciar el caso de México con un promedio de 329 empresas con un crecimiento de 5% de su industria y el que tiene a la séptima industria biotecnológica más grande únicamente tiene un promedio de 0.1 patentes que lo colocan en la vigésimo séptima posición.

Por lo general los países, gobiernos, empresas e industrias invierten en I&D+I (Investigación, Desarrollo e Innovación) no sólo para el avance académico o social, principalmente con intereses en incrementar su desarrollo económico y comercial. Esa es la razón por la cual las universidades de todo el mundo han desarrollado grupos académicos, programas de posgrado y centros tecnológicos de biotecnología, ya sea estrictamente enfocado a investigación y desarrollo en el tema, o bien a la investigación en áreas de biociencias aplicadas a la biotecnología, con el fin de la preparación de capital humano, de profesionales y científicos con competencias dirigidas hacia la economía del conocimiento.

Las universidades más destacadas en Estados Unidos, Canadá y Europa, así como las principales universidades de América Latina, Asia y Australia, han generado programas académicos que preparan a los tecnólogos e investigadores en biotecnología que después se insertarán en el sector productivo.

A nivel internacional, la biotecnología ha pasado de ser una actividad innovadora impulsada por la ciencia académica, compuesta por un gran número de pequeñas empresas tecnológicas, a una actividad en la que la tecnología es sólo uno de los factores necesarios para lograr el éxito comercial y en donde las grandes empresas transnacionales dominan la escena rápidamente y han comenzado a absorber las nuevas empresas biotecnológicas exitosas ([López-Martínez, et al., 1998, p. 229](#))

Gráfica 4. Participación de las economías en patentes biotecnológicas
Familias de patentes IP5, porcentajes basados en recuentos fraccionarios



Fuente: Elaboración propia con datos de [OCDE \(2019\)](#)

2.4.3 La biotecnología en México

Como se ha mencionado anteriormente, México es un país altamente manufacturero y la transición de dicha actividad hacia la incursión científica y su establecimiento no ha avanzado a la velocidad que muchos científicos e instituciones educativas quisieran. Aunado a esto:

“La ciencia en México, como en la mayor parte del mundo, es una ciencia fragmentada por la especialización que requiere de integración y visión con objetivos claros para satisfacer los más altos intereses de la(s) nación(es). Debe ser una ciencia que entienda los principales problemas del país y del mundo globalizado, en un contexto integral y transdisciplinario que repercuta en el bienestar, la seguridad y la salud de la humanidad.”
([Lavalle, 2012, p.403](#))

José Ibarra, considera que “La innovación es la pieza fundamental en el camino a la competitividad, la fórmula que puede dar una mayor fluidez a nuestros sistemas de innovación es la creación de un entorno en el que la academia, el gremio empresarial y el gobierno interactúen en forma natural y sostenida. La armónica interacción entre estos tres elementos propiciará necesariamente el surgimiento de un país más competitivo y con mayores posibilidades ante el fenómeno de la globalización científica.” ([Ibarra J., 2010, p.1](#))

Así mismo, “Se requiere además desechar los añejos dogmas sobre el papel de la ciencia en la sociedad, se requiere identificar los objetivos puntuales (sectoriales y regionales) que permitan enfocar los esfuerzos, desarrollar las estrategias operativas, establecer los planes a corto, mediano y largo plazos (atados por supuesto a los planes de inversión), formar los recursos humanos necesarios, establecer una vinculación efectiva y productiva entre las universidades y las empresas, resolver los impedimentos de gobernanza que muestra el actual sistema de CTI para facilitar la coordinación entre sectores y regiones; se requiere resolver la problemática normativa, sobre todo en el medio académico, que dificulta la vinculación entre las universidades y las empresas, por mencionar sólo algunas acciones.” ([FCCyT, 2010, p.8](#))

Otro aspecto fundamental, del por qué el desarrollo científico en México no ha progresado con mayor facilidad lo explica la física Julia Tagüeña Parga, actual coordinadora del Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC (FCCyT) “Si se juzga la importancia de la ciencia y la tecnología a partir de la asignación del presupuesto, ningún gobierno ha logrado llegar al uno por ciento del PIB, lo que se considera el mínimo imprescindible para que impacte el desarrollo del país. Sería fundamental que hubiera alguna disposición en la ley de ciencia y tecnología que no permitiera que bajara, además de que se cumpliera el mandato constitucional de invertir al menos el uno por ciento” (Sánchez V., 2019).

Como se presentó, son múltiples los factores que en México se tienen que modificar para poder consolidarse como un país de vanguardia en cuanto a innovación y desarrollo científico biotecnológico.

2.4.4 Aportación al desarrollo científico en la UNAM

La Universidad Nacional Autónoma de México ha tenido una participación continua en el campo del desarrollo científico, sus aportaciones a lo largo de su historia han contribuido a su crecimiento y consolidación como institución y más aún, ha favorecido el progreso del país en materia científica. Lo anterior queda de manifiesto en su misión regida por tres factores fundamentales:

“Primero, su carácter público por su origen y pertenencia; por los valores colectivos que encarna y porque en ella convergen diversas clases sociales y culturas del país, es un espacio en el que se cultiva la democracia. Su contribución académica se dirige a la búsqueda de soluciones a los problemas más apremiantes de la sociedad y participa en el fortalecimiento de las instituciones públicas de educación superior de los estados, e impulsa polos de desarrollo y vínculos locales para beneficio regional.

Segundo, las tendencias de la investigación a nivel internacional están en función de los proyectos que se busca sean interdisciplinarios, desarrollados en equipos de diversas instituciones, e incluso con la participación de diferentes naciones. Lo cual se ha visto promovido e incluso favorecido por el desarrollo de las tecnologías y los avances en el intercambio de experiencias de algunas comunidades científicas, de ahí que los científicos hablen de una ciencia sin frontera.

Tercero, las condiciones actuales para el desarrollo de la ciencia son inmejorables, adecuadas [...] a la altura de grandes institutos científicos” (Alvarado, M, y Carrillo, L., 2008).

De acuerdo con la Dirección General de Divulgación de la Ciencia,

“La UNAM ha expandido las fuentes y los medios que proporcionan, como complemento a los materiales de divulgación, información noticiosa a los medios periodísticos como los Boletines (de la Dirección General de Comunicación Social), Gaceta UNAM, Gaceta Biomédicas (del Instituto de Investigaciones Biomédicas) entre otros. Aunado a este esfuerzo, la DGDC puso en funcionamiento, desde enero de 2005, la Unidad de Periodismo de Ciencia como parte de su estrategia de difusión masiva de la ciencia, y edita la colección “Divulgación para Divulgadores”. En el ámbito de los museos de ciencia la UNAM cuenta además con el Museo de las ciencias Universum, el Museo de la Luz, y el Museo de Geología, del Instituto de Geología. Hay que resaltar también el Jardín Botánico, del Instituto de Biología, así como muchas colecciones de historia natural. Dentro de los llamados medios de comunicación masiva, la radio y la televisión, la UNAM cuenta con ambos canales y en ellos se presentan programas de ciencia, como son las Cápsulas de ciencia y Ciencia ¿para qué?, de la CIC. También la DGDC tiene programas de radio, como Imagen en la Ciencia y Por pura curiosidad.” (Tagüeña, J., Rojas, E. y Reynoso, I., 2006)

Así mismo, como destacó René Drucker Colín, excoordinador de Investigación Científica de la UNAM, “Una de las más grandes fortalezas de la UNAM es precisamente el Subsistema de la Investigación Científica, los resultados de la investigación valorados desde la perspectiva cuantitativa son reveladores de un quehacer científico destacado, y si le agregamos la valoración cualitativa que puede advertirse a través de los múltiples reconocimientos y premios a esta comunidad, la calidad de sus investigadores resulta indudable. Con frecuencia se señala que este subsistema genera una parte sustancial de la investigación científica en México...” (CIC UNAM, 2007)

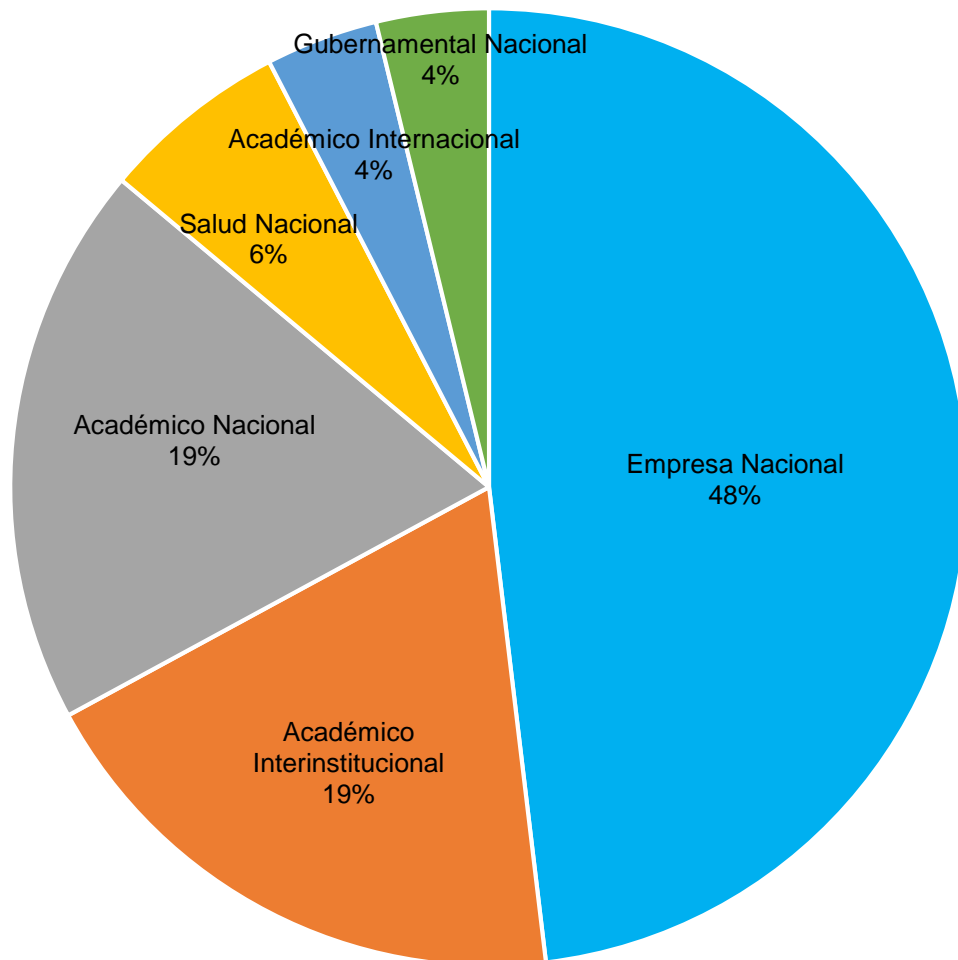
No obstante, la UNAM y otras instituciones de educación afrontan problemáticas similares en el área científica de investigación y desarrollo, sobre todo en el hallazgo de nuevos conocimientos como lo destaca la Dra. María Guadalupe Calderón Martínez en el libro la Gestión de Patentes Universitarias, el caso de la UNAM, donde menciona que “la escasa demanda de la industria frente a la investigación que se desarrolla en las universidades, la baja propensión de los empresarios para acometer proyectos que impulsen el avance tecnológico de la industria mexicana, donde un área de oportunidad podrían ser las Pymes si éstas contaran con los recursos y la asesoría necesaria para comercializar sus productos.” (Calderón, M., 2013).

2.4.4.1 La Investigación en el Instituto de Investigaciones Biomédicas

Ante la necesidad de una participación más activa en el escenario de investigación científica en el área Biomédica nacional, surge en la UNAM el Instituto de Investigaciones Biomédicas (IIBo) como se le conoce actualmente. Su historia comienza en 1941 en la Antigua Escuela de Medicina con el nombre de Laboratorio de Estudios Médicos y Biológicos. Años más tarde, en 1954 se trasladó a Ciudad Universitaria, adquiriendo la categoría y el nombre de Instituto de Estudios Médicos y Biológicos. Pero fue hasta 1969 cuando fue nombrado Instituto de Investigaciones Biomédicas. (IIBo, 2016a)

El IIBo, cuenta con dos sedes, una en el circuito escolar y otra en el tercer circuito exterior de Ciudad Universitaria. Está organizado en 4 departamentos, Biología Celular y Fisiología (BCyF), Biología Molecular y Biotecnología (BMyB), Inmunología (Inm) y, Medicina Genómica y Toxicología Ambiental (MGTA) (IIBo, 2016a).

Gráfica 5. Instrumentos consensuales celebrados del 2011 al 2018 por el IIBo



Elaboración propia con datos del informe de actividades 2011-2018 del IIBo.

Así mismo, de acuerdo con el informe de actividades 2011-2018 de la Dra. Patricia Ostrosky, se mantiene vinculación con el Sector Salud por medio de Unidades Académicas Periféricas en Instituto Nacional de Pediatría, Instituto Nacional de Cancerología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán e Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía Manuel Velasco Suárez. Recientemente en 2017, “se estableció una unidad mixta con la Facultad de Medicina en el Instituto Nacional de Cardiología, otra unidad mixta de Toxicología Ambiental con el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias en la Facultad de Ciencias y en 2018 un primordio con el Instituto Nacional de Psiquiatría”. (Olguin, 2019a)

Se hace hincapié no sólo en la investigación aplicada en sus unidades periféricas, también en la transferencia de conocimiento mediante la vinculación con otras instituciones educativas, como la Unidad Foránea Xalapa y la Unidad Foránea Tlaxcala en el Centro de Investigaciones Fisiológicas de dicha Universidad (IIBo, 2016a).

El resultado de los lazos interinstitucionales que ha creado el IIBo ha representado beneficios a nivel nacional en diferentes categorías como se muestra en la gráfica 5 elaborado por la Coordinación de Vinculación del Instituto en su informe de actividades 2011-2018, donde casi la mitad de sus esfuerzos de vinculación son con empresas nacionales.

Tabla 1. Instrumentos consensuales celebrados del 2011 al 2018 IIBo

Tipo	Total	%
Empresa Nacional	38	48%
Académico Interinstitucional	15	19%
Académico Nacional	15	19%
Salud Nacional	5	6%
Académico Internacional	3	4%
Gubernamental Nacional	3	4%

Elaboración propia con datos del informe de actividades 2011-2018 del IIBo.

La tabla 1 revela una mayor interacción del Instituto con el ámbito empresarial nacional, casi en un 50%, seguido del académico interinstitucional y nacional con 15% respectivamente. No obstante, si bien es una labor de alta especialización, cabe destacar que la interacción entre las diferentes áreas de vinculación aún son limitadas, las causas pueden ser multifactoriales, tal vez debido a la reducida cantidad de alumnos en formación; a una falta de acercamiento estrecho con el sector empresarial que permita potencializar la búsqueda de soluciones a problemas del sector, escaso contacto con el gobierno que pudiese contribuir a la búsqueda en conjunto de soluciones a los principales problemas de salud y agricultura por citar los casos que esta investigación desarrolla.

De acuerdo a [Olguín \(2019a\)](#), en el informe de actividades 2011-2018, el Coordinador de la Investigación Científica, el Dr. William Lee, consideró que “Las interacciones con entidades del subsistema, instituciones de salud y la industria son muy relevantes no sólo para la salud, también para temas de agricultura, de aprovechamiento de tecnología y para la biología en general, y refleja la importancia que tiene la investigación básica y todo lo que representa hacer investigación hacia sus aplicaciones, ya que no se puede hacer uno sin lo otro, se debe tener concurrencia de sectores y de voluntades para plantear y resolver un problema”.

De tal modo que, hace hincapié en la importancia de la vinculación entre sectores y las líneas de investigación que se llevan a cabo en el IIBo. Este enlace no solo debe ser vinculante al sector privado, que, de acuerdo con su relación de instrumentos consensuales del periodo 2011-2018 ocupan el primer lugar con un 48.1%, pero también es cierto que solo son 38 empresas con las que se logró trabajar en este periodo.

Por lo anterior, es indispensable ampliar el horizonte de vinculación hacia otras áreas que, si bien están contempladas en este informe, como la salud nacional con el 6.3% y Gubernamental Nacional con un apenas visible 3.8%. Son áreas de oportunidad donde se podrían implementar aquellas investigaciones que el sector privado no considera o descarta por no ser rentables, sin embargo, pueden representar una oportunidad de bajo costo para el sector salud o agrónomo del país.

De la misma manera, el Dr. Lee, solicitó a la Dra. Imelda López Villaseñor quien desempeñará el cargo de Directora del IIBo en el periodo 2019-2023, que al “conformar su plan de desarrollo tome en cuenta la información que la comunidad externó durante la auscultación, y entre los temas más sobresalientes mencionó la revisión de los documentos internos que rigen al Instituto, la necesidad de una mayor integración de las diferentes sedes, el mantenimiento de las instalaciones, evaluar la administración del Instituto y también aumentar la vinculación, la innovación y la generación de ingresos extraordinarios” (Olguin, 2019b).

El informe de actividades 2011-2018, también indica que 9 patentes tuvieron lugar en este periodo, las cuales se presentan en la tabla 2, cabe resaltar que el tiempo de espera entre la solicitud y la concesión de una patente oscila entre 3 y 7 años. Este periodo prolongado de tiempo es determinante para algunos investigadores, ya que los proyectos pueden quedarse trancos si no hay una correcta asesoría que permita gestionar la patente de manera más expedita y se pueda transferir a un mercado en particular.

No cabe duda de que el enfoque y manera de hacer ciencia del IIBo ha tenido gran peso en el desarrollo de investigación biomédica de la UNAM y el país. El IIBo ha participado activamente en la promoción y generación de conocimiento a través de la divulgación, su experiencia y líneas de investigación enfocadas a resolver diversas problemáticas en México.

No obstante, el área de investigación biomédica sigue representando un mercado casi virgen para el país en la resolución de problemas debido al alto desarrollo manufacturero y a una escasa atención al sector de innovación y desarrollo tecnológico, que podría beneficiar la economía del país al abordar el desarrollo de procesos de tecnología avanzada.

Tabla 2. Patentes otorgadas al IIBo del 2011 al 2018

No.	Invención	Inventores
1	Uso de agentes modificantes del transcriptoma más quimioterapia o radioterapia contra el cáncer	Alfonso Dueñas González; Luis Estrada Flores
2	Uso de agentes modificantes del transcriptoma más quimioterapia o radioterapia contra el cáncer	Alfonso Dueñas González; Luis Estrada Flores
3	Cepa de <i>Aspergillus niger</i> , filtrado enzimático de la misma y procesos de preparación y uso	Carlos Huitrón Vargas, Abel Blancas Cabrera, Rosalba Pérez Villalva
4	Método de diagnóstico para detectar de lesión renal aguda a través del uso de la proteína de choque térmico de 72 kDa como biomarcador sensible	Norma Araceli Bobadilla Sandoval; Jonatan Barrera Chimal
5	Biomolécula con una secuencia presentada en un 48ucleicos48go y su uso en el diagnóstico de enfermedades causadas por los lentivirus de pequeños rumiantes	Karlen Gazarian; José Álvaro Aguilar Setién; Sebastián Aguilar Pierlé; Tatiana Gazarian
6	Uso del péptido GK-1 expresado en el fago filamentoso M13 para la elaboración de productos farmacéuticos que aumentan la eficiencia de la respuesta inmune inducida por antígenos vacunales o patógenos.	Edda Lydia Sciutto Conde; Gladis del Carmen Fragoso González; René Álvaro Segura Velázquez; Jacquelyne Brenda Cervantes Torres; Karen Manucahryan, Abel Blancas Cabrera; Rutilia Marisela Hernández González.
7	Dominio de fijación al almidón derivado y su uso en la inmovilización de proteínas recombinantes sobre almidón para purificación, estabilización y acarreadores de antígenos y proteínas terapéuticas para inmunización en mucosas	Romina María de la Paz Rodríguez Sanoja; Daniel Alejandro Guillén Santos; Sergio Sánchez Esquivel
8	Dispositivo de bacterias lácticas inmovilizadas en un soporte sólido para la producción de una bebida tipo yogur	José Pablo Pérez Gavilán y Escalante; Luis Macedo Segura; Bárbara Daniela Ortiz de los Ángeles
9	Método y aparato para la detección de ácidos nucleicos mediante el uso de la reflexión interna total de fluorescencia guiada por luz angulada	Angélica Zepeda Rivera; Luis Alfonso Vaca Domínguez

Elaboración propia con datos del informe de actividades 2011-2018 del IIBo.

2.4.4.2 La Investigación en el Instituto de Biotecnología

Actualmente se vive una ola biotecnológica a nivel mundial, y es que las condiciones ambientales así lo exigen, proteger el medio ambiente y resolver los problemas de suministro alimentario, de materias primas sin dañar al ecosistema resulta fundamental para la humanidad. Por tanto, la máxima casa de estudios, la UNAM, se sumó a este esfuerzo con la creación del Instituto de Biotecnología (IBt). Gestado como Centro de Investigación sobre Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB), en 1982 comenzó su funcionamiento dentro de las instalaciones del Instituto de Investigaciones Biomédicas. Para posteriormente trasladarse en 1985 a sus actuales instalaciones en la Ciudad de Cuernavaca. Dadas sus necesidades y líneas de investigación en 1991, el Consejo Universitario convirtió al CIIGB en el Instituto de Biotecnología. (Guerrero R., 2016)

El Instituto de Biotecnología (IBt), “en el ámbito de la investigación se dirige principalmente al estudio, la caracterización, la función, la sobreproducción, el manejo y la utilización de proteínas y ácidos nucleicos, y para ello se trabaja en diversas disciplinas con diferentes modelos biológicos.” (Instituto de Biotecnología, UNAM, 2016a).

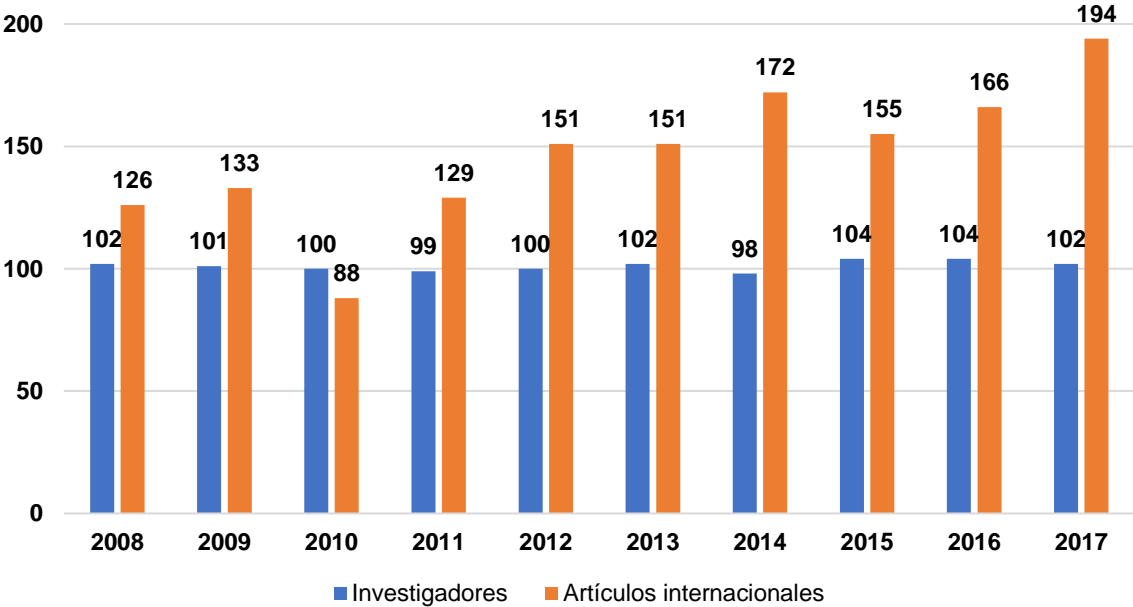
Dado el interés del IBt para desarrollar nuevos productos de innovación tecnológica que garantizaran una viabilidad y sustentabilidad para la industria, la salud y la agricultura, se reestructuraron sus departamentos en el año 2002, siendo estos “cinco departamentos: 1) Ingeniería Celular y Biocatálisis; 2) Medicina Molecular y Bioprocesos; 3) Biología Molecular de Plantas; 4) Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular; y 5) Microbiología Molecular. Dicha organización se mantiene vigente” (Vergara y Remedi, 2016)

En su Informe de Actividades 2017, el Instituto de Biotecnología ha demostrado su relevancia nacional en sintonía con la vinculación de resultados biotecnológicos de gran valor para la industria, la investigación y desarrollo nacional e internacional.

En la gráfica 6 se puede apreciar cómo es que con los mismos investigadores se ha incrementado la cantidad de publicaciones internacionales en el periodo del informe de actividades 2017. Además, en la gráfica 7 se puede apreciar como este incremento se ve reflejado en la productividad de los investigadores.

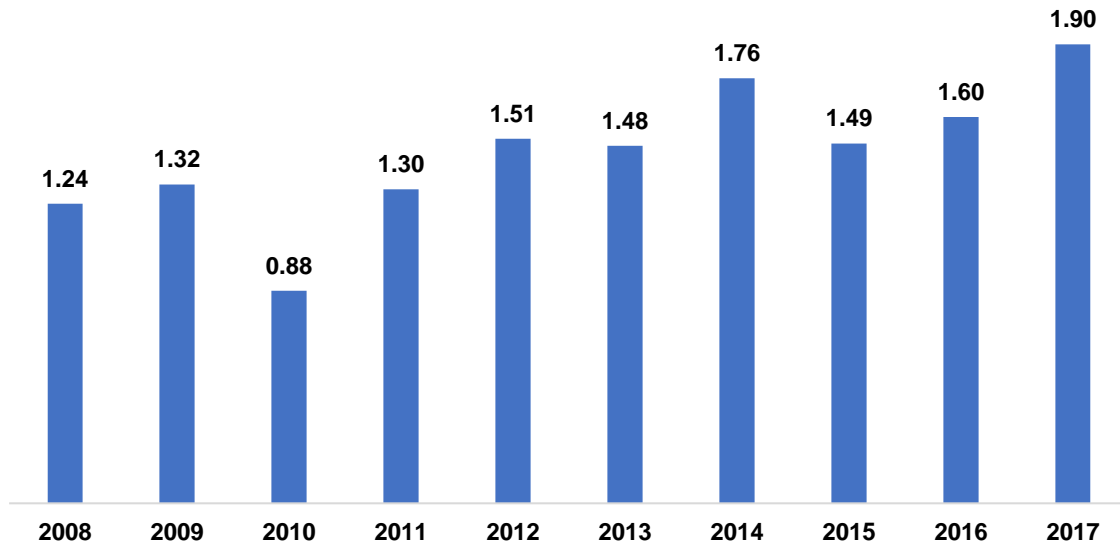
En el año 2017, “los académicos generaron 193 publicaciones en revistas de arbitraje internacional, todas indizadas, así como 32 artículos de divulgación, 28 capítulos en libros y 3 libros. El promedio de artículos internacionales por investigador sigue mostrando una tendencia al alza, con 1.89 artículos internacionales por año en revistas indizadas por investigador.” ([Instituto de Biotecnología, UNAM. 2018](#)).

Gráfica 6. Investigadores y publicaciones internacionales



Elaboración propia con datos del informe de actividades 2017 del IBt


Gráfica 7. Productividad de artículos promedio por investigador



Elaboración propia con datos del informe de actividades 2017 del IBt

En la tabla 3 se muestran los proyectos de vinculación de I+D entre empresas y el IBt las cuales se presentaron en el informe, el cual destaca que: “la relación que desde hace años mantiene el Instituto con la iniciativa privada, tanto nacional como internacional, particularmente con laboratorios farmacéuticos, han permitido generar de manera exitosa productos para el mercado farmacéutico, alimentario y agropecuario.” ([Instituto de Biotecnología, UNAM. 2018](#)).

Tabla 3. Proyectos de vinculación I+D con empresas y el IBt

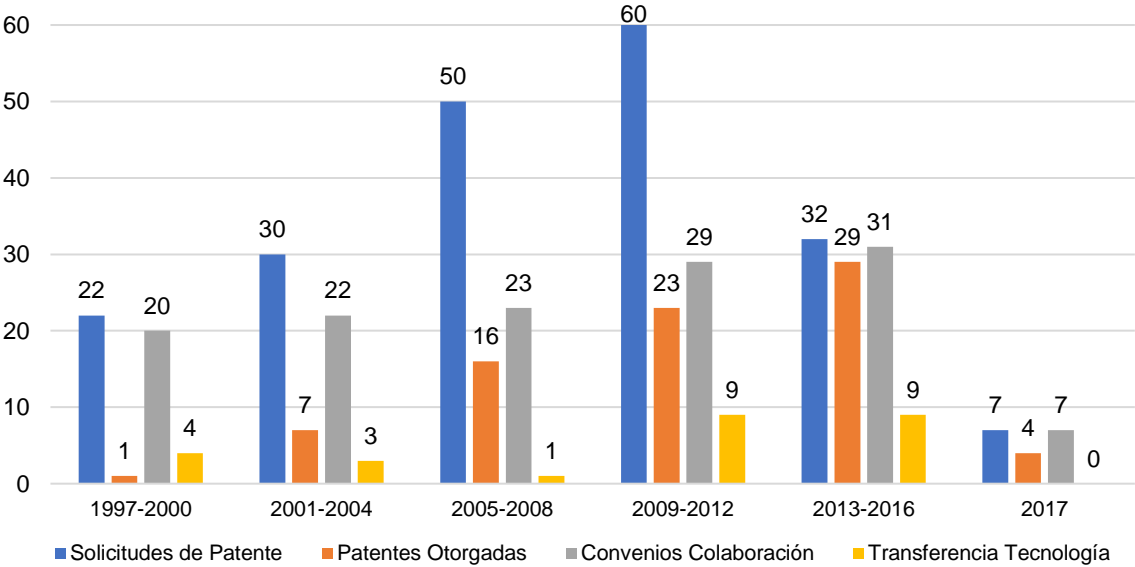
Nacional		Internacional
Laboratorios Sophia	Lasbs. Columbia	Fresenus Kabi - Alemania
Laboratorios Silanes	Gafisa	Pioneer Intl. Hi Bred - USA
Instituto Bioclon	Landsteiner	Protein Science Co. - USA
Probiomed	Veteria Labs	British Petroleum North A. - USA
Alpharma	BioSen	Bayer Bioscience NV - Bélgica
Boehringer Ingelheim	Grupo Carso	Debiopharm, S.A. – Suiza
BIRMEX	Biodetecta	Inosan Biopharma S.A. – España
Peptherapeutics	Agaviotica	Bioniche Life Sciences Inc. - Canada
WINTER	PRONABIVE	Diversa Corp. - USA
COMEXTBIO	COFEPRIS	Plant Genetics System - Bélgica
Agro&Biotecnia	Laboratorios Liomont	BASF AKT - Alemania
Petramyn	Avi-mex	Genencor International Inc. - USA
PROQUIFIN	Astra Zéneca-Mexico	Aventis Crop Science N.V - Bélgica
Bioquimex Reka	IMSS, INER	Verdia Inc. - USA
Sartorius	Euro Nutec Premix	Paion AG - Alemania
Code Ingeniería	Industrias Lavín	Shering AKT - Alemania
BioC	TEKNISET	Abbott Labs. - USA
Alcesa	Prontius Laboratorios	OzBio - USA
Allied Domeq	Innoba	
Nairobi Biodegradador de Grasa		
		 Activos 2013-2017
Muchas más en contratos de prestación de servicios o consultorías por el personal académico		

Elaboración propia con datos del informe de actividades 2017 del IBt

En la gráfica 8 se puede apreciar cómo ha sido la evolución del Desarrollo tecnológico del IBt de 1997 al 2017, por ejemplo, del 2009 al 2012 se tiene la máxima cantidad de solicitudes de patentes las cuales fueron en ascenso desde 1997. No obstante, para 2017 se obtienen la mínima cantidad de solicitudes, pero al no ser un periodo de 3 años, no es posible generar una comparación respecto a los periodos anteriores.

Por otro lado, “en lo que a productividad tecnológica se refiere, en 2017 se otorgaron cuatro patentes a desarrollos realizados por académicos del Instituto. En 2017 la comunidad académica participó en 238 proyectos con financiamiento de diferentes instancias nacionales e internacionales, como el Conacyt, incluyendo fondos sectoriales, la DGAPA y agencias extranjeras. De estos proyectos, 41 se concluyeron en el transcurso del año y 35 se registraron como nuevos.” (Instituto de Biotecnología, UNAM. 2018).

Gráfica 8. Desarrollo tecnológico del IBt de 1997 al 2017



Elaboración propia con datos del informe de actividades 2017 del IBt

De acuerdo con el informe, 1,598 estudiantes han sido dirigidos por académicos del Instituto de Biotecnología, su distribución de egresados con relación a su actividad se puede apreciar en la tabla 4. Han recibido un total de 2,027 títulos (Licenciatura, Maestría y Doctorado). Y al menos 291 (18.2%) son investigadores activos en diversas instituciones. (Instituto de Biotecnología, UNAM. 2018).

Tabla 4. Seguimiento de estudiantes

Grado académico	Mexicanos	Extranjeros
Estudiante de Maestría	31	
Estudiante de Doctorado	193	46
Posdoctoral	62	39
Investigador Titular en la UNAM	62	
Investigador Asociado en la UNAM	32	
Técnico Académico en la UNAM	74	
Investigador fuera de la UNAM	197	60
Técnico fuera de la UNAM	18	3
Profesor	50	3
Iniciativa Privada	94	6
Sector Público	10	
Información no disponible	763	
Difunto	5	
Hogar	7	1
Total	1598	158

Elaboración propia con datos del informe de actividades 2017 del IBt

Resulta interesante analizar la tabla 4 donde se aprecia la distribución de los egresados y a que se dedican en la actualidad, sin embargo, a pesar de los esfuerzos del instituto se desconoce la actividad de casi la mitad de ellos, por esa razón, sería interesante profundizar en donde se encuentran esos recursos que el instituto formó.

Es interesante apreciar que de la mitad de los egresados los grupos más grandes se dedican a la investigación, pero fuera de la UNAM y el otro es estudiante de doctorado, seguido de los trabajadores de la iniciativa privada.

2.5 La Biotecnología como factor de desarrollo económico

La historia ha demostrado que las empresas, países y regiones que logran fortalecer la relación entre conocimiento, tecnología e innovación incrementan su productividad y crecimiento económico. Resultaría importante entender el fenómeno de la innovación tecnológica, lograr predecir la reacción de la tecnología y poder fortalecer los elementos que los posicionaría en una ventaja sobre los que no lo hicieron.

Para conseguir dicho fin, debe esforzarse por capitalizar la experiencia de quienes tienen un vínculo más directo con la economía y la sociedad en el sector industrial, gubernamental y no solo considerar especialistas de las Ciencias Biológicas y de la Salud, también, integrar la mayor cantidad de áreas de especialización como Ciencias Físico-Matemáticas y de las Ingenierías, Ciencias Sociales y hasta Humanidades y las Artes, esto generaría una visión más integral y por lo tanto más imparcial que considere todos los puntos de vista en el rediseño las instituciones e infraestructura para que los investigadores logren aplicar sus conocimientos y experiencias de forma creativa.

El objetivo de la biotecnología es desarrollar técnicas y tecnologías para satisfacer las nuevas necesidades sociales que actualmente demanda la población mundial, estas innovaciones beneficiarán a las empresas, regiones o naciones mediante un intenso desarrollo económico debido a que revolucionarán el mercado mundial. Es una de las áreas del conocimiento científico que más ha evolucionado y que mayor impacto ha tenido en el desarrollo de diversos sectores como el de la salud, agrícola, pecuario, medio ambiente e industrial, esto debido a que sus aplicaciones introducen novedades en estos sectores, y vienen alcanzando progresivamente una mayor variedad de acciones y de productos en diferentes ramos de actividad, todos ellos de gran importancia en la economía nacional e internacional, como el farmacéutico, la producción y procesado de alimentos, la industria química y la remediación de ecosistemas, entre otros.

En la actualidad, la biotecnología se ha orientado a solucionar los problemas de la humanidad como crisis alimentaria, salud y medio ambiente, y para eso se deben desarrollar empresas cuyos procesos disminuyan o eliminen el daño ambiental y a la biodiversidad además que tengan capacidad de regeneración, propiciando una actividad socioeconómica que funcione dentro de la capacidad del planeta y que deje la menor huella biológica posible, ya que los consumidores cada vez son demandantes y exigen que las empresas sean empresas verdes, aprovechen sus desperdicios, entre otras, es ahí donde la biotecnología podría tener oportunidades de aplicación.

La actividad biotecnológica debe basarse en la ciencia interdisciplinaria, considerar alianzas de investigación, vinculación, solidaridad, fraternidad y conservación, sin olvidar interactuar con diferentes industrias, porque de la interrelación de estas es que se pueden localizar problemas y soluciones que combinan la relación del capital social, biológico y privado, que podría direccionar a la Biotecnología como un factor de desarrollo económico.

2.6 Sectores industriales biotecnológicos en México

[Possani \(2003\)](#), investigó la biotecnología en México, centró su análisis en las capacidades de producción científica de diferentes grupos de investigación en el país. Con base en su nivel de enfoque en biotecnología, su productividad científica, el nivel de reconocimiento del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), el de sus profesores e investigadores y el tamaño de los cuerpos académicos.

[Possani \(2003\)](#) clasifica a los diferentes sectores de investigación de biotecnología respecto a su desarrollo en el país y su progreso en la región. La identificación de los sectores con mayor contenido de conocimiento biotecnológico, con inversión en investigación y desarrollo se pueden encontrar a partir de que hay varias innovaciones que han pasado el umbral del laboratorio o de la prueba piloto, que ya tienen un uso comercial de varios años o grandes gratificaciones económicas, esto permite evaluar de mejor forma el impacto de la biotecnología.

[Possani \(2003\)](#) menciona que las áreas en las que existe mayor desarrollo, dentro de la biotecnología Latinoamericana son: agricultura, salud, alimentos, materias primas, aplicaciones ambientales, control de la contaminación, cría de ganado y biología marina.

Por lo tanto, es claro que la biotecnología es clave para el desarrollo económico del país en sectores industriales basados en conocimientos de alto nivel, en áreas como: Agro- alimentario, Salud, Ambiental y Agroindustrias. Al respecto, [Arriaga y Larque \(2002\)](#) mencionan que:

“Muchos de los proyectos de investigación en biotecnología que se realizan en las diferentes instituciones mexicanas se reflejan en diferentes sectores. El 61% de las entidades identificadas llevan a cabo investigación con impacto potencial en el sector agrícola, 30% en sector de alimentos/materias primas, 9% en el marino/acuacultura, 19% en el medio ambiente/control de la contaminación y 30% en el sector salud/químico farmacéutico.”

2.7 La Biotecnología como sector estratégico

Debido a la gran diversidad de áreas de especialidad se requiere definir una área que se considere como estratégica, en la que considere los recursos y condiciones particulares de México, y se enfoque en invertir recursos económicos y esfuerzos en esquemas sustentados en biotecnología moderna con base en tendencias y horizontes en el ámbito internacional, en la capacidad y potencial de la investigación científica y del desarrollo tecnológico mexicano, en la identificación de necesidades y problemas reales, actuales y futuros de México, buscando un mercado potencial para los productos, se podrían aprovechar los recursos naturales y las instituciones nacionales actuales, que incrementaría el éxito en el resultado de la biotecnología mexicana.

Para el caso de los países latinoamericanos, [Quezada \(2006\)](#) desarrolló un estudio donde muestra como ha sido el impacto de la biotecnología en diferentes países de América Latina los cuales, tienen diferencias en cuanto a sus niveles de expansión poblacional, incremento en su esperanza de vida, y en algunos casos han reportado crecimiento económico sostenido por varias décadas, menciona que Latinoamérica es un mercado creciente para productos derivados de biotecnología, siendo éste un centro innovador del sector.

Quezada señala que, en las 14 naciones de América Latina, existen 430 firmas relacionadas con la biotecnología. Seis países, Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba y México constituyen los países con mayor actividad de desarrollo en el sector.

El caso de Brasil es sobresaliente, ya que este país cuenta con más de 75 compañías e industrias de biotecnología activas y ampliamente reconocidas en el sector y en el caso de México existen 98 instituciones, universidades, centros e institutos de I+D dedicadas a diversos aspectos de la investigación y el desarrollo de la biotecnología (Quezada 2006). Quezada menciona que en México las acciones principales relativas a la biotecnología han sido la formación de recursos humanos porque cada vez son más los graduados con un título de universidad que tienen relación con la biotecnología y el desarrollo de leyes y reglamentos (Quezada 2006).

Por otra parte, no debemos olvidar que México es la quinta región más rica en biodiversidad del planeta, y que la misma es vista como una riqueza estratégica igual de importante que los recursos no renovables, como el petróleo. Esta es un área que reviste un gran potencial para el desarrollo de la biotecnología, debido a que es una fortaleza que tiene nuestro país.

Se podrían obtener beneficios importantes a partir de procesos o productos desarrollados por industrias biotecnológicas, que podrían contribuir a lograr una mayor autosuficiencia en cuanto a la elaboración de productos como alimentos, medicamentos y tratamientos médicos, esto podría dar impulso a la economía mexicana permitiendo el desarrollo del mercado interno disminuyendo la dependencia a las importaciones.

2.8 Las capacidades en la formación del emprendimiento

El marco de las capacidades dinámicas se desarrolló con la finalidad de apoyar a la toma de decisiones y acciones, como guía en ambientes de cambios rápidos y complejos. La capacidad de una empresa para reconocer e identificar nuevos espacios de mercado, determinar su potencial e importancia estratégica, visualizar su evolución, y relacionarlos con las capacidades tecnológicas emergentes, que son principios fundamentales para sobrevivir en mercados dinámicos (Zahra 2002).

La continua expansión del comercio mundial y las inversiones, con factores de la producción de gran movilidad, y con las fuentes de innovación cada vez más globales, una proporción cada vez mayor de la economía mundial está expuesta a fuerzas de la competencia global y a flujos internacionales de capital, tecnología y mano de obra especializada, las capacidades dinámicas toman relevancia para las empresas en mercados integrados en una economía semi globalizada que se basa en el conocimiento ([Pitelis y Teece 2010](#)).

En los años 90 fueron escritos una serie de artículos principalmente por David Teece donde los autores describen estas capacidades, las cuales han atraído el interés académico porque se considera que podrían ayudar a priorizar y dar forma a las decisiones de gestión estratégica ya que persigue la ventaja competitiva en entornos caracterizados por una profunda incertidumbre, que son las condiciones actuales ([Teece y Leih 2016](#)).

En un entorno mundial con cambios rápidos, necesidades del consumidor, oportunidades tecnológicas y actividad de competencia constante, las oportunidades se presentan a las empresas principalmente por dos factores, el primero es por el acceso a información diversa existente y el segundo a nueva información y nuevos conocimientos (exógena o endógena) las cuales pueden crear oportunidades ([Teece 2007 p. 1322](#)).

Las capacidades dinámicas complementan tendencias anteriores como la organización industrial donde los factores de la innovación no tenían mucha relevancia, además la consideraban como exógena o como “cajas negras”, el análisis de toma de decisiones, la innovación, los recursos, las capacidades y las estrategias también estaban ausentes. ([Pitelis y Teece 2010](#))

Sin embargo, para que las empresas sigan teniendo éxito y se mantengan a través del tiempo, tienen que adaptarse y evolucionar. La noción de capacidades sugiere que algunas empresas pueden ser mejores en esta adaptación que otros ([Helfat et al., 2007 en Newey y Zahra 2009](#)).

Capacidades implican la coordinación de múltiples actividades de la organización y todos los actores enfocados a un objetivo específico, como la adaptación y el crecimiento (Helfat y Peteraf, 2003 en [Newey y Zahra 2009](#)). Es dentro de este contexto de la necesidad de capacidades de adaptación que las capacidades dinámicas han llegado a ocupar un lugar central en la estrategia y la investigación empresarial.

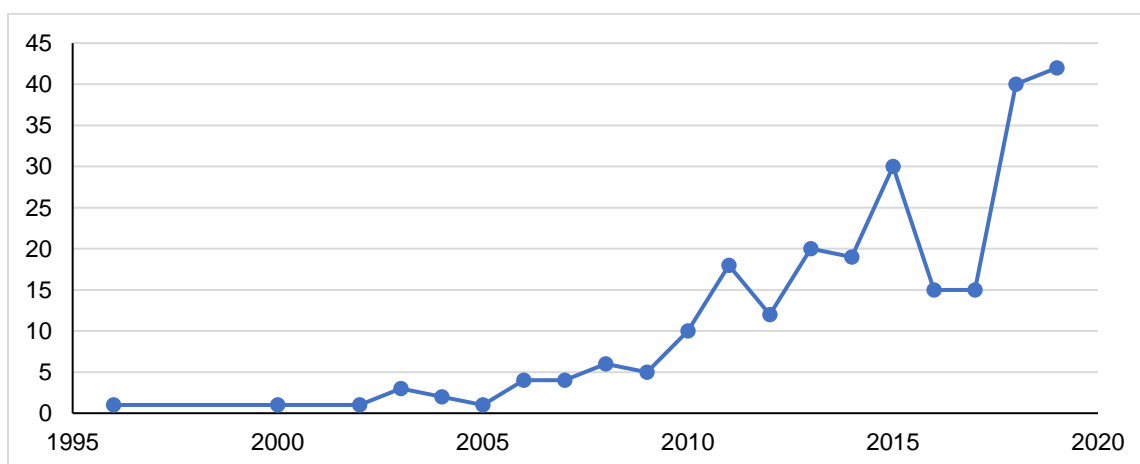
2.8.1 Evolución de la palabra “Capacidad Dinámica” y emprendimiento

Para delimitar la investigación de literatura se realizó una búsqueda en la base de datos de Scopus-Elsevier, donde en el campo título, resumen y palabras clave se buscó “dynamic capabilities” y entrepreneurship OR entrepreneur, excluyendo publicaciones del 2020 con el siguiente código de búsqueda:

```
TITLE-ABS-KEY ( "dynamic capabilities" ) AND TITLE-ABS-KEY ( entrepreneurship OR entrepreneur ) AND ( EXCLUDE ( PUBYEAR , 2020 ) )
```

Con el criterio de búsqueda anterior, se obtuvieron 249 documentos. La primera publicación es de 1996, cómo se aprecia en la gráfica 9, además se puede visualizar que, la cantidad de publicaciones ha incrementado en los últimos años, y se podría considerar a las capacidades dinámicas en el emprendimiento como un tema que está en crecimiento.

Gráfica 9 Publicaciones de la palabra Capacidad Dinámica hasta el 2019



Fuente: realización propia con datos de Scopus.

En cuanto a las publicaciones de las capacidades dinámicas y emprendimiento, en la tabla 5, se presentan las 10 publicaciones más citadas y se puede apreciar que Teece, D. J., es el que tiene tres artículos y es el más referenciado, seguramente por la relevancia de su primer estudio en 1997 “*Dynamic capabilities and strategic management*” elaborado en conjunto con Pisano, G. y Shuen, A., en donde los autores analizan las capacidades dinámicas así como las fuentes y métodos de creación y captura de riqueza por parte de empresas en entornos tecnológicos cambiantes, identifican maneras más efectivas de organizarse con la finalidad de crear riqueza y mediante esta estrategia, mantener a los competidores fuera de balance, aumente los costos de los rivales y excluya nuevos participantes.

Tabla 5. Documentos más citados en capacidades dinámicas emprendedoras

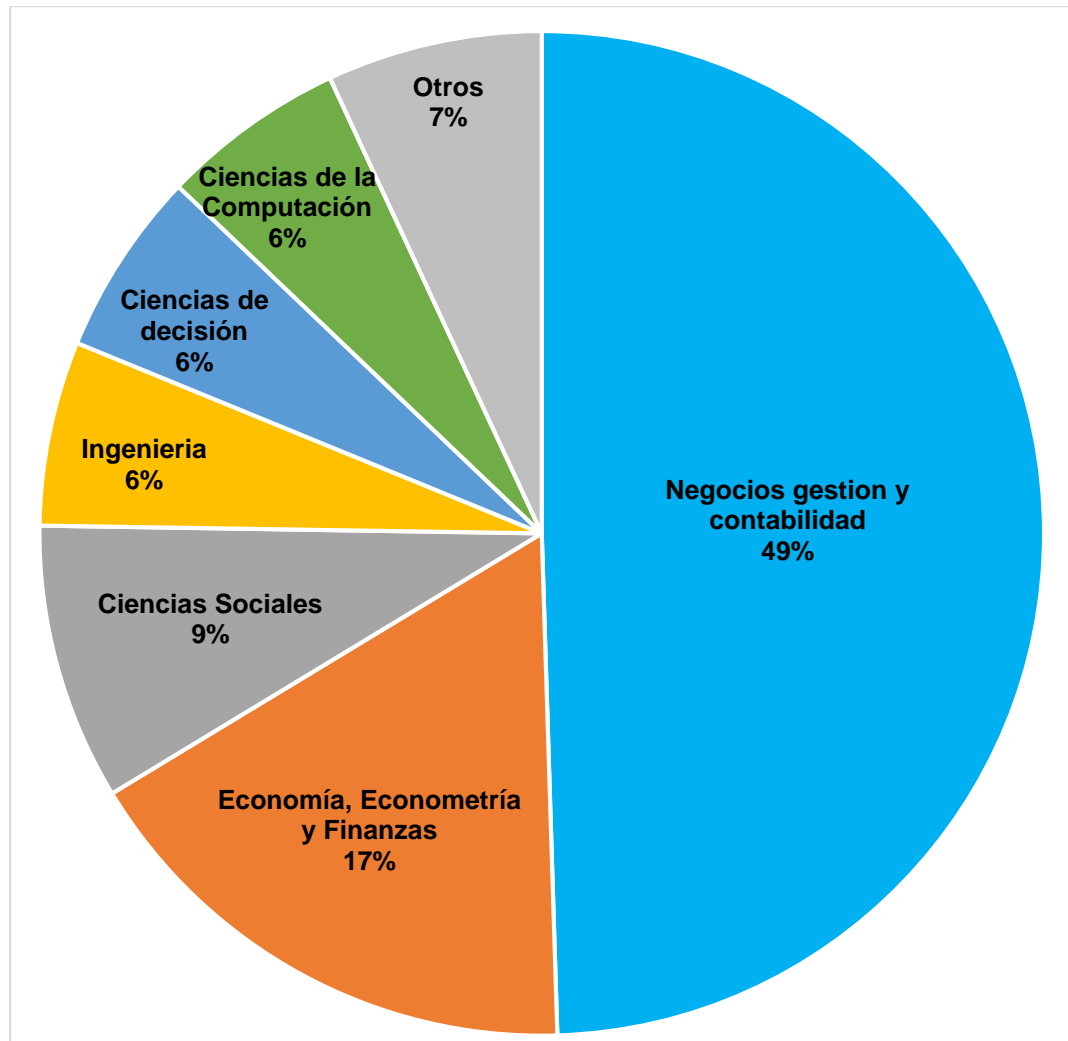
Autores	Año	Veces citado
Teece, D.J.	2007	3969
Sambamurthy, V., Bharadwaj, A., Grover, V.	2003	1656
Zahra, S.A., Sapienza, H.J., Davidsson, P.	2006	1147
Teece, D.J.	2014	339
Deeds, D.L., Decarolis, D., Coombs, J.	2000	319
Helfat, C.E., Martin, J.A.	2015	191
Vahlne, J.-E., Johanson, J.	2013	154
Zahra, S.A., George, G.	2002	153
Pitelis, C.N., Teece, D.J.	2010	143
Newey, L.R., Zahra, S.A.	2009	142

Fuente: realización propia con datos de Scopus.

En la tabla 5 se puede apreciar la diversidad de autores que estudian las capacidades dinámicas y emprendimiento, donde para esta búsqueda el segundo artículo más referenciado es un estudio relacionado a la tecnología de la información en las empresas contemporáneas.

Zahra, S.A, es el autor que para esta búsqueda ubica tres artículos entre los diez más citados y relaciona las capacidades dinámicas y el emprendimiento, la evolución de las capacidades dinámicas en negocios innovadores y la evolución de las empresas y cómo interactúan las capacidades dinámicas y operativas para hacer posible el emprendimiento, artículos que se analizarán más adelante.

Gráfica 10 Publicaciones por áreas de investigación hasta 2019

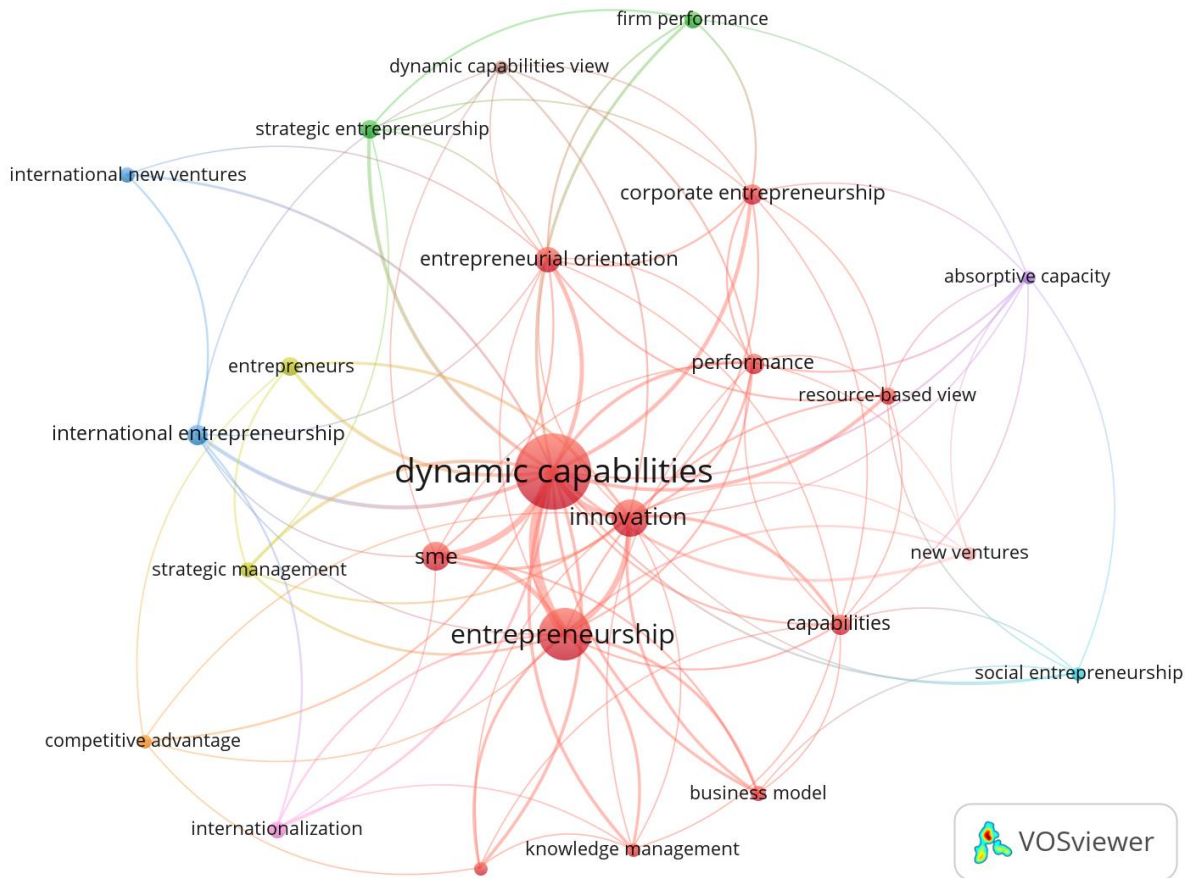


Fuente: realización propia con datos de Scopus.

En cuanto a las áreas más representativas de investigación de las capacidades dinámicas y emprendimiento son: negocios, gestión y contabilidad con 213 publicaciones, economía, econometría y finanzas con 73, ciencias sociales con 38, ingeniería 26 y ciencias de decisión con 25 publicaciones respectivamente.

Como se puede apreciar en la gráfica 10. el área de negocios, gestión y contabilidad es el área de investigación que tiene casi la mitad de las publicaciones con 49 por ciento de éstas, seguida de economía, econometría y finanzas con solo el 17 por ciento y en tercer lugar ciencias Sociales con solo el 9 por ciento.

Figura 4 Red de coocurrencias de palabras clave de autor



Fuente: realización propia con datos de Scopus.

En la figura 4 se realizó una red con las palabras claves de autor de la base de datos de Scopus con VOSviewer, se normalizó la base de datos, reemplazando capability por capabilities y smes por sme, se limitó a 5 coocurrencias, donde se localizaron 24 palabras clave en 10 clúster, las palabras con 102 enlaces entre ellas con una fuerza de 322. A pesar de que existen 10 clúster están formados de dos a una palabra, solo hay uno de color rojo que concentra la mayor cantidad de palabras. A pesar de ello, entre las palabras de diferentes clústers, se puede apreciar mucha relación entre ellas.

En la red se puede apreciar las relaciones del clúster rojo que es el más grande y concentra la relación de las capacidades dinámicas con el emprendimiento que se ve reflejado en la innovación en las pequeñas y medianas empresas.

También se puede apreciar como las capacidades dinámicas tienen fuerte relación con el emprendimiento de corporativos y de empresas medianas las cuales buscan incrementar su desempeño a través de capacidades de innovación, que orientan el emprendimiento de una forma estratégica, pero de emprendimientos internacionales de nueva creación, además de relacionar modelos de negocio y el conocimiento administrativo.

La Teoría de los recursos y capacidades se basa en la explotación de bienes específicos con los que cuenta la organización. Los ingresos-beneficios de la organización surgen por la eficiencia de la empresa. Es un modelo que se basa en el desempeño interno de la empresa para sentar las bases de su crecimiento, a diferencia de los modelos anteriores en los que basan sus acciones estratégicas en el entorno. En la perspectiva de visión basada en recursos las capacidades que posee la organización, junto con sus recursos y los mecanismos de gestión determinan el rendimiento de la empresa. (Bravo et al. 2009)

Por otra parte, la visión basada en recursos afirma que los recursos y las capacidades son fundamentales para conseguir una ventaja competitiva (Wernerfelt, 1984 en Bravo et al. 2009). Según Barney, los recursos están distribuidos heterogéneamente entre las organizaciones y son valiosos, raros, inimitables y no sustituibles (Barney, 1991 en Bravo et al. 2009). “Los recursos de la organización son: ventajas, capacidades, procesos organizacionales, atributos, información, conocimiento, etc., controlados por la organización para concebir e implementar estrategias que mejoren su eficiencia y su efectividad” (Barney, 1991 en Bravo et al. 2009).

Según [Bravo et al. \(2009\)](#) para este enfoque los recursos son la unidad básica y las capacidades son el resultado de la combinación de recursos. La combinación de capacidades genera habilidades esenciales para conseguir una ventaja competitiva.

A esta combinación se le da el nombre de capacidades centrales. Las cuales son muy difíciles de replicar ya que poseen componentes distintivos de cada organización. Finalmente, las capacidades dinámicas presentan el mayor grado de combinación de conocimiento porque integran las capacidades centrales de la organización, además, permiten su evolución en el tiempo dado por la absorción, integración y reconfiguración de nuevo conocimiento de acuerdo con la dinámica del mercado ([Bravo et al. 2009](#)).

Otro de los documentos importantes es el de [Newey y Zahra \(2009\)](#) los cuales llegaron a cuatro conclusiones en su investigación, la primera menciona que la Red de Valor en la capacidad de absorción está relacionada positivamente con el desarrollo y el funcionamiento de las capacidades operativas en el desarrollo de productos. La segunda menciona que la Red de Valor y la capacidad de absorción en las capacidades de operación benefician el desarrollo de las capacidades dinámicas. La tercera menciona que la profundidad y amplitud de la construcción de la capacidad de absorción de la Red de Valor en el nivel de capacidad de operación beneficia a la profundidad y amplitud de la construcción de la capacidad de absorción red de valor en el nivel de capacidad dinámica. Y la última menciona que la rutinización y la inversión en mejorar la interacción entre la red valor y los procesos de la capacidad de absorción en los niveles de capacidad dinámica de funcionamiento afectan positivamente el futuro de la capacidad de adaptación de la organización.

2.8.2 Las capacidades dinámicas en la formación del emprendimiento

[Teece D. \(2007\)](#) define a las capacidades como las necesarias para mantener el rendimiento de la empresa en una economía abierta con rápida innovación, fuentes dispersas globales de fabricación, invención e innovación, permite a las empresas crear, desplegar y proteger los activos intangibles que apoyan el desempeño a largo plazo del negocio.

Las capacidades dinámicas, se refieren a actividades de alto nivel que se relacionan con la capacidad de gestión para dar sentido y aprovechar las oportunidades, evadir amenazas, combinando y reconfigurando los activos coespecializados intuyendo las necesidades del cliente frente a los cambios, para sostener el crecimiento de la empresa y perpetuar la creación de valor a largo plazo para los inversionistas ([Teece, 2007 p. 1344](#)), por lo tanto son actividades que se deben de considerar para incentivar el emprendimiento y se logre tener una estrategia de crecimiento.

Para [Pitelis y Teece \(2010\)](#) las capacidades son las características más primitivas de las empresas de negocios. Según Bell y Pavitt, (1993 en [Torres, et al. 2018, p 419](#)) existen dos tipos de capacidades: las primeras son las de producción rutinaria, las cuales son acciones relacionadas con la producción diaria, como mejoras de calidad, optimización de procesos, el uso de maquinaria, las segundas son las de innovación; las cuales son un proceso de creación tecnológica, mediante las habilidades para lograr adaptar tecnologías externas o para la creación de nuevos productos, procesos y servicios o la mejora de tecnologías en la empresa.

Para [Zahra \(2002\)](#) las capacidades dinámicas son las capacidades de la empresa para orientar, cambiar, redistribuir y reconfigurar sus recursos para satisfacer las nuevas demandas de los clientes y afrontar las estrategias de la competencia.

Para [Teece y Leih \(2016\)](#), una capacidad se puede definir como las actividades de la empresa para llevar a cabo un conjunto de tareas de una manera semi-rutinaria en contra de las circunstancias, obteniendo beneficios al entregar productos o servicios.

Teece y Leih (2016) mencionan que las capacidades ordinarias implican el desempeño de funciones administrativas, operacionales o relacionales con la gobernabilidad que son necesarias para completar las tareas, visto de otra manera es solo hacer las cosas bien. Los autores definen a las capacidades dinámicas como las actividades de grado superior que permiten a una empresa dirigir sus actividades hacia la producción de bienes y servicios de alta demanda, estas capacidades le permiten a la empresa integrar, construir recursos internos y externos para reconfigurar el rumbo de la empresa donde el entorno cambia rápidamente.

Las capacidades dinámicas son difíciles de imitar, se componen de habilidades cognitivas y procesos organizacionales; abastecimiento y rutinas de marketing; la intuición de negocio y conocimiento necesario para crear nuevos modelos de negocio y arquitecturas de ingresos; los puntos de vista de inversión, protocolos y procedimientos que permiten a la empresa de negocios identificar la dirección del negocio, es considerada importante para crear nuevos mercados y tecnologías, estas capacidades son específicas de cada empresa y no migran automáticamente de una empresa a otra (Pitelis y Teece 2010).

Newey y Zahra (2009) proponen una teoría, donde muestran cómo las interacciones entre dinámico y capacidades de operación se producen de forma rutinaria a través del emprendimiento, impulsado por condiciones endógenas en la empresa, a menudo sin un factor exógeno, al contrario, es por medio de este mecanismo que las empresas construyen su capacidad de adaptación de la organización. Los autores destacan cómo este nivel de aprendizaje de la organización es un factor clave de la adaptación de la empresa a través de la iniciativa empresarial endógena por medio de interacciones entre dinámico y capacidades de funcionamiento las cuales a menudo se convierten en rutinas a través de actividades de organización desde la planificación de la cartera de productos hasta el desarrollo de éstos. Para los autores la red de valor en la capacidad de absorción para desarrollo de productos afecta la capacidad dinámica al influir en el conocimiento que está disponible por reconfiguraciones de las capacidades de los mandos necesarios para sostener el futuro competitivo de la empresa.

De acuerdo con la clasificación de Teece D. (2007) las capacidades dinámicas se pueden organizar en tres grupos, el primero para detectar y dar forma a las oportunidades y amenazas, el segundo para aprovechar las oportunidades y el último para mantener la competitividad mediante la mejora, combinación, protección y cuando sea necesario, la reconfiguración de los activos intangibles y tangibles de la empresa comercial. Estas capacidades dinámicas integran capacidades empresariales difíciles de replicar necesarias para adaptarse a las oportunidades tecnológicas cambiantes de los clientes, así como para dar forma al ecosistema que ocupa, desarrollar nuevos productos y procesos, mediante el diseño e implementación de modelos de negocio viables.

“La invención y la innovación por sí mismos son insuficientes para generar éxito” (Teece, 1986), se deben generar e implementar innovaciones organizativas y de gestión complementarias necesarias para lograr y mantener la competitividad de la empresa, para esto se requiere integrar la estrategia, la literatura de innovación y proporcionar un marco general que destaque las capacidades más críticas que la administración necesita para mantener la aptitud evolutiva y empresarial (Teece 2007 p. 1321).

La capacidad de gestión para identificar las necesidades y oportunidades para invertir en activos co-especializados (a través de su propio desarrollo o adquisición) es fundamental para las capacidades dinámicas (Teece 2007).

Los administradores pueden crear valor mediante la combinación de activos co-especializados dentro de la empresa (Teece, 2007). Esto puede requerir inversiones para crear las tecnologías que las EBT requieren, las cuales tienen más valor para algunos participantes del mercado que para otros, en relación con la tecnología que tienen y la estrategia de tecnología en su producto.

Si una empresa posee recursos y competencias, pero carece de las capacidades dinámicas, tiene la oportunidad de hacer un giro competitivo por un período corto; pero no puede sostener rendimientos superiores en el largo plazo, excepto por casualidad (Teece 2007, p. 1344).

[Pitelis y Teece \(2010\)](#) mencionan que la ventaja competitiva sostenible sólo puede fluir de un negocio con capacidad única que continuamente cambia, se configura, reconfigura y alinea sus activos para crear una nueva tecnología, responder a la competencia y lograr ganar masa crítica mediante la satisfacción de los clientes cambiantes. La especial (no imitable) “orquestración” (proceso por el cual los gerentes toman, construyen, adquieren e implementan decisiones con respecto a los activos y capacidades), la capacidad de las empresas de negocio ha llegado a ser conocidas como capacidades de la empresa (dinámicas) ([p. 1254](#))

Por otra parte, existe cierta diferencia por parte de los investigadores acerca de las capacidades dinámicas y la ventaja competitiva, la primera suposición es que la dependencia de la ruta en la adopción de estrategias y tecnologías permite a las empresas diferenciarse y ofrecer valor al cliente a corto plazo puede imitarse y sustituirse a largo plazo, erosionando la capacidad de la empresa de mantener sus ganancias. El segundo supuesto para otros investigadores es que consideran que la capacidad de prever los cambios tecnológicos y adoptar las estrategias adecuadas puede crear una trayectoria de crecimiento que genere y mantenga la ventaja competitiva para la empresa ([Zahra 2002, p. 148](#)).

Se unifico una definición de las capacidades dinámicas, las cuales son actividades de alto nivel relacionadas con la administración que permiten a las empresas identificar, crear, adaptar, desplegar y proteger los activos intangibles para aprovechar y mantener el crecimiento de la empresa y perpetuar la creación de valor a largo plazo, satisfaciendo las nuevas demandas de los clientes y afrontando la competencia, estas capacidades son difíciles de imitar al ser específicas de cada empresa porque no migran de una empresa a otra.

Por lo tanto, para esta investigación se considerarán las capacidades dinámicas que ayudan a la empresa a mantener la ventaja competitiva a largo plazo además solo se considerarán las capacidades emprendedoras, tecnológicas, comercialización y mercadotecnia y relacionales por ser importantes en la formación del emprendimiento científico de EBT.

2.8.2.1 Capacidades emprendedoras

El empresario es un agente clave para el desarrollo económico debido a que con su actividad beneficia a la economía de su comunidad, región y país, para lograr un mejor desempeño estos empresarios requieren desarrollar capacidades emprendedoras, las cuales se consideran un conjunto de características del empresario individual heroico (hombre de negocios en una micro o pequeña empresa), se puede definir a la actividad emprendedora como una función que se produce dentro de una organización a través del tiempo durante el ciclo de vida de una empresa donde el empresario individual juega un papel crucial, desde la identificación de la oportunidad de negocio, la implementación de procesos para la solución de problemas y hasta convertir los procesos en rutina ([Torres y Jasso 2017b](#)) esto también implica el desarrollo de habilidades, experiencia y conocimiento para identificar, expandir y explotar oportunidades de negocios.

Las empresas recién llegadas, por definición, son aprendices, no tienen su propia tecnología para crecer mediante la generación radical de nuevos productos o procesos ([Torres y Jasso 2017b](#)). Así que tienen que participar en varios procesos de aprendizaje tecnológico y organizacional, con el fin de construir sus propias capacidades para llevar a cabo actividades para innovar de forma independiente. Las empresas recién llegadas toman prestada la tecnología de los innovadores y dependen de su aprendizaje (Amsden y Hikino, 1993 en [Torres y Jasso 2017b](#))

2.8.2.1.1 Definición de capacidad emprendedora

Las capacidades emprendedoras se refieren a la habilidad, la experiencia y el conocimiento para elegir y mejorar mercados, productos, tecnologías y la estructura organizacional requeridos para aprovechar oportunidades de negocios; es decir, relacionadas con el que hacer de las empresas o la actividad mercantil señalada por Cantillón (en [Jasso J., 2011](#)); incluye diversos tipos de funciones y capacidades de organización, coordinación, arbitraje, innovación y soporte de la incertidumbre, aprendizaje, asimilación del conocimiento y de las propias características del emprendedor, son habilidades para aplicar conocimientos, aptitudes y recursos con el fin de lograr los objetivos.

Las capacidades emprendedoras definen lo que sabe hacer la empresa y cómo debe hacerlo, lo que la impulsan al éxito económico mediante el aprovechamiento de oportunidades de mercado. Son un conjunto de cualidades y características intrínsecas que se expresan a través del aprendizaje y conocimiento interrelacionando recursos como: conocimientos, redes de información, redes de relación, saber hacer y movilizar recursos para actuar y hacer, le permite a la empresa permanecer en el mercado.

Para Teece (2007) El diseño de un nuevo negocio requiere creatividad, perspicacia y una buena parte de clientes, conocer la competencia, información de proveedores e inteligencia, la validación de un modelo de negocio. Un plan de negocio requiere esfuerzo y juicio, se necesita investigar información específica y detallada: un profundo conocimiento de las necesidades del cliente y la disposición del cliente de pagar; comprensión de los ciclos de adquisición y el ciclo de ventas; conocimiento de los costos de suministro y distribución; y comprensión de posicionamiento del competidor y posibles respuestas competitivas.

El diseño de buenos modelos de negocio es, en parte, arte, sin embargo, las posibilidades de éxito son mayores si al menos las empresas; analizan múltiples alternativas, conocen las profundas necesidades del usuario, analizan la cadena de valor a fondo con el fin de entregar lo que el cliente quiere de una manera rentable y oportuna, y finalmente adoptar una neutralidad o la perspectiva de la eficiencia en relación con la externalización de decisiones.

Para esta investigación se considerará que la capacidad emprendedora es el conjunto de habilidades, experiencia, conocimiento e inteligencia para la búsqueda, identificación e implementación de oportunidades de negocio, solución de problemas, hasta convertir procesos en rutina que conducen al éxito de la empresa.

2.8.2.1.2 Evolución de las capacidades emprendedoras

Las empresas de recién creación son aprendices, porque no tienen tecnología propia para crecer mediante la generación radical de nuevos productos o procesos, tienen que participar en procesos de aprendizaje tecnológico y organizacional para tomar prestada la tecnología de los innovadores (Torres y Jasso 2017b).

Para clasificar la evolución de estas empresas de recién creación con relación a cómo emergen y evolucionan, en especial de cómo identificarlas, medirlas y relacionarlas con la ventaja competitiva, relacionándolas con la innovación, el conocimiento y la función emprendedora, Torres y Jasso (2017b) presentan un modelo de la evolución de las capacidades emprendedoras donde clasifica las capacidades en tres fases, como se puede apreciar en la tabla 6.

Tabla 6 Evolución de las capacidades emprendedoras

Fase 1. Origen	Fase 2. En consolidación	Fase 3-. Consolidado
<ul style="list-style-type: none">- Emprendedor schumpeteriano individual- La función emprendedora es ejercida por el fundador.- Estructura organizacional simple, centralizada en el fundador.- Capacidades fragmentadas.- Capacidades tecnológicas y organizacionales incipientes.	<ul style="list-style-type: none">- Emprendedor coordina e integra funciones.- Función empresarial cada vez más compleja.- Capacidades empresariales aumentan por la experiencia de los fundadores que integran la experiencia y conocimientos de los empleados.- Estructura organizativa de la empresa avanzada.- Construcción de funciones empresariales.- Inicia la integración de las capacidades (tecnológica y organizacional)	<ul style="list-style-type: none">- Rutina de capacidades emprendedoras.- Funciones empresariales profesionalizadas, capacidades avanzadas.- Estructura organizacional compleja, relacionada a su crecimiento.- Integración de capacidades empresariales.- Rutinas consolidadas para la mejora de las capacidades tecnológicas y organizacionales

Fuente: Elaboración propia con base en Torres y Jasso, 2017b, p. 105

En la tabla 6 se pueden apreciar las tres fases de la evolución de las capacidades emprendedoras y como en cada fase se integran las capacidades de organización y tecnológicas.

En la primera fase, los emprendedores individuales o grupos empresariales juegan un papel clave en la identificación, selección y explotación de nuevas oportunidades de negocio. En las nuevas empresas, los conocimientos, experiencia, personalidad, percepciones y recursos dan forma a las condiciones iniciales y los activos esenciales de la empresa.

La segunda fase, se refiere a la situación en que la experiencia del fundador o grupo de fundadores se ha incrementado como resultado de los procesos de resolución de problemas dentro de la empresa. La tarea principal de la función empresarial es integrar y reconfigurar los recursos y capacidades para desarrollar nuevas oportunidades de negocio, mediante la integración y coordinación de los procesos organizacionales y tecnológicos.

Finalmente, en la tercera fase el proceso de integración se convierte en una rutina, esta fase se caracteriza por una alta capacidad para integrar el conocimiento externo, interno y tecnológico. Se puede apreciar que durante las tres fases conforme la empresa crece, resuelve problemas, integra conocimientos internos y externos las capacidades de emprendimiento evolucionan hasta llegar a consolidar actividades rutinarias.

El empresario individual, y más tarde la función empresarial colectiva juega un papel crucial en la evolución de las micro y pequeñas empresas debido a que la tarea de la función empresarial es integrar tanto las capacidades tecnológicas y organizativas que permiten no sólo la creación, también la permanencia de la empresa y su expansión productiva y de mercado ([Torres y Jasso, 2017b](#)).

La esencia de la integración radica en la generación, fusión y acumulación de conocimiento, en la capacidad de crear nuevo conocimiento basado en el ya acumulado y las capacidades existentes dentro de la organización ([Bravo et al. 2009](#)). La tasa de integración también depende de la experiencia acumulada de la empresa ([Torres y Jasso, 2017a](#)). El mejor y más consistente desempeño de cualquier empresa se caracteriza por una alta capacidad para integrar el conocimiento externo, interno y tecnológico ([Iansiti y Clark, 1994](#)). Esta capacidad no solo se basa en la comunicación de información entre individuos, también en la coordinación de actividades y subunidades organizacionales de la empresa.

Para [Torres, et al. \(2018\)](#) la evolución de las empresas es el resultado de una interacción entre factores endógenos, oportunidades y amenazas externas donde la empresa sigue un patrón de dependencia, que está determinada por su historia y recursos heredados que determinan su patrón de expansión porque los servicios disponibles dentro de la empresa son el resultado de recursos tangibles e intangibles acumulados con el tiempo y porque las oportunidades para el crecimiento de la empresa se basa en conocimiento, aprendizaje y experiencia acumulada que se produce en el proceso de operación de un negocio. Para los autores el aprendizaje de la empresa es un proceso denominado patrón dependiente, el cual implica que lo que la empresa aprende hoy, está condicionado por lo que aprendió en el pasado y las capacidades de innovación siguen esa dinámica (p. 420).

Las capacidades de la empresa se derivan de las rutinas organizativas (Winter, 2000 en [Torres, A. 2006](#)), generadas en la empresa, son socialmente complejas, resultado de procesos internos de aprendizaje (tácitos y explícitos) y de secuencia de estrategias que se han llevado a cabo durante la trayectoria de la empresa. Las rutinas generan estructuras organizacionales eficientes para coaccionar la organización, además construye nuevas capacidades para afrontar los desafíos de la organización, y lograr identificar las formas en que las capacidades empresariales llegan a ser incluidas en la organización como formas estratégicas de competencia.

2.8.2.2 Capacidades tecnológicas

Las capacidades tecnológicas se refieren a los conocimientos científicos y tecnológicos en particular, procesos relacionados con la estructura, la naturaleza y la forma de manipularlo (transformar un trozo de metal en una estructura de concreto), es decir a la técnica.

Las capacidades tecnológicas (técnicas y estrategias) incluyen todas las habilidades de la empresa en áreas de ingeniería, I+D, servicios, producción y comercialización (Teece et al., 1994 en [Torres y Jasso 2017b](#)). Para [Bell y Pavitt \(1995\)](#), es el conjunto de recursos requeridos para administrar el cambio técnico, incluyendo las habilidades, conocimientos y experiencia, y las estructuras y vínculos institucionales.

Las capacidades tecnológicas desempeñan un papel crucial en la construcción y sostenimiento de la competitividad, tanto para producir lo que una empresa comercializa, como para mejorar o cambiar sus productos y procesos, la empresa requiere de la acumulación de capacidades tecnológicas, lo que a su vez da lugar a aumentos de productividad y a la generación de un flujo de innovaciones ([Tapias, H., 2005](#)).

Adecuando el concepto de capacidades tecnológicas de Katz, Dahlman y Lall (en [Tapias, H., 2005](#)) menciona que son un conjunto de conocimientos requeridos para planear, organizar, dirigir, ejecutar y controlar la adquisición, adaptación, mejoramiento, creación y uso efectivo de tecnología ([Tapias, H., 2005](#)).

Westphal, Kim y Dahlman (1985, en [Torres 2006](#)) definen las capacidades tecnológicas como “la habilidad para hacer uso efectivo del conocimiento tecnológico”. Es decir, son los conocimientos para gestionar el cambio tecnológico, y para producir los bienes y servicios con la calidad, la diferenciación, la flexibilidad y la oportunidad con que demanda el mercado, permiten operar eficientemente las instalaciones productivas, pero también adaptarlas, optimizarlas, mejorarlas, recrearlas y generar nuevas ([Tapias, H., 2005](#)).

Puede considerarse que las capacidades tecnológicas están conformadas por conjuntos de conocimientos o piezas de conocimiento, algunos de amplia aplicación, otros de aplicación muy particular en actividades propias de una industria, de una función empresarial o de un producto o proceso ([Tapias, H., 2005](#)). No sólo están compuestas por los conocimientos y habilidades que tienen los individuos de una organización, también las conforman su organización y su propósito (Arocena y Sutz, 2002 en [Tapias, H., 2005](#)).

Unas actividades son más complejas que otras, pero todas requieren de aprendizaje y asimilación, están conformadas por un espectro de conocimientos que va desde el *know-how* al *know-why* (Jasso, J 2011). Incluye conocimientos para realizar actividades operativas rutinarias, de control de calidad, de mantenimiento, hasta conocimientos demandados en actividades superiores, más profundas, que posibilitan entender los principios de la tecnología para adaptarla, mejorarla, reproducirla y crear nuevas (Tapias, H., 2005).

La evolución de las capacidades tecnológicas avanza de capacidades relativamente simples, como las requeridas para hacer uso efectivo de la tecnología que se tiene en producción, hacia capacidades cada vez más complejas y especializadas como las necesarias para generar innovaciones en productos y procesos, en virtud de que están constituidas por rutinas, las capacidades tecnológicas requieren de esfuerzos de aprendizaje y se incorporan en la cultura de la empresa con el paso del tiempo, involucran conocimientos explícitos y tácitos (Tapias, H., 2005).

Su proceso de aprendizaje es altamente específico de la tecnología, ya que las tecnologías difieren considerablemente en su composición de conocimiento explícito tácito, por su grado de complejidad, y en consecuencia de sus requerimientos de aprendizaje, algunos conocimientos están más incorporados en equipos, mientras otros tienen elementos tácitos mayores, unos de estos conocimientos son adquiridos de fuentes externas a través de mecanismos de transferencia y contratación de tecnología como adquisición de equipos, licencias de know-how, servicios de asesoría y consultoría; o a través de información libre, vinculación de personas, adquisición de otras empresas, apoyo a instituciones de investigación y universidades, entre otros, también pueden ser el resultado de transacciones no dirigidas directamente a la adquisición de tecnología, como relaciones estratégicas con proveedores y clientes, o la simple transacción comercial de un insumo, componente o producto. Otros, necesariamente tienen que ser desarrollados internamente en grupos y unidades funcionales establecidos específicamente con el propósito de generar conocimiento (Tapias, H., 2005).

Teece (2007) menciona que los problemas incrementan a medida que la empresa crece, tiene más activos para gestionar y proteger contra la malversación y mala administración, las empresas se enfrentarán de forma continua al parasitismo, la manipulación estratégica de la información, y la complacencia interna principalmente se debe a las capas de la organización que tienden a crear rigideces estructural y perversidades que a su vez el cliente percibe como desventaja tecnológica a su capacidad de respuesta (p. 1332).

Para esta investigación se considerara que las capacidades tecnológicas son el conjunto de conocimientos técnicos, estrategias científicas, habilidades y experiencias que posee la empresa para administrar el cambio técnico en áreas de ingeniería, producción, investigación y desarrollo, con enfoque en procesos productivos y de comercialización con la finalidad de integrar y aplicar los conocimientos que originan un cambio en la empresa, introduciendo nuevos productos, procesos o servicios, que contribuyen a la construcción y sostenimiento de la competitividad mediante un flujo de innovaciones a través de fuentes externas; a través de mecanismos de transferencia, contratación de tecnología y vinculación entre otras.

2.8.2.3 Capacidades de comercialización y mercadotecnia

El primer artículo que habla de las capacidades de comercialización y mercadotecnia es “*Dynamic capabilities and strategic management*” elaborado por Teece, D. J., Pisano, G. y Shuen, A. en 1997 donde analizan las capacidades dinámicas como las fuentes y métodos de creación y captura de riqueza por parte de empresas en entornos tecnológicos cambiantes.

Los autores mencionan que “las organizaciones más descentralizadas, con una mayor autonomía local son menos propensas a ser sorprendidas por avances tecnológicos y de mercado”, esto se debe a que existe probabilidad de que una innovación sea un éxito comercial si está altamente correlacionada con los desarrolladores y la comprensión de las necesidades de los clientes (Freeman, 1974 en Teece 2007).

sin embargo, como lo menciona Chesbrough (2003 en Teece 2007) los enfoques actuales demandan “innovación abierta” para poder lograr el éxito de la empresa.

La innovación y su infraestructura de apoyo tienen un gran impacto en la competencia donde el problema que enfrenta la empresa no es sólo cuándo, dónde y cuánto invertir, también debe desarrollar un modelo de negocio particular que defina su estrategia de comercialización y las prioridades de inversión (Teece 2007).

Cuando se visualizan oportunidades, Teece (2007) recomienda encontrar la manera de interpretar los nuevos acontecimientos y desarrollos, las tecnologías que persiguen y qué segmentos de mercado es el destino, deben evaluar cómo las tecnologías evolucionarán y cómo y cuándo los competidores, proveedores y clientes responderán.

Teece (2007) menciona que cuando los mercados intermedios (productos) están bien desarrollados, ni las economías de escala ni las economías de alcance necesitan definir la escala ni el alcance de la empresa (p. 1332). El problema radica en descubrir la próxima gran oportunidad y cómo enfrentarla, mediante reconocer problemas y tendencias, dirigir recursos, modificar estructuras y sistemas organizacionales para que creen y aborden oportunidades tecnológicas mientras se mantienen alineados con las necesidades del cliente. Para lograr pronosticar planear este escenario y diseñar la estrategia para pasar a la acción y resolver la incertidumbre Teece realizó la figura 5 donde resume los rasgos individuales y empresariales del ecosistema para "detectar" el mercado y las oportunidades tecnológicas.

En la actualidad no es suficiente que las empresas cuenten con recursos, se debe tener en cuenta las capacidades dinámicas porque permiten que una empresa aproveche sus activos internos, no solo para satisfacer las demandas ambientales actuales, sino también para influir en las demandas ambientales para que estas se correspondan con las fortalezas de la empresa.

Figura 5 Ecosistema para detectar el mercado y las oportunidades tecnológicas

Sistemas analíticos (y capacidades individuales) para aprender y detectar, filtrar, dar forma y calibrar oportunidades.



Elaboración propia con datos de Teece (2007, p. 1326)

En los mercados de alta velocidad las capacidades dinámicas se basan más en información en tiempo real, relaciones multifuncionales y comunicación intensiva entre los involucrados, la información en tiempo real alerta a las personas desde el principio sobre la necesidad de ajustar sus acciones en el mercado para que los gerentes puedan entender los cambios y adaptarse rápidamente (Eisenhardt y Martin, 2000).

Para esta investigación se considerará la capacidad de comercialización y mercadotecnia como las que le permiten a la empresa comprender la evolución del mercado, cómo y cuándo los competidores, proveedores y clientes responderán, detectando las oportunidades e influyendo en las demandas ambientales que correspondan con las fortalezas de la empresa para consolidar la venta de productos o servicios.

2.8.2.4 Capacidades relacionales

La capacidad relacional entre universidad empresa es un fenómeno analizado por autores como Westhead y Storey (1994 en [Torres, et al. 2018](#)), donde los autores mencionan que existe una relación positiva entre la vinculación de las universidades con el sector privado, lo que promueve la innovación y por consiguiente ambos se benefician, entre los beneficios para el sector productivo están el desarrollar sus capacidades de innovación mediante el uso de fuentes confiables de conocimiento, mientras que la universidad mejora sus capacidades (amplitud, rango y calidad en la educación) para cubrir las necesidades que demanda el sector productivo y la sociedad.

El establecimiento de vínculos entre empresas y universidades ayuda a la búsqueda extensa de innovación, ya que los programas universitarios suelen tener una relación estrecha con ésta ([Teece 2007](#)), debido a que las capacidades tecnológicas de proceso y producto requieren de recursos humanos altamente calificados y capacitados, es decir, que los individuos más calificados impulsan mayores capacidades tecnológicas ([Torres, et al. 2018](#)).

[Torres, et al. \(2018\)](#) menciona que en las universidades es donde están los recursos más calificados y actualizados, aquí radica la importancia de vincular la universidad-empresa y canalizar alumnos e investigadores al a solución de problemas de las empresas que perciban a la innovación como un factor vital dentro de su estrategia de negocios y logren identificar y utilizar las capacidades de las universidades para generar proyectos conjuntos.

Para [Torres, et al. \(2018, p. 415\)](#) en la economía basada en el conocimiento, con procesos y productos cada vez más complejos, y en el que surgen nuevas industrias basadas en ciencia, el conocimiento generado en las universidades y centros públicos de investigación, no sólo como productores de recursos humanos y generadores de conocimiento, también tiene la responsabilidad de contribuir en la expansión económica y el desarrollo social mediante su vinculación con las empresas y otros actores que permitan difusión, transferencia y uso del conocimiento ([p. 416](#)).

El proceso de transferencia del conocimiento entre universidades e industria ocurre a través de múltiples canales, como la formación de recursos humanos, publicaciones, movilidad de personal, contactos informales, consultoría, proyectos de I+D (conjuntos y por contrato), patentes y spin-offs donde la colaboración más recurrente es mediante I+D en áreas específicas (Torres, et al. 2018, pp. 416-417).

Una característica en el proceso exitoso de creación de conocimiento en empresas de alta tecnología es el vínculo entre la empresa y las fuentes de conocimiento fuera de la empresa (Eisenhardt y Martin, 2000). Por esa razón, para que las empresas logren mantenerse como líderes innovadores requieren integrar redes para incorporar conocimiento externo a la empresa, necesitan cooperar y compartir información, mediante la integración del conocimiento externo, proveniente del mercado y las nuevas tecnologías (Torres y Jasso, 2017b), donde los vínculos externos son elementales para la creación de conocimiento efectivo desde las relaciones personales informales hasta las alianzas formales.

Para Herrera, H. (2009) las redes de reputación son mecanismos desarrollados por empresas de recién creación para superar restricciones de tipo cuantitativo y cualitativo para el desarrollo futuro de la empresa, estableciendo relaciones con actores de alta visibilidad. Para Herrera “Cuanto mejor sea la reputación ganada, mayor será la oportunidad de crear relaciones futuras; contrariamente, la falta de redes de reputación es una barrera para el desarrollo de una empresa nueva” (p. 26),

Otro tipo de redes son las de conocimiento, innovación y tecnología las cuales son relaciones con otras empresas, que le permite a los emprendedores acceder o crear nuevo conocimiento o innovaciones tecnológicas, esta red es una ventaja para los nuevos emprendimientos, debido a que les permiten llegar a una gran base de conocimiento, importante para la evolución de la empresa, la cual no podrían desarrollar de manera aislada. Estas redes implican el desarrollo de relaciones cercanas con alto contenido de confianza, que permiten abrir la puerta para la creación de nuevo conocimiento compartido, a través del intercambio interactivo. Herrera, H. (2009, p. 26).

Según [Herrera, H. \(2009\)](#) las redes de conocimiento, innovación y tecnología son aprovechadas más, en fases intermedias de la empresa; mientras las empresas recién creadas tienen un acceso limitado a este tipo de redes y las empresas ya establecidas tienen problemas para manejarlas ([p. 27](#)).

Para [Newey y Zahra \(2009\)](#) el concepto de red de valor la capacidad de absorción ayuda a desagregar contenido de conocimiento de la empresa, donde se recibió, así como cómo y dónde se necesita para conseguirlo con el fin de crear un impacto comercial máximo en un mercado. Los autores sugieren que la colocación de la capacidad de absorción a una red de valor reduce el ámbito de las relaciones que deben ser formadas, y nos da una visión más clara de cómo estas relaciones deben desarrollarse, así como las diferentes estrategias que se requieren para la recopilación de información de los distintos participantes, las diferentes motivaciones por las cuales estos participantes contribuyen, cómo responden a los esfuerzos de transformación del conocimiento de la empresa y lo que impulsa su continuo compromiso con la relación con una empresa focal.

Un estudio que analiza el impacto de las capacidades relacionales es la investigación realizada por [Torres, et al. \(2018\)](#), los autores analizan la vinculación de la universidad con la empresa y las capacidades de innovación, los autores demuestran que la generación de vínculos entre universidades y empresas impacta en el desarrollo y construcción de capacidades tecnológicas en forma significativa, los autores aseguran que conforme se va fortaleciendo la vinculación de la empresa con la universidad, se incrementan los conocimientos de una forma recíproca y como consecuencia, se generan mayores capacidades de innovación en la empresa. También observaron que permitió el acceso y creación conjunta de conocimientos científicos y técnicos, que constituyen la base para el fortalecimiento de las capacidades de innovación, derivado de estos hallazgos los autores enfatizan que se requiere fomentar una cultura de innovación en la estrategia de la empresa para lograr consolidar nuevos productos y procesos que promuevan las condiciones mínimas en la empresa para que sea capaz de identificar y utilizar el conocimiento generado en las universidades.

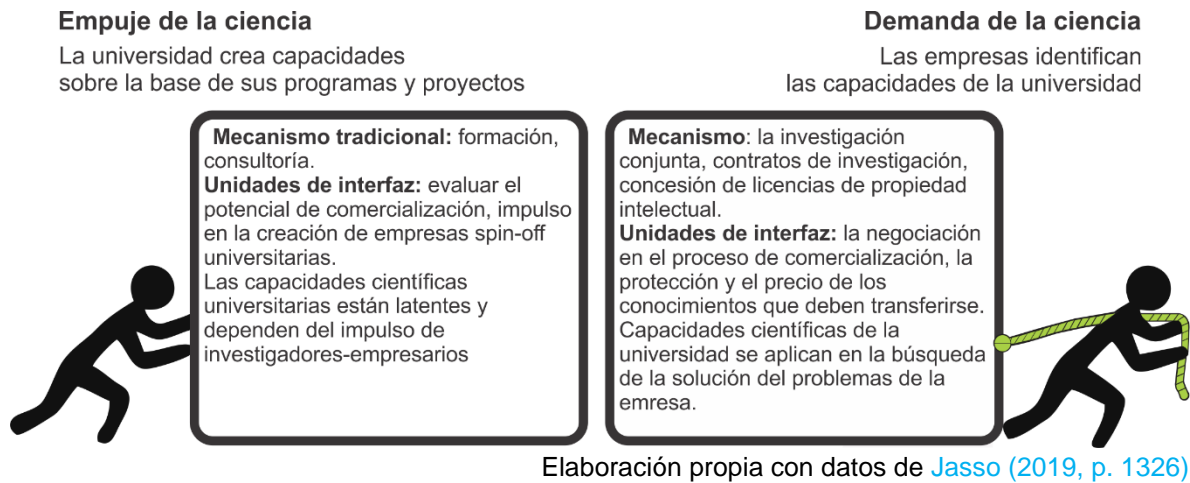
La finalidad de vincular a la universidad con la empresa es canalizar alumnos e investigadores a la solución de problemas de las empresas que perciban a la innovación como un factor vital dentro de su estrategia de negocios y logren identificar y utilizar las capacidades de las universidades para generar proyectos conjuntos que beneficien a ambas partes.

Para esta investigación se considerarán a las capacidades relacionales como las habilidades que le permiten a la empresa relacionarse con actores externos (proveedores, clientes, socios, competidores, ferias tecnológicas, revistas especializadas, subcontratistas, consultoras tecnológicas, escuelas técnicas, instituciones universitarias, centros de investigación, cámaras empresariales, etc.) para acceder o crear nuevo conocimiento al cooperar y compartir información, mediante la integración del conocimiento del mercado y de nuevas tecnologías para mantenerse como líder innovador fomentando el desarrollo de tecnologías o innovaciones tecnológicas.

2.8.2.4.1 Empuje y demanda de la Ciencia

Con la finalidad de mejorar la relación universidad empresa e incrementar la probabilidad de que los conocimientos y tecnologías resultado de las investigaciones de las universidades sean comercializados con éxito, principalmente las incubadoras y aceleradoras, parques científicos, oficinas de transferencia de tecnología, prueban diferentes formas de relacionar universidades y empresas que van desde lo informal a lo formal, buscan incrementar la transferencia de tecnología lo cual es un proceso complejo, que puede seguir diferentes caminos, con universidades, empresas y entidades de desarrollo económico que participan de diferentes formas. [Jasso \(2019\)](#) propone un mecanismo en el que puede ser identificado en el proceso de transferencia de conocimiento, desde la perspectiva de la universidad y empresas.

Figura 6 Vinculación universidad empresa



De acuerdo con la figura 6, hay dos mecanismos principales en el proceso de transferencia de conocimiento. El primero es aquel en la que la ciencia es una fuerza impulsora de la transferencia desde el lado de la universidad “empuje de la ciencia”. En el segundo “demanda del mercado” tira de la demanda del proceso. En el primer caso, el conocimiento se transmite a través de consultoría, formación del personal, actividades de asistencia técnica. En el segundo, las principales modalidades de transferencia son de investigación por contrato, proyectos conjuntos, y la venta o concesión de licencias de propiedad de los resultados de investigación generados en las universidades, donde los canales de interrelación entre las universidades y las empresas pueden ser de izquierda a derecha o de derecha a izquierda.

2.8.2.4.2 Obstáculos relacionados con las capacidades relacionales

En el estudio realizado por [Torres, et al. \(2018\)](#) los autores puntualizan los problemas que se presentan en México en torno a la vinculación entre las universidades y empresas como son: la carente vinculaciones entre el trabajo realizado en la universidad con las empresas, falta de conocimiento en el tema de propiedad intelectual en ambos actores, el rezago tecnológico del país, la alta resistencia al cambio y al riesgo y poca inversión en tecnología e innovación que realizan las empresas en México.

En la investigación de [Moctezuma y Puga \(2011\)](#), los autores identificaron algunos aspectos que contribuyen y alientan el proceso de transferencia de tecnología en las incubadoras de alta tecnología y en el rápido desarrollo de una empresa en incubación, para esto entrevistaron a 12 incubadoras de alta tecnología que representaban el 60% y encontraron un incremento en la tendencia en los proyectos evaluados (sometidos a revisión para iniciar un proyecto), identificaron que una vez que se revisan y rechazan, los emprendedores no regresan. Además, el principal problema son la falta de recursos económicos por parte de las empresas incubadas, por lo tanto, el proceso que inhibe la transferencia tecnológica es el financiamiento, porque los recursos llegaban en forma retrasada y el segundo problema es que el emprendedor carecía de una visión global de todo el proyecto. Para acelerar el proceso de incubación los autores sugieren mejorar la metodología haciendo más rápidos y eficientes los procesos, sin embargo, de las 12 incubadoras entrevistadas solo tres trabajaron en mejorarlo.

Desarrollar capacidades relacionales en la empresa es un reto, en el caso particular de la vinculación universidad-empresa la solución podría ser enfocar los esfuerzos en la cadena de valor de la transferencia de tecnología, es un esquema de doble flujo donde una posible solución podría ser: aumentar el volumen de resultados de investigación que tengan potencial para incorporarse en el proceso de transferencia, y generar las condiciones para que un mayor número de empresas sean capaces de ubicar y demandar el conocimiento con potencial innovador generado en las universidades que puedan beneficiar a las empresas ([Torres, et al. 2018, p. 422](#)).

2.8.3 Enseñanza de capacidades en la formación de emprendedores

Las características del desempeño de empresas que poseen capacidades dinámicas se pueden ubicar en diferentes sectores de la economía mundial, especialmente en sectores de alta tecnología.

Teece (2007) menciona que las cuatro principales características de estas empresas son que: la primera, el medio ambiente; están abiertas al comercio internacional y expuestas a las oportunidades y amenazas asociadas a cambios tecnológicos rápidos; la segunda, el propio cambio técnico es sistémico en que múltiples invenciones deben ser combinadas para crear productos o servicios que estén enfocados en satisfacer las necesidades de los clientes; la tercera, es que hay mercados mundiales bien desarrollados para el intercambio de bienes y servicios (componentes); y el cuarto, el entorno empresarial se caracteriza por poco desarrollo en el intercambio tecnológico y limitado conocimientos de gestión en el mercado. (p. 1320)

Por otra parte, Zahara et al. (2006) también analizan el emprendimiento y las relaciones entre capacidades sustantivas y capacidades dinámicas, cómo esta relación es apoyada por el conocimiento y las habilidades de la organización, influenciada por la edad organizacional que afecta la velocidad de aplicación de las capacidades dinámicas y el modo de aprendizaje utilizado en el cambio organizacional, además cómo el conocimiento organizacional y el dinamismo del mercado afectan el valor de las capacidades dinámicas en el emprendimiento.

2.8.3.1 Conocimiento

Para Nonaka y Takeuchi (1995) la única fuente de ventaja competitiva segura y duradera para las empresas exitosas es el conocimiento porque constantemente crean nuevo conocimiento, lo difunden en la organización y lo integran rápidamente en nuevos productos, servicios y procesos empresariales. Para los autores este conocimiento puede ser tácito o explícito, el tácito es el conocimiento que no es fácil expresar, se encuentra codificado en las personas, es difícil de plantear a través del lenguaje formal, difícil de transmitir y compartir con otros porque se basa en experiencias, *know-how*, habilidades, creencias, ideales, valores y emociones.

Por parte del conocimiento explícito esta codificado y transmisible a través de algún sistema de lenguaje formal porque puede expresarse a través de palabras y números, puede transmitirse fácilmente, en forma de datos, fórmulas científicas y procedimientos codificados en documentos, presentaciones, diseños, especificaciones, y simulaciones, además se expresa en algún soporte físico como documentos, manuales y libros.

Las capacidades de la empresa son la mezcla de rutinas organizacionales con interacciones sociales, resultado de los procesos internos de aprendizaje (tácitos y explícitos) y recursos utilizados por la empresa a lo largo de su historia, construye su cultura organizacional. A través del tiempo la empresa va desarrollando y explotando de mejor forma estas capacidades, las va dominando, que le permiten permanecer en el mercado, y al perfeccionarlas, evolucionan, las hace únicas, crea competencias organizacionales, las cuales le permiten tener ventajas competitivas.

La integración interna del conocimiento es la capacidad de coordinar las unidades especializadas dentro de la organización y apoyar la ejecución de un proyecto específico, donde muchas organizaciones requieren la integración de los conocimientos especializados que se encuentran en ciertos individuos, por otra parte, la integración del conocimiento externo es la apropiación de conocimientos tecnológicos provenientes de nuevos mercados (Carlsson y Eliasson, 1994 en [Torres y Jasso 2017b](#))

El conocimiento se manifiesta en la mente, memoria, talento e inteligencia de los individuos, pero la organización es la que los administra y transforma en activos, capacidades, competencias, y los incorpora a la actividad productiva y económica ([Nonaka y Takeuchi, 1995](#)). Todas las organizaciones poseen conocimiento, constituye un activo estratégico que se puede gestionar de diferentes interrelaciones desde la generación, almacenamiento, utilización y desarrollo. Existen factores internos y externos que influyen en el aprendizaje tácito y explícito de la organización que, a través de rutinas, de aprendizaje, de conocimiento acumulado a través del tiempo; interioriza y transforma el conocimiento en organizacional; para así generar capacidades y competencias para la empresa.

[Senge P. \(1990\)](#) en su libro la quinta disciplina menciona que las organizaciones inteligentes que aprenden tienen mejores resultados en todos los aspectos, cuentan con características como: pensamiento sistemático para ver la totalidad y no elementos aislados; un estilo de dirección autónomo y proactivo que transmite confianza a su gente, con una visión y objetivo compartidos; y aprendizaje en equipo con un registro del conocimiento generado a manera de historial, para que puedan aprender de ello.

[Davenport y Prusak \(1998\)](#) definen el conocimiento como un conjunto de nuevas experiencias estructuradas, valores, información contextualizada e ideas de expertos, además de ser complejo, diverso y volátil. Por esa razón las empresas cooperan y comparten información, generando capacidades de innovación, principalmente al integrarse a redes.

[Davenport y Prusak \(1998\)](#) mencionan que la gestión del conocimiento contempla definir la forma en la que se adquiere y comparte la información y el conocimiento dentro de la organización y cómo se difunde al exterior y que la capacidad de aprendizaje de una organización se deriva de la interacción entre los recursos (personas y de capital fijo), procesos (cómo se hacen las cosas), y los valores (incluida la cultura organizacional y la misión).

La capacidad de integrar y combinar los activos incluyendo el conocimiento es una habilidad básica (Kogut y Zander, 1992; Grant, 1996 en [Teece 2007](#)) y puede ser dentro de la empresa, entre la empresa y con organizaciones externas a ella (empresas o universidades).

La creación y el descubrimiento de oportunidades se origina en la mente de cada persona, es influenciado con los procesos de organización como las actividades de investigación y desarrollo las cuales requieren acceso a la información y conocimientos específicos para llegar a la actividad creativa y la capacidad de comprender y lograr ejecutar una oportuna toma de decisiones, para ello se debe acumular y filtrar información para lograr crear una conjetura o una hipótesis sobre la posible evolución de las tecnologías, las necesidades del cliente, y las respuestas del mercado ([Teece 2007](#)).

El establecimiento de mecanismos de absorción de conocimiento y la integración gradual de las diferentes fuentes de conocimiento, interno y externo a la empresa, permiten el desarrollo de las capacidades tecnológicas (Torres y Jasso 2017b).

2.8.3.2 Absorción

El aprendizaje se define como el proceso por el cual las personas y las organizaciones crean conocimientos y adquieren capacidades, este proceso es complejo y se basa en la repetición, experimentación y selección, de lo que pueda mejorar y ejecutar las tareas más rápido e identificar nuevas oportunidades (Dodgson M, 1993).

El papel que desempeñan las actividades de I+D en la empresa, sobre su habilidad para explotar conocimiento y generar procesos de innovación; la I+D en la empresa satisface dos necesidades para la empresa, la primera genera nuevo conocimiento y la segunda contribuir a las capacidades de absorción, las cuales se definen como la habilidad de una empresa para reconocer el valor de la información nueva externa a ella, para asimilarla y aplicarla con fines comerciales; las capacidades de absorción, las cuales son críticas para la capacidad de innovación (Torres, et al. 2018 p. 419).

Para Zahra (2002), la capacidad de absorción consiste en la capacidad de adquisición, asimilación, transformación y explotación, las rutinas y procesos subyacen a cada capacidad que, en combinación, permiten a las organizaciones hacer cambios que les permitan tener flexibilidad estratégica en los mercados dinámicos. Además, la capacidad de organización, compuesta de rutinas y tareas específicas puede desarrollar capacidades de adquisición y asimilación (capacidad potencial), pero pueden ser ineficaces en la capacidad de transformación y explotación (se dio cuenta de la capacidad). Zahra llama a esta diferencia como índice de eficiencia de la empresa. (p. 149)

Para [Newey y Zahra \(2009\)](#) las capacidades dinámicas y su impacto en los procesos de organización de planificación de la cartera y el desarrollo de productos, puede explicar cómo las empresas pueden desarrollar de forma rutinaria la capacidad de adaptación la cual puede tener un impacto en la ventaja competitiva, la evolución y el crecimiento de la empresa, donde la red de valor en la capacidad de absorción es un mecanismo clave en la capacidad de adaptación de la empresa en circunstancias extremas.

Henderson y Cockburn (1994 en [Teece 2007](#)) encontraron que la capacidad de una empresa para integrar el conocimiento de fuentes externas se debe a su arquitectura la cual estaba asociada positivamente con la productividad de investigación, medida por la cantidad de patentes.

Los procesos de aprendizaje tienen la finalidad de incrementar y acumular de forma sistémica el conocimiento con la finalidad de aplicar los conocimientos los cuales retroalimentan los procesos que aumentan con el uso y se deprecia si no se aplican.

Para Simón 1996 (en [Gutiérrez, D., 2018](#)) el aprendizaje inicia en el individuo después en la organización y finalmente en la red, a pesar de que se produce a través de individuos, la capacidad de aprendizaje de la organización es una combinación del conocimiento explícito y a veces tácito subconsciente, donde los dos principales componentes del aprendizaje organizacional son: la capacidad de compartir los conocimientos y hacer explícito el conocimiento tácito, esto con el fin de difundir y disponer de éste para transmitirlo, mejorarlo y conservarlo a través del tiempo, especialmente después de que los propietarios (empleados) de estos conocimientos tácitos abandonan la organización.

La importancia de desarrollar la capacidad de aprendizaje, es porque es crítico en los procesos para desarrollar o mejorar las habilidades para el aprendizaje donde están involucradas; prácticas y rutinas de interacción dentro y fuera de la empresa además de la habilidad de movilizar el conocimiento tácito y promover esa interacción a través del diseño cuidadoso de prácticas, rutinas y relaciones o a través de una organización más flexible donde se promueva desarrollar nuevas formas de hacer las cosas, hasta generar nuevas ideas.

2.8.3.3 Riesgo e incertidumbre

[Teece y Leih \(2016\)](#) mencionan que, con el riesgo, no se sabe lo que va a ocurrir, pero sabemos lo que la distribución de probabilidad de los posibles resultados se parece. Con la incertidumbre, que no sólo no sabemos lo que va a pasar, pero también no se sabe cuál es la posible distribución de futuros resultados, en parte debido a que ni siquiera se sabe el rango de posibles resultados.

Para [Teece y Leih \(2016\)](#) el riesgo puede ser cuantificado usando probabilidades, por el contrario, la incertidumbre no se puede cuantificar de esa manera. Con la incertidumbre, las incógnitas son desconocidas, se requieren respuestas muy diferentes de gestión además de mecanismos y técnicas empresariales para contener la incertidumbre.

[Teece y Leih \(2016\)](#) mencionan que se está compitiendo en todas las industrias en un mundo donde las capacidades se han extendido a diferentes regiones geográficas desde las más recónditas a las más dinámicas, como lo menciona William Janeway (en [Teece y Leih 2016](#)), “La economía de la innovación está saturada de incertidumbre no cuantificable”. Sin embargo, existen choques de gran escala y son poco frecuentes, y pequeños, pero bastante frecuentes, estos son particularmente comunes en el ámbito de las EBT.

El mundo empresarial actual es complejo y la incertidumbre está presente, [Teece y Leih \(2016\)](#) mencionan que Lord Keynes señaló hace más de medio siglo: es la incertidumbre, no un riesgo, la cual es la circunstancia más frecuente en entornos económicos y de negocios. Keynes menciona que la incertidumbre es un desafío para los inversores. Para los administradores se ve como un desafío importante porque se carece de información y conocimiento sobre el futuro, incluso en el mundo actual de “grandes datos” y de rápida difusión de información.

Los gerentes de innovación tienen que superar los eventos inesperados con un mínimo de interrupción y de preferencia sin tener que recurrir a la gestión de crisis, estableciendo sistemas flexibles para afrontar estos eventos que son característicos de las capacidades dinámicas fuertes de la empresa, para lograrlo, la razón y el análisis es sólo un elemento del proceso, se debe incluir imaginar el futuro tratando de construirlo, integrando las oportunidades disponibles para encontrar la mejor solución.

2.8.3.4 Toma de decisiones

El éxito de las empresas depende en gran medida de la correcta toma de decisiones, es por eso que Teece 2007 menciona que, las empresas organizadas jerárquicamente incluyen funciones burocráticas las cuales limitan la innovación por la extensa cantidad de barreras mediante los procedimientos estandarizados, las capacidades establecidas, activos complementarios, o rutinas administrativas pueden limitar o eliminar la innovación, sin embargo, la inversión en nuevas tecnologías en el largo plazo es fundamental para el provecho futuro de la empresa.

Como lo menciona Teece y Leih (2016) las capacidades empresariales son de suma importancia, pero las capacidades dinámicas tienen una dimensión de “orquestración de activos” empresarial que permite a las empresas responder de mejor forma ante futuros desconocidos.

El rendimiento a largo plazo de la empresa se determina por la forma en que el entorno empresarial (externo) premia a su patrimonio, el desarrollo y el ejercicio de (internos) las capacidades dinámicas se encuentran en el centro del éxito (o fracaso) de la empresa (Teece 2007). La gestión estratégica es una función clave para encontrar nuevas combinaciones de incrementar el valor de la empresa, y entre ellas con el apoyo usualmente de instituciones externas a ella. Los activos más valiosos dentro de la empresa son los conocimientos relacionados los cuales no son transaccionables, la coordinación e integración de dichos activos crean valor que no puede ser replicado en el mercado.

Por esa razón los administradores buscan nuevas combinaciones para lograrlo mediante la alineación de los activos coespecializados (Teece, 2007).

La capacidad de absorción permite a los directores “reconocer el valor de la nueva información, asimilarla y aplicarla con fines comerciales”, es importante para decidir el rumbo de la EBT con la finalidad de re-orientar y reconfigurar recursos y capacidades hacia oportunidades de negocio más sostenibles.

Newey y Zahra (2009) sugieren que las capacidades operativas y dinámicas tienen funciones diferentes pero complementarias en la evolución de la empresa por lo cual los autores sugieren la necesidad de construir y aprovechar estas capacidades en formas creativas para identificar y buscar nuevas oportunidades para poder tomar mejores decisiones, para lo cual tiene que explorar, reunir y explotar esas capacidades para maximizar la ventaja competitiva, sin embargo, éstas capacidades se desarrollan a ritmos diferentes.

Para las empresas resulta muy importante y necesaria la acertada toma de decisiones para garantizar que las oportunidades, una vez percibidas, puedan ser aprovechadas al reconfigurar el negocio oportunamente al satisfacer las necesidades del mercado con la tecnología disponible.

Para alentar el cambio Teece (2007) menciona que es a través de dos mecanismos, el primero es el diseño de estructuras organizativas, que se logra mediante incentivos y rutinas, para incentivar y recompensar la acción creativa; y la segunda con rutinas de desarrollo para asignar rutinas que generen rendimiento a largo plazo.

En la Tabla 7 Teece explica cuatro principales grupos para poder diseñar procedimientos para aprovechar las oportunidades mediante la toma de decisión correcta.

Tabla 7 Habilidades de toma de decisión estratégica y ejecución

<p>Delinear la solución del cliente y el modelo de negocios</p> <p>Selección de la Arquitectura y Tecnología de Productos; El diseño de arquitecturas de ingresos; Selección de clientes objetivo; Mecanismos de diseño para capturar valor.</p>	<p>Selección de límites empresariales para administrar Complementos y Plataformas “Control”</p> <p>Calibración de activos especificidad; El control de activos de cuello de botella; La evaluación de apropiabilidad; Identificando, capturando y administrando la Coespecialización.</p>
---	--

Estructuras empresariales, procedimientos, diseños e incentivos para Aprovechar Oportunidades

<p>Selección de protocolos de toma de decisiones</p> <p>Reconociendo puntos de inflexión y complementariedades; Evitar errores de decisión y sesgo de anti cannibalization</p>	<p>La construcción de lealtad y compromiso</p> <p>Demostrando liderazgo; Comunicación efectiva; Reconociendo los factores no económicos, valores y cultura. Elaboración propia con datos de Teece (2007)</p>
---	---

Para identificar exitosamente oportunidades y la empresa logre consolidara su crecimiento y rentabilidad se requiere de una infinidad de factores, pero los principales son la evaluación de las oportunidades tecnológicas y de mercado, la selección de las tecnologías y atributos del producto, el diseño de modelos de negocio, y el compromiso de los recursos financieros hasta las oportunidades de inversión (Teece 2007). Los administradores deben enfrentar y superar las limitaciones, Teece (2007) recomienda que para que la expansión de la empresa tenga éxito se deben de descentralizar las actividades de la empresa para lograr conseguir flexibilidad y capacidad de respuesta.

Para Teece (2007, p. 1320) el éxito de la empresa depende del descubrimiento y desarrollo de oportunidades; la combinación efectiva de las invenciones interna y externa generados; eficiente y efectiva transferencia de tecnología dentro de la empresa y entre las empresas; la protección de la propiedad intelectual; la incorporación de las mejores prácticas o procesos de negocio; la invención de nuevos modelos de negocio; toma de decisiones imparciales; además de la protección contra la imitación y otras formas de replicación de sus rivales, sin olvidar las nuevas “reglas de juego” en mercados globales.

La necesidad de detectar y aprovechar las oportunidades al reconfigurar cuando se produce el cambio se requiere de asignación, reasignación, combinación y recombinación de los recursos y activos, conforman la función estratégica clave de los ejecutivos los cuales requieren de habilidades para identificar y explotar las oportunidades y gestionirlas, las cuales son habilidades escasas ([Teece 2007, p. 1344](#))

Los servicios de gestión necesarios que subyacen a las capacidades dinámicas no pueden ser subcontratados debido a que la comprensión y aplicación de los procesos y estructuras que subyacen a las capacidades dinámicas son específicas de cada empresa ([Teece 2007](#)).

Capítulo 3 Emprendimiento de investigadores universitarios

Existe un interés mundial por el emprendimiento, una razón puede ser para impulsar o mantener el liderazgo de empresas en áreas de innovación o de alto valor. [Abereijo \(2015\)](#) menciona que la globalización ha impulsado una competencia que obliga a los países y empresas a que innoven para sobrevivir, donde la materia prima es un grupo de individuos creativos e innovadores ([p. 30](#)). La importancia radica en que el crecimiento y desarrollo de cualquier país se basan en el número y la calidad de las empresas que existen en él, ya sean industriales, comerciales, gubernamentales o de servicios, estas empresas son importantes por el impacto que tienen en la economía, por su importancia en la generación de empleo, el desarrollo regional, la innovación de productos, procesos y la investigación, entre otros ([Castro, et al., 2015](#)).

La Comisión Europea (2011, en [Abereijo 2015](#)), menciona que la educación y la formación en emprendimiento requieren pedagogías activas, centradas en el aprendizaje y prácticas del mundo real ([pp. 30-31](#)) debido a que, de esa forma se aprende a emprender mediante la experimentación, esto propicia que los emprendedores expandan sus límites actuales (Nab y Lans, 2012 en [Abereijo 2015](#)).

[Menzies \(2012\)](#) menciona que el enfoque de la innovación es compartido por muchos países. Menzies considera que el espíritu empresarial y de investigación, ciencia y tecnología son factores clave para la innovación y es de suponer que una combinación de éstos tendrá un impacto aún mayor y es ahí donde radica la relevancia de la investigación del espíritu empresarial científico ([p. 1](#)).

La importancia de los recursos humanos es mencionada por [Mendonça y Grimpe \(2015\)](#), ellos consideran que la mano de obra calificada es determinante central del crecimiento económico, principalmente en las industrias basadas en el conocimiento ([p. 2](#)). Esta importancia de los recursos humanos también se logró apreciar en la entrevista al Empresario, el cual mencionó:

“Hemos sido muy afortunados, nuestros empleados han sido nuestros estudiantes que han colaborado parcialmente en algunos desarrollos relacionados con líneas de investigación de control biológico, ellos han tenido una formación de maestría como mínimo. Lo que quisiéramos es que todos nuestros empleados fueran doctores porque Agro&Biotecnia es una empresa de tecnología” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

3.1 Concepto de emprendedor

El emprendimiento se ha estudiado por diferentes disciplinas y en diferentes momentos en el tiempo, por lo que lo primero que se abordara es definir el termino de emprendedor que ha sido abordado por muchos investigadores.

[Lupiáñez, et al. \(2014\)](#) menciona que el término “emprededurismo” se deriva de la palabra de origen francesa “entrepreneur”, la cual fue utilizada por primera vez en 1755 por el economista Richard Cantillon en su obra *Essai sur la nature du commerce*, donde se definió como “una persona de negocios que opera bajo condiciones donde los gastos son conocidos y ciertos y los ingresos desconocidos e inciertos, por cuanto existe un alto grado de incertidumbre en la demanda” ([Lupiáñez, et al., 2014 pp. 55-56](#)). Cantillon definió la función del empresario como la persona que asume riesgos en condiciones de incertidumbre, a diferencia del capitalista en el que solo es el que aporta el capital.

Para Kirzner (1921 en [Metcalf 2004](#)), el espíritu empresarial es una fuerza no innovadora, cohesiva y equilibradora, en cuya ausencia la economía de mercado no podría funcionar y los empresarios son los creadores de nuevos experimentos económicos. Sin embargo, para [Castro, et al. \(2015\)](#) un emprendedor no necesariamente es un buen empresario, ni un empresario es necesariamente un emprendedor, aunque existen más casos de emprendedores-empresarios exitosos como Steve Jobs, Bill Gates, Michael Dell, entre otros.

Sin embargo, el primer autor en considerar al emprendedor como un ente generador de crecimiento económico fue [Schumpeter \(1934\)](#), desde entonces, estudios recientes como los de [Johnson y Loveman \(1995\)](#) demuestran la importancia del desarrollo de las economías de mercado a través de los emprendedores exitosos.

En la definición Schumpeteriana del “emprendedor heroico” ([1934](#)) menciona que el emprendedor es el individuo que lleva a cabo nuevas combinaciones y también el agente que crea capacidades comerciales para cambiar las rutinas existentes ([Torres y Jasso, 2017b](#)).

En la teoría original de innovación de [Schumpeter \(1934\)](#), el papel del emprendedor se analiza en términos de una persona física. La concepción del emprendedor se considera como un conjunto de características del emprendedor individual heroico, más cercano a lo que sería un empresario en una micro o pequeña empresa como se concibe actualmente. ([Torres y Jasso, 2017b](#)).

[Penrose \(1959\)](#) explica el concepto de espíritu emprendedor como una función distribuida en la organización empresarial, enfocada en la innovación como una fuente de ganancias, como resultado del aprendizaje adquirido por la empresa en el desarrollo de nuevas aplicaciones sobre la base de los recursos específicos que posee. Por lo tanto, para Penrose la función emprendedora recae en la organización, y consiste en un conjunto de capacidades que le permiten a la empresa experimentar nuevas combinaciones de tecnologías y nuevas habilidades para la solución de problemas, permitiendo a las empresas generar procesos de innovación y crecimiento ([Torres y Jasso, 2017b](#)).

[De Vries \(1977\)](#), identifica al emprendedor por los roles que asume al consolidar la idea: innovación: administración o coordinación, y toma de riesgos. [Gartner \(1985\)](#) define al emprendedor como quien percibe la oportunidad y crea la organización para aprovecharla, Gartner sugiere que los elementos para estudiar el espíritu emprendedor sean: el entorno, las características del individuo, el proceso, y la organización creada.

La destrucción creativa es el proceso mediante el cual la innovación destruye estructuras viejas para generar nuevas (Schumpeter, 1950 en [Castro, et al., 2015](#)).

Para Schumpeter (1934 en [Castro, et al., 2015](#)) las innovaciones, constituyen un elemento fundamental en el funcionamiento de un sistema económico cuando se considera desde un punto de vista dinámico, son realizadas por empresarios involucrados en: La introducción de un producto nuevo, la introducción de un nuevo método de producción o de comercialización de un producto, la apertura de nuevos mercados, la obtención de nuevos oferentes de materias primas y la reorganización de una industria por medio de un monopolio o disolución de éste.

[Pereira \(2003\)](#) menciona que Schumpeter (1961 y 1965) identificó al emprendedor como el “destructor creativo” que rompe los ciclos ajustados del mercado con la introducción de una innovación que le brinda una ventana de tiempo monopolística que le permite fijar un precio muy superior al costo de producción, que con el tiempo se reduce cuando es copiado por sus competidores, lo que lleva a la disminución de precios ajustando el mercado.

Dando inicio al ciclo donde el emprendedor volverá a romper con otra innovación y, por lo tanto, lo que realmente diferencia al emprendedor es un proceso de desarrollo caracterizado por la constante innovación ([Castro, et al., 2015](#)).

[Ripsas \(1998\)](#) considera la naturaleza de las decisiones de los emprendedores por tres características: su naturaleza innovadora y por lo tanto su conexión con el nuevo conocimiento; las perspectivas inciertas y por ello, su dependencia del conocimiento parcial; finalmente, las extraordinarias recompensas de los beneficios que pueden derivarse de la implementación de estas decisiones y, por lo tanto, su conexión con el conocimiento radical.

Dees, G. (2001) identificó cuatro aspectos diferenciadores del emprendimiento: destrucción creativa: Joseph Schumpeter menciona que la generación de productos o servicios innovadores destruye los que estaban previamente en el mercado; creación de valor, según Jean-Baptiste Say, el emprendedor traspasa recursos económicos de un área de baja productividad a una de alta productividad y mayor rendimiento; identificación de oportunidades, de acuerdo con Peter Drucker, un emprendedor no genera cambio, sino que explota las oportunidades que el cambio brinda; e ingenio, Howard Stevenson destaca la capacidad de los emprendedores no solo de aprovechar oportunidades, sino de afrontar los retos que conlleva la falta de recursos para emprender.

Para Castro, et al. (2015) el emprendedor es quien utiliza ingenio, audacia, entusiasmo, ilusión e insatisfacción laboral para realizar cambios a través de la innovación de ideas, productos o procesos, sin que esto implique necesariamente su participación en la creación o dirección de las empresas, es quien invierte en la empresa capital propio o ajeno y la dirige con la finalidad de obtener un rendimiento.

Generalmente los autores definen al emprendedor, pero limitan su actividad a una persona, excluyendo a equipos que trabajan en empresas existentes y excluyen el emprendimiento en contextos no económicos, sin embargo, Metcalfe (2004) menciona que “Lo que importa es la actividad y la función, no la cantidad de mentes involucradas”, por esa razón se debe reconocer que no solo el líder empresarial de una empresa privada puede ser emprendedor.

3.2 Función del emprendedor

En este apartado se presentan las principales funciones que diversos autores consideran que son esenciales para los emprendedores al incursionar en la creación de una empresa.

[Carton et al. \(1998\)](#) define al emprendedor como la persona capaz de detectar una oportunidad que implica la creación de una empresa con la expectativa de crear valor para todos los participantes. [Wennekers y Thurik \(1999\)](#), definen al emprendedor como “la capacidad manifiesta y el deseo de los individuos, ya sea por ellos mismos o por equipos, dentro o fuera de organizaciones existentes, de crear nuevas oportunidades económicas, con nuevos productos, formas de organización, métodos de producción, entre otros, e introducir sus ideas en los mercados, haciendo frente a la incertidumbre y a otros obstáculos, adoptando decisiones sobre la localización y en la forma y uso de los recursos y de las instituciones”.

Shumpeter (en [Castro, et al., 2015](#)) establece que el empresario es el que promueve el cambio tecnológico que impulsa el desarrollo del sistema capitalista mediante un proceso que se produce en tres fases: invención, es la creación de nuevos productos o procesos productivos, no es exclusivo del empresario, también de inventores y de la creatividad; innovación, es la aplicación de la invención a usos comerciales o industriales, la función principal del empresario innovador, e imitación, que realizan los demás empresarios, conservadores, que imitan o copian la innovación.

[Torres y Jasso \(2017b\)](#) toman las ideas de Schumpeter y Penrose como base para conceptualizar el emprendimiento como una función que ocurre dentro de una organización a lo largo del tiempo. En la primera fase del ciclo de vida de una empresa (origen), el empresario individual desempeña un papel crucial. Luego, la compañía pasa por varias etapas de su ciclo de vida, que reflejan el desarrollo de Capacidades Emprendedoras que están compuestas por un conjunto de otras capacidades.

Se puede apreciar que la función emprendedora es más que tener una idea o pensamientos nuevos, en el caso particular de un emprendedor de una EBT tiene que consolidar su idea con el conocimiento científico en una organización comercial que sea aprobada por un mercado mediante acciones que le permitan consolidarse, crecer y tener ganancias. Para lograrlo se requiere tener la capacidad de reunir los recursos intelectuales, económicos, productivos y sociales para interactuar con proveedores, socios y clientes, para lograr administrar una EBT y que esta pueda de primera instancia sobrevivir y posteriormente mantenerse a lo largo del tiempo.

La función del emprendedor en las EBT es crucial ya que de esta depende que la empresa se mantenga a través del tiempo y tenga ganancias, es interesante analizar cómo los investigadores han estudiado la formación de los emprendedores en diversas partes del mundo, con la finalidad de impulsar la creación de empresas, que se presenta en la siguiente sección.

3.3 Formación de emprendedores científicos universitarios

El emprendimiento juega un papel importante en la creación de empleo, productividad y crecimiento económico (Parker2005 en [Padilla-Meléndez et al. 2014](#)). Por esa razón, [Abereijo \(2015\)](#) hace énfasis en la tendencia de muchos países del mundo por esforzarse en desarrollar programas educativos que fomenten competencias empresariales especialmente en los jóvenes. El autor considera que la formación empresarial fomenta una mentalidad emprendedora en la sociedad, la creación de nuevas empresas y el uso eficiente del potencial creativo, así como de los conocimientos y habilidades existentes disponibles en dicho país (p. 31).

[Mendonça y Grimpe \(2015\)](#) comparan el emprendimiento en Alemania y Portugal, mencionan que en relación con la literatura que ellos consultaron consideran que se ha prestado poca atención al papel que desempeña el capital humano en la creación de capital emprendedor (p. 2). Los autores argumentan que la generación de nuevos conocimientos requiere capital humano cualificado, y también lo hace la capacidad de absorber esos conocimientos, como individuos deben ser capaces de reconocer y absorber este conocimiento para transmitirlo o llevarlo al mercado a través de la actividad empresarial (p. 2)

A nivel internacional existe preocupación de cómo consolidar la formación de emprendedores exitosos, de cómo los profesores entienden la educación empresarial, cómo la valoran y su voluntad de adoptar nuevos métodos pedagógicos, en relación con estas inquietudes, [Abereijo \(2015\)](#) considera que los profesores también deben ser emprendedores, poseer las habilidades, conocimientos y actitudes necesarias para lograr ayudar a los estudiantes a adquirir competencias empresariales (p. 31).

En la investigación de [Martin et al. \(2013\)](#) mencionan que los estudiantes que han tomado cursos relacionados con la formación y educación emprendedora de nivel universitario en creación de empresas tienen mayor intención para iniciar un negocio y pueden identificar oportunidades de negocio más fácilmente respecto a los que no (p. 213).

El emprendimiento en los universitarios ha sido estudiado por autores como [Agarwal y Shah \(2014\)](#) donde mencionan que la investigación en instituciones académicas sirve como contexto de conocimiento para el emprendimiento académico, los autores enfatizan que cuando las empresas son fundadas por científicos que innovan en el contexto de universidades, laboratorios nacionales o instituciones que realizan investigación básica (p. 1).

[Padilla-Meléndez et al. \(2014\)](#) analizan el emprendimiento en universitarios y encontraron que los estudiantes llegan a la universidad con las necesidades y aspiraciones emprendedoras además de percepción positiva del emprendimiento.

[Padilla-Meléndez et al. \(2014\)](#) encontraron que la conveniencia de crear una empresa se relaciona positivamente con la intención de emprender y que existe una asociación entre la comodidad percibida, tolerancia al riesgo, y la viabilidad percibida de las intenciones emprendedoras (p. 8).

Otro estudio realizado por [Räty, et al. \(2019\)](#), analiza la percepción que tienen los estudiantes universitarios respecto a sus habilidades de emprendimiento, los autores mencionan que la percepción de la capacidad empresarial en un contexto académico se percibe como una categoría más restringida a la que sólo unos pocos individuos específicos tienen acceso y por otra parte lo que quieren más que nada en la vida laboral es la estabilidad y seguridad en lugar de avance en la carrera, el aumento de los ingresos o posibilidades de funcionar en entornos internacionales.

Como menciona [Agarwal y Shah \(2014\)](#) la investigación en instituciones académicas sirve como contexto de conocimiento para el emprendimiento académico (p. 1). Sin embargo, en la investigación de [Mendonça y Grimpe \(2015\)](#) los autores mencionan que no todos los alumnos son capaces de utilizar el conocimiento disponible de forma equitativa, por la capacidad que tienen estos para recibir los efectos secundarios, los autores consideran que dependen de la disponibilidad de capital humano para recibirlo, absorberlo y utilizarlo (p. 2).

El estudio de [Menzies \(2012\)](#) analiza la similitud que existe entre empresarios y científicos y menciona que los científicos consideran que tienen una dedicación a la verdad y el respeto por la literatura pública, y para ser motivado por la ciencia misma y no por las recompensas externas. Por esa razón Menzies considera que, en este sentido, son características muy similares que comparten con los empresarios. Menzies enfatiza en que los rasgos de los científicos han sido idealizados y elogiados, tanto que algunos son menos deseables, pero son inseparables de su función, como el egoísmo y la estrechez de su visión, que hasta ahora ha sido ignorado (p. 41)

3.3.1 Investigaciones en emprendimiento universitarios

Existe un interés por realizar estudios que abordan el emprendimiento universitario uno de ellos es [Abereijo \(2015\)](#) menciona que, existe una tendencia creciente en muchos países del mundo en poner esfuerzos en desarrollar programas educativos que puedan fomentar las competencias empresariales de las personas, especialmente de los jóvenes debido a que la formación empresarial fomenta una mentalidad emprendedora en la sociedad, el uso eficiente del potencial creativo, así como de los conocimientos y habilidades disponibles en dicho país o región (p. 31). Abereijo enfocó su investigación en alumnos de maestría, analizó la importancia de desarrollar la competencia empresarial de los profesores universitarios, que son vistos como socios en el progreso en la promoción del ingenio de los estudiantes y concluye que los profesores deben estar equipados con las habilidades, conocimientos y actitudes adecuadas sobre el emprendimiento debido a que esto impacta en el éxito del emprendimiento de los alumnos.

Por otra parte, [Padilla-Meléndez et al. \(2014\)](#) realizaron un estudio donde involucraron a alumnos universitarios de una escuela de negocios en participar en un programa de entrenamiento al aire libre enfocado en el desarrollo de competencias emocionales. Los autores encontraron que después del entrenamiento los estudiantes pueden ser más conscientes de sus competencias emocionales y con la ayuda de consultores y la interacción con los demás pueden mejorar su intención emprendedora, trabajando en la confianza en sí mismo, la relación-gestión, y el riesgo, así como una mejor percepción por parte de los alumnos de cómo iniciar un negocio. Los autores concluyen que los datos cuantitativos y cualitativos han mostrado que la participación en un programa de entrenamiento al aire libre tiene beneficios en el fomento del espíritu emprendedor.

Otra investigación elaborada por [Räty, et al. \(2019\)](#) analizaron alumnos de universidades de Finlandia evaluando la percepción que tenían los alumnos universitarios respecto a su intención emprendedora. Los investigadores encontraron tres hallazgos en términos de capacidades de autoevaluación:

Primero la capacidad empresarial en un contexto académico se percibe como una categoría restringida a la que sólo unos pocos individuos específicos tienen acceso. Segundo, más de la mitad de los participantes consideró que era improbable convertirse en empresario en alguna fase de su carrera, mientras que aproximadamente una quinta parte de los participantes consideró que esta opción es muy probable. Tercero, los estudiantes que se evaluaron como innovadores y competitivos, personas ambiciosas que no tienen aptitud académica o convencional particular, eran propensos a posicionarse como empresarios potenciales sobre su intención empresarial.

Otros estudios como el de [Padilla-Meléndez et al. \(2014\)](#) los autores identificaron estudios importantes que se muestran en la tabla 8 donde comparan diferentes investigaciones respecto a las intenciones emprendedoras de los estudiantes universitarios, existen artículos que desarrollan instrumentos, evalúan las características psicológicas, consideran la capacidad del emprendedor como la capacidad de evaluar los resultados pretendidos como la autoeficacia y el atractivo, así como la factibilidad del emprendimiento y el género del emprendedor. Todos estos estudios enfocados en estudiantes universitarios y sus características personales al emprender.

En relación al fomento del emprendimiento en universitarios, [Martin et al. \(2013\)](#) investigaron la probabilidad que tienen los universitarios de emprender, y concluyen que los estudiantes que han tomado cursos universitarios en creación de empresas tienen mayor intención de iniciar un negocio en relación con aquellos que no han tomado cursos empresariales. Los investigadores mencionan que las personas que han tenido la formación empresarial y la educación también son más propensas a iniciar un negocio (Kolvereid y Moen, 1997 en [Matín et al., 2013](#)) que los que no han tenido la educación y la formación empresarial. También pueden tener más éxito en las tareas de identificación de oportunidades que los que no han recibido educación o formación empresarial.

Tabla 8. Características e intenciones emprendedoras de estudiantes universitarios

Referencia	Desarrollo de instrumento	Características psicológicas	Autoeficacia	Atractivo	Factibilidad	Género
Bolton y Lane (2012)	✓	-	-	-	-	-
Drost y MacGuire (2011)	-	✓	✓	-	-	-
Guerrero et al. (2008)	-	-	-	✓	✓	-
Kickul et al. (2009)	-	-	✓	-	-	-
Liñán (2008)	-	✓	-	-	-	-
Liñán y Chen (2009)	✓	-	-	-	-	-
Liñán y Santos (2007)	✓	-	-	-	-	-
Lüthje y Franke (2003)	-	✓	-	-	-	-
Prabhu et al. (2012)	-	✓	✓	-	-	-
Sánchez-Escobedo et al. (2011)	-	-	-	-	-	✓
Schwarz et al. (2009)	-	-	-	-	-	✓
Shinnar et al. (2012)	-	-	-	-	-	✓
Shook y Bratianu (2010)	-	-	✓	✓	-	-
Thompson (2009)	✓	-	-	-	-	-
Valencia et al. (2012)	-	-	-	✓	✓	-
Veciana et al. (2005)	-	-	-	✓	-	-
Yusof et al. (2007)	-	✓	✓	-	-	-

Elaboración propia con datos de ([Padilla-Meléndez et al., 2014](#))

[Abereijo \(2015\)](#) menciona que el modelo actual de educación para el emprendimiento se centra en el desarrollo de una sociedad empresarial que tenga un contexto más amplio que las empresas emergentes. Esto, según Gibb (2002 en [Abereijo \(2015\)](#)), requiere un enfoque holístico del conocimiento, un fuerte énfasis en la variedad pedagógica y el aprendizaje basado en experiencias. También requiere una comprensión de cómo diseñar organizaciones empresariales de todo tipo, y se hace hincapié en el desarrollo de la mentalidad emprendedora.

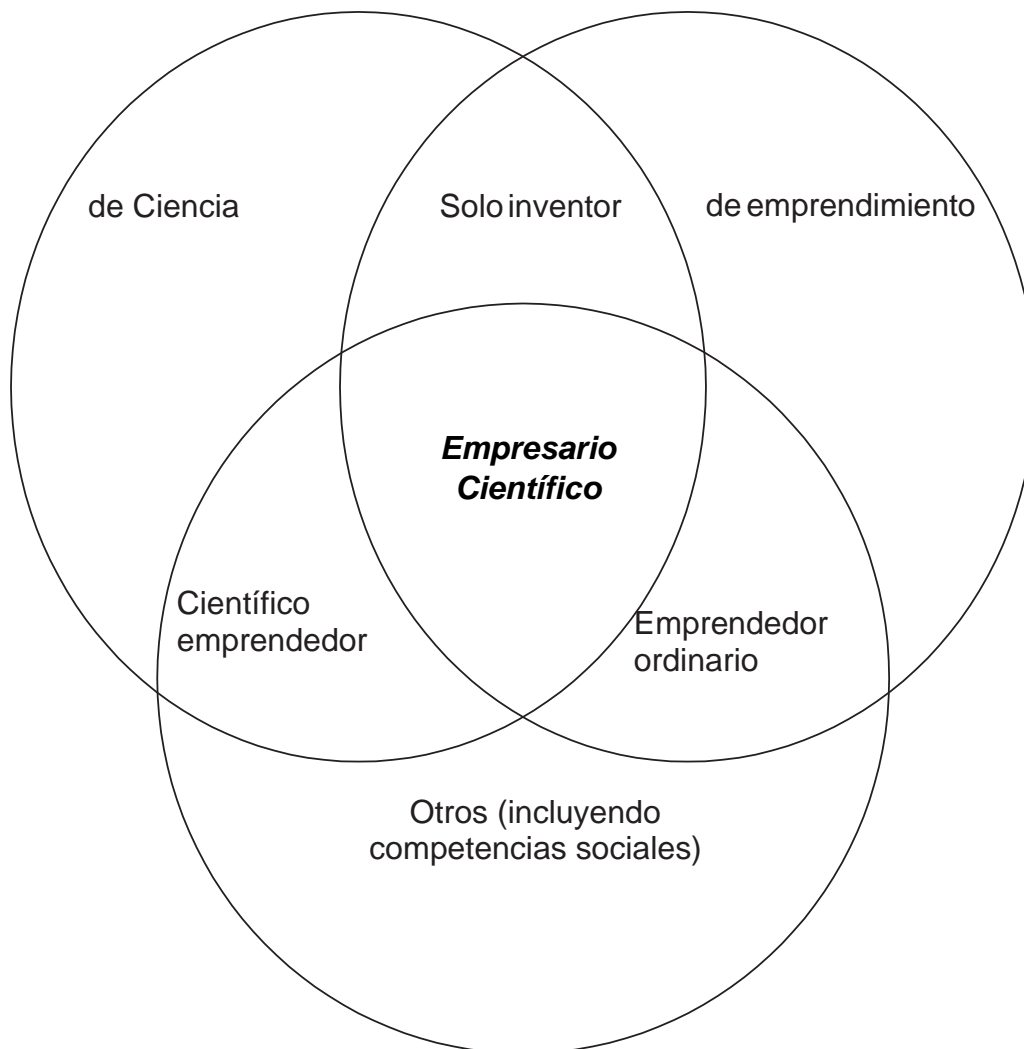
La Comisión Europea (2011 en [Abereijo 2015](#)) recomienda que la educación y la formación en emprendimiento requieren pedagogías activas y centradas en el aprendizaje y actividades que utilicen oportunidades prácticas del mundo real. Esto es para garantizar que el "aprendizaje para el emprendimiento" permita a los estudiantes asumir la responsabilidad de aprender a experimentar, empujar fronteras y aprender sobre sí mismos (Nab y Lans, 2012 en [Abereijo 2015](#)).

Existe un conjunto de rasgos de personalidad comunes entre todos los emprendedores exitosos, incluyen la necesidad de logro, así como la persistencia, la perspectiva innovadora, baja necesidad de la conformidad, alto nivel de energía, la asunción de riesgos y la eficiencia ([Menzies, 2012](#)). La evidencia empírica indica que los factores más importantes en el éxito empresarial son: alta autoeficacia; capacidad de detectar y reconocer las oportunidades; alta perseverancia personal; alta de capital humano y social; y habilidades sociales superiores (Markman y Baron 2003 en [Menzies, 2012](#))

Los empresarios necesitan una cantidad considerable de habilidades sociales e interpersonales para construir y cultivar redes y otros tipos de capital social que les permita recoger la información y los recursos necesarios (Cromie 1994; Baron y Markman 2000; Shane y Stuart 2002; Davidsson y Benson 2003; Mosey y Wright 2007; Aldridge y Audretsch 2011 en [Menzies, 2012](#)), para ser capaces de organizar y dirigir a otros para que sus esfuerzos tengan éxito.

Las nuevas políticas y esquemas destinados a fomentar su desarrollo podrían introducirse en paralelo con los enfoques existentes de emprendimiento científico, esto significa rechazar las distinciones artificiales entre ciencia y comercio (e investigación básica y aplicada) y la adopción de nuevos modelos mentales que expanden las superposiciones entre ciencia y emprendimiento, como se muestra en la figura 7, sin embargo, estos cambios en la percepción pueden ser resistidos, por razones descritas por varios autores (por ejemplo, Snow 1963; Scho" n 1983; Argyris 1991; Carlile 2002; Musgrave 2009, en [Menzies, 2012](#)).

Figura 7. Localización conceptual del emprendimiento científico



Elaboración propia con datos de [Menzies, \(2012\)](#)

El entrenamiento al aire libre puede ayudar a desarrollar la orientación empresarial individual además de mejorar la intención de los estudiantes mediante la organización de prácticas de aprendizaje experimental, algunos beneficios se aprecian en un mayor auto-conocimiento y la conciencia de las limitaciones personales, se mejora la motivación, las habilidades de comunicación, la coordinación y la empatía. En general, después de participar en entrenamiento al aire libre, los estudiantes universitarios tienden a ser más emprendedores. (en [Padilla-Meléndez et al., 2014](#))

3.3.2 Características en la formación de emprendedores

[Padilla-Meléndez et al. \(2014\)](#) menciona que el emprendimiento juega un papel importante en la creación de empleo, ganancias de productividad y crecimiento económico, por esa razón se buscan mecanismos que motiven el emprendimiento.

Por otra parte [Abereijo \(2015\)](#) menciona que se requiere adoptar nuevos métodos pedagógicos en como los profesores entienden la educación empresarial (p. 2). Abereijo sugiere que los profesores también deben ser emprendedores al poseer las habilidades, conocimientos y actitudes necesarias para ayudar a los estudiantes a adquirir competencias empresariales (p. 2).

Abereijo menciona que la Comisión Europea propone que la educación y la formación en emprendimiento requieren pedagogías activas y centradas en el aprendizaje con actividades oportunidades y prácticas con el mundo real (pp. 30-31).

Abereijo sugiere que se debe enfatizar la enseñanza en conocimientos y habilidades en negocios, comenta que diversos autores sugieren que la educación empresarial debe de desarrollar en los estudiantes ciertas creencias, valores y actitudes para que puedan ver el emprendimiento como una opción atractiva para el empleo remunerado (p. 31).

Se debe aprovechar las aspiraciones y necesidades con la que los estudiantes universitarios llegan, [Padilla-Meléndez et al. \(2014\)](#), menciona que los estudiantes llegan a la universidad con las necesidades y aspiraciones emprendedoras, además de percepciones positivas del emprendimiento y se relacionan positivamente con la intención de emprender (p. 8). Además, existe una asociación entre la comodidad percibida, tolerancia al riesgo, y la viabilidad percibida de las intenciones emprendedoras (p. 8).

Otros autores como [Räty, et al. \(2019\)](#) sugieren aprovechar los atributos personales y capacidades percibidas además del espíritu empresarial en un contexto académico, además del optimismo, la innovación, la propensión a la asunción de riesgos, la necesidad de logro, la autoeficacia generalizada, la tolerancia al estrés, la necesidad de autonomía y personalidad activa están vinculados con la intención empresarial (p. 3). Y se debe trabajar en el espíritu empresarial que es percibido como restringido a pocos individuos específicos (p. 3)

Los nuevos métodos pedagógicos deben de considerar las sugerencias de [Mendonça y Grimpe \(2015\)](#) sugieren que los individuos deben ser capaces de reconocer, absorber y comercializar los conocimientos con el fin de convertirse en emprendedores (p. 3). Los autores mencionan que no solo es trabajo de los que imparten el conocimiento, también depende en gran medida de la disponibilidad de capital humano para recibirlo, absorberlo y utilizarlo, debido a que no todos los agentes son capaces de utilizar el conocimiento disponible de forma equitativa ni mucho menos de recibir los efectos secundarios (p. 4).

Una característica importante al considerar en la formación de emprendedores es el entorno, [Mendonça y Grimpe \(2015\)](#) comentan que las empresas basadas en conocimiento son impulsadas por los niveles locales de creación de conocimiento y la aceptación de nuevas ideas, lo que indica que el conocimiento local fluye, por esa razón los autores consideran que el entorno juega un papel importante en el emprendimiento (p. 5).

De acuerdo con la investigación de [Menzies \(2012\)](#), los factores con evidencia empírica con que se vincula más fuerte el éxito empresarial son: autoeficacia; capacidad de detectar y reconocer las oportunidades; perseverancia personal; capital humano y social; y habilidades sociales superiores (p. 41)

En el proceso del emprendimiento científico, [Menzies \(2012\)](#) considera que las redes son muy importantes debido a que los emprendedores necesitan una cantidad considerable de habilidades sociales e interpersonales para construirlas además de otros tipos de capital social que les permita recoger la información y los recursos necesarios para ser capaces de organizar y dirigir a otros y sus esfuerzos tengan éxito (p. 41).

Otro estudio es el realizado por [Padilla-Meléndez et al. \(2014\)](#) donde su estudio demuestra que las características psicológicas de personalidad de los estudiantes juegan un papel importante para convertirse en empresarios, consideran que se debe trabajar en unificar el espíritu emprendedor con competencias emocionales, como la autogestión y habilidades de gestión social (p. 2).

Como se puede apreciar en las investigaciones anteriores, los investigadores sugieren que los estudiantes universitarios llegan con disponibilidad al emprendimiento, el cual se debe aprovechar y potencializar los atributos personales para cambiar la percepción donde el emprendimiento es únicamente para individuos específicos. Los nuevos métodos pedagógicos deben incluir a profesores emprendedores que logren inculcar habilidades, conocimientos y actitudes necesarias para ayudar a los estudiantes a adquirir competencias empresariales necesarias mediante prácticas reales y la formación tenga un carácter más integral y los emprendimientos sean exitosos.

3.3.3 Similitudes entre investigadores y empresarios

[Menzies \(2012\)](#) considera importante trabajar en rechazar las distinciones entre ciencia y comercio (e investigación básica y aplicada) y la adopción de nuevos modelos mentales que relacionan a la ciencia y emprendimiento (p. 41) debido a que puede ser de entrada una limitante en el emprendimiento científico. En una entrevista que realizó Menzies en su investigación, un investigador le dijo “Yo pienso que un buen científico puede ser un buen emprendedor – porque usa las mismas herramientas, pero con una mentalidad diferente” (p. 40).

Menzies (2012) identifica un conflicto entre el espíritu empresarial como una conducta individual y la investigación como un proceso de colaboración (por ejemplo; entre el intercambio de información de la ciencia y el secreto de los negocios). Encontrar el equilibrio adecuado entre los dos es un reto delicado que no todos pueden negociar (p. 41). Por esa razón, Menzies elabora la tabla 9, donde hace una comparativa de los atributos de metacompetencias, que comparten los científicos y los empresarios que se deberían considerar en la formación de emprendedores científicos.

Tabla 9. Atributos de metacompetencias de emprendimiento científico

<p>Cualidades de los empresarios científicos</p> <p>Capacidad para conciliar las diferencias en las competencias respectivas. Habilidades de comunicación de alto nivel dentro y entre áreas. Liderazgo de alto nivel y habilidades de trabajo en equipo. Capacidad de alto nivel para aprovechar oportunidades para comercializar Investigación Ciencia y Tecnología</p>	
<p>Cualidades del ámbito científico</p> <p>Motivado por el conocimiento por sí mismo Profundo conocimiento Aversión al riesgo financiero Tomador de decisiones incremental Tender al perfeccionismo Capacidad para aprovechar las oportunidades científicas</p>	<p>Cualidades del ámbito empresarial</p> <p>Motivado por el deseo de aplicación Amplio conocimiento Abierto al riesgo financiero Tomador de decisiones "heurístico" Satisfecho por ser "suficientemente bueno" Capacidad para aprovechar oportunidades comerciales</p>
<p>Cualidades compartidas</p> <p>Pensamiento creativo y lateral. Visión Busca y crea conocimiento Ver ideas como herramientas Atención Resolución de problemas Toma de riesgos gestionados Conectividad (construcción y uso de capital social relacionado) Perseverancia Altos niveles de autoeficacia</p>	

Elaboración propia con relación a [Menzies, M. B. \(2012 p. 53\)](#)

Los científicos y empresarios realizan actividades diferentes pero desarrollan habilidades similares, mientras que unos investigan los otros comercializan y ambos se enfrentan a problemas relativamente similares por ejemplo un investigador indaga alternativas para lograr desarrollar una vacuna, se enfrenta al proceso de prueba y error, supera la frustración de fracasar en el intento y vuelve a iniciar una nueva prueba, en el caso del empresario al comercializar un producto busca maneras de lograr encontrar el mercado objetivo desarrollando estrategias que le ayuden a consolidar la comercialización de su producto e intentar repetir el ciclo hasta lograr consolidar su comercialización exitosamente.

Sin embargo, a pesar de que los empresarios y los emprendedores tienen cualidades muy similares existe una barrera psicológica en México (que se apreció en las entrevistas) y al parecer es un patrón que se presenta en diversas partes del mundo (Menzies en Nueva Zelanda), por esa razón, se abordó en el punto 2.3.2 Limitantes psicológicos y sociológicos para el emprendimiento, donde se presentó el concepto de paradigma por Thomas Kuhn, Adam Smith y Joel Barker, a continuación se presentan investigaciones donde se analiza el paradigma del investigador empresario y posteriormente el paradigma del investigador empresario.

3.3.4 Paradigma del investigador empresario

En Nueva Zelanda, [Menzies \(2012\)](#) estudia la capacidad empresarial científica y considera que existen paradigmas desde el punto de vista popular donde los científicos no pueden ser empresarios (p. 43). El emprendimiento científico contempla distinciones artificiales entre ciencia y comercio (e investigación básica y aplicada) y la adopción de nuevos modelos mentales que expanden las superposiciones entre ciencia y emprendimiento (p. 47).

[Räty, et al. \(2019\)](#) analizan las implicaciones sociales en términos de capacidades de auto-percepción, y su hallazgo indica que la capacidad empresarial en un contexto académico se percibe como una categoría restringida a la que sólo pocos individuos pueden pertenecer.

El emprendimiento de EBT ha sugerido que existe una brecha entre los científicos y los empresarios, pero sus actividades también se podrían complementar y ambos desarrollan habilidades que podrían beneficiarse, por ejemplo, la experiencia comercial, le beneficiaría al científico para comercializar la nueva tecnología, mientras que el empresario orientado a la comercialización requiere de conocimientos técnicos para brindar orientación y asistencia técnica.

Para Menzies es teóricamente posible que un hombre de negocios con el excedente de capital y sin experiencia técnica pueda comenzar una nueva empresa de alta tecnología, sin embargo, la mayoría de las nuevas empresas de alta tecnología fueron fundadas por científicos empresarios (Menzies, 2012).

Es necesario gestionar cambios en la sociología de la ciencia para que los científicos motiven el emprendimiento científico en lugar de presionar negativamente sobre sus compañeros que se dedican al comercio (Walton 2003 en Menzies, 2012). Además, los emprendedores científicos deben considerar la creación de redes y modelar su comportamiento sobre los ejemplos exitosos, eso podría ayudar a los empresarios científicos a reconocer sus propias competencias, que les permitiría seguir el mismo camino (Menzies, 2012).

Las prácticas de gestión modificadas solo serán posibles si se da el contexto organizativo adecuado (Ziman 1984, 1994; Bryson y Merritt n.d. en Menzies, M. B. 2012). Las organizaciones necesitan un alto nivel de habilidad de gestión corporativa para crear un ambiente que incentive y permita el comportamiento empresarial y no empresarial, para asignar niveles apropiados de riesgo y recompensa (Göransson et al., 2009 en Menzies, M. B., 2012) que en el caso del emprendimiento científico podría reducir el riesgo de fracaso y orientar el emprendimiento para que el proceso sea más atractivo, exitoso y en un menor tiempo.

Estos estudios relacionados con los tratados en la sección 2.3.2, se abordaron conceptos de paradigmas por Thomas Kuhn, Adam Smith y Joel Barker, refieren que un cambio paradigmático es, un cambio hacia un nuevo juego o bien un nuevo conjunto de reglas que cuando cambian, el mundo entero puede cambiar.

En el caso particular de esta investigación si el IBt e IBo forman e impulsan a los alumnos y egresados del doctorado a emprender, disminuiría la brecha entre los científicos y los empresarios, esto impulsaría el desarrollo en el emprendimiento de empresas científicas, que beneficiaría la economía de la comunidad, región y hasta el país.

Capítulo 4 Emprendimiento Biotecnológico en el Instituto de Investigación Biomédicas y del Instituto de Biotecnología

La metodología utilizada en este trabajo es de corte cualitativo que se basa en un estudio de caso del Instituto de Investigación Biomédicas (IIB) y del Instituto de Biotecnología (IBt). Este trabajo empírico se basa en dos entrevistas; la primera fue al Dr. Enrique Galindo Fentanes (en adelante Empresario), del Instituto de Biotecnología de la UNAM campus Morelos, quien consolidó una empresa “Agro & Biotecnia” a partir de una patente que controla la Antracnosis del Mango y actualmente produce Fungifree AB; el primer biofungicida de amplio espectro desarrollado en México. La segunda fue a la Lic. Andrea Sánchez Navarro (en adelante Doctorante), alumna del Doctorado en Ciencias Biomédicas del Instituto de Investigaciones Biomédicas, quien ganó el Premio Nacional de la Juventud 2018 en la rama de Ciencia y Tecnología, por su carrera académica y el desarrollo de un biomarcador que detecta el daño renal en una etapa temprana, no invasiva y a un menor costo, mediante la presencia de la proteína SerpinA3K en la orina, el biomarcador actualmente está en trámite de patentamiento y lo desarrollo junto con la Dra. Norma Araceli Bobadilla Sandoval y su equipo de trabajo en el Laboratorio de Nefrología del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ).

4.1 Descripción de las unidades de análisis

La primera unidad de análisis estudiada fue el Empresario, el cual ya había recorrido el camino y se enfrentó a diversos problemas y al final logro consolidar una empresa con las características que se deberían fomentar por parte de la universidad. La segunda unidad de análisis fue la Doctorante, la cual ha participado en una investigación de un biomarcador, que está en proceso de espera de la aprobación de la patente y tiene la intención de comercializar o transferir.

4.1.1 Investigador

El investigador, asume funciones de empresario y la Real Academia Española define a “empresario, ria” como: el titular propietario o directivo de una industria, negocio o empresa. Por lo tanto, para esta investigación al Dr. Enrique Galindo Fentanes, que es propietario de Agro&Biotecnia será considerado como Empresario.

La formación profesional del Empresario se da en la Universidad Autónoma de Puebla donde estudió Ingeniería Química. Posteriormente ingresa a la UNAM para realizar la maestría en Investigación Biomédica Básica y un Doctorado en Biotecnología. Tiempo después de concluir su Doctorado realiza una estancia posdoctoral en la Universidad de Birmingham, Inglaterra y una estancia de investigación en el Politécnico de Zurich, Suiza. ([UAM, 2018](#))

Como “científico ha desarrollado diversas tecnologías, como un polímero producido por bacterias, útil como agente viscosificante en la industria de alimentos, así como en la perforación de pozos petroleros; también generó el conocimiento para producir levaduras que maximizan la obtención de alcoholes, así como procesos para producir penicilinas sintéticas.” ([Torres, I. 2019](#))

Del año 2000 a 2005, el Empresario con colaboración del Dr. Leobardo Serrano Carreón, “realizaron la investigación y lograron encontrar la manera de combatir la antracnosis en el mango; en los subsiguientes tres años hubo una triada de empresas interesadas en llevar a escala comercial el producto, pero luego de no concretarse las negociaciones los investigadores se enfrentaron a “una disyuntiva, porque sabíamos que teníamos un buen producto pero al no tener éxito para colocarlo, las opciones eran seguir tratando de transferir la tecnología a una empresa que apareciera en el futuro, archivar el conocimiento en un cajón o formar una empresa, entonces decidimos irnos por esta última vía” ([InfoAgro, 2014](#)).

En la entrevista realizada a el Empresario, refiere que “uno de los financiamientos críticos y decisivos para que se creara la empresa. Fue un Fondo Mixto Conacyt - Gobierno del Estado de Morelos, que otorgaron al IBT, pero la convocatoria

implicaba que hubiera una EBT inscrita en el Reniecyt y que estuviera en el proyecto. “Ese proyecto nos financió 3 cosas que fueron cruciales para nosotros. Primero, nos financió la elaboración del plan de negocios. Segundo, el pago de los derechos de patentes Internacionales. Y sobre todo los registros del producto ante Sagarpa y Cofepris. Sin ese donativo probablemente esta empresa no existiría.” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

Es así que se crea la empresa Agro & Biotecnia en el año 2008, dando paso a su ingreso al mercado con el biofungicida que denominaron Fungifree AB. “Inicialmente introducido al mercado para el control de antracnosis en mango, actualmente está registrado para el control de antracnosis en papaya, aguacate, cítricos (lima, limonero, mandarino, naranja, toronjo) y berries; para el control de cenicilla polvorienta en cucurbitáceas (calabacita, calabaza, melón, pepino, chayote, sandía), solanáceas (berenjena, chile, chile bell, jitomate, tomate de cáscara) y berries; así como para controlar el moho gris en berries” ([Agro&Biotecnia, 2018](#)).

Posteriormente, “Agro&Biotecnia firmó un contrato de distribución exclusiva con la empresa FMC Agroquímica de México, lo que permitió que el biofungicida fuera lanzado al mercado en noviembre de 2012” ([InfoAgro, 2014](#)).

La labor de investigación de estos científicos fue reconocida con el Premio Nacional en Ciencias y Artes en el área de Innovación Tecnológica, Innovación y Diseño en 2015 ([UAM, 2018](#)).

Actualmente la empresa sigue ampliando su investigación de los usos de Fungifree AB y se encuentran a la espera de que su biofungicida sea aprobado por las autoridades sanitarias mexicanas para su uso contra la roya del café. Sin embargo, a pesar de contar con el certificado de efectividad por la Secretaría de Agricultura llevan cerca de año y medio esperando el registro de inocuidad. (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

4.1.2 Doctorante

La Real Academia Española define a: “doctorando, da.” como una persona que está próxima a recibir la borla y grado de doctor. En el idioma francés, “doctorant” es usado como sinónimo de “doctorando”, en los mismos términos que el decreto español, ya que no sólo se trata de quien ya está próximo a obtener el grado académico, también se considera así a la persona que se encuentra en un programa de Doctorado, ya sea escolarizado, por investigación o mixto. Por lo tanto, para esta investigación a la Lic. Andrea Sánchez Navarro que está próxima a recibir la borla y grado de doctor se le considerara como Doctorante.

La Doctorante es originaria del estado de Michoacán de la localidad “La Piedad”. Desde temprana edad manifestó un especial interés por la ciencia, en gran parte por la influencia de sus padres cuyas profesiones están relacionadas con la corriente científica, su madre es química farmacobióloga y su padre ingeniero.

Desde que estudiaba el bachillerato participó en la VI Olimpiada Iberoamericana de Biología en 2012, obteniendo medalla de bronce para México. Posteriormente, ingresa a la UNAM en la licenciatura en Investigación Biomédica básica, en el Instituto de Investigaciones Biomédicas. En el año 2015, es reconocida en la Session Winner, Oral Session Nephrology and Urology, ISCOMS en Holanda, dadas sus investigaciones en salud ([Saavedra, D., 2018](#)).

Bajo la tesitura de la investigación, la Doctorante ingresa al Doctorado del IIBo, en esta nueva etapa la Doctorante ha realizado la mayor parte de su investigación en el Laboratorio de Nefrología del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ), bajo la tutela de la Dra. Norma Bobadilla Sandoval. Así mismo, fue galardonada en el 2018 con el Premio Nacional de la Juventud en la categoría de Ciencia y Tecnología, por la colaboración conjunta en investigación de un método de diagnóstico oportuno para la enfermedad renal crónica ([Saavedra, D., 2018](#)), que afecta a gran parte de la población como consecuencia de enfermedades crónico-degenerativas como la Diabetes Mellitus y la Hipertensión Arterial, que son las enfermedades que más afectan la salud de los mexicanos.

El descubrimiento consistió en el hallazgo de la molécula SerpinA3K que se puede usar como marcador para detectar daño renal de manera temprana, sin la necesidad de realizar un procedimiento invasivo para el paciente como la biopsia de riñón, lo cual repercute en la calidad de vida del paciente al diagnosticar el inicio de la enfermedad renal y poder tratar de manera oportuna el padecimiento ([Sánchez-Navarro et al. 2019](#)).

Actualmente, la Doctorante y el equipo de investigación se encuentran en espera de recibir la patente de la molécula SerpinA3K, la cual esperan implementar en el INCMNSZ como método diagnóstico (A. Sánchez, comunicación personal, 13 de septiembre de 2019).

4.2 Capacidades para el emprendimiento del Instituto de Investigación Biomédicas y del Instituto de Biotecnología

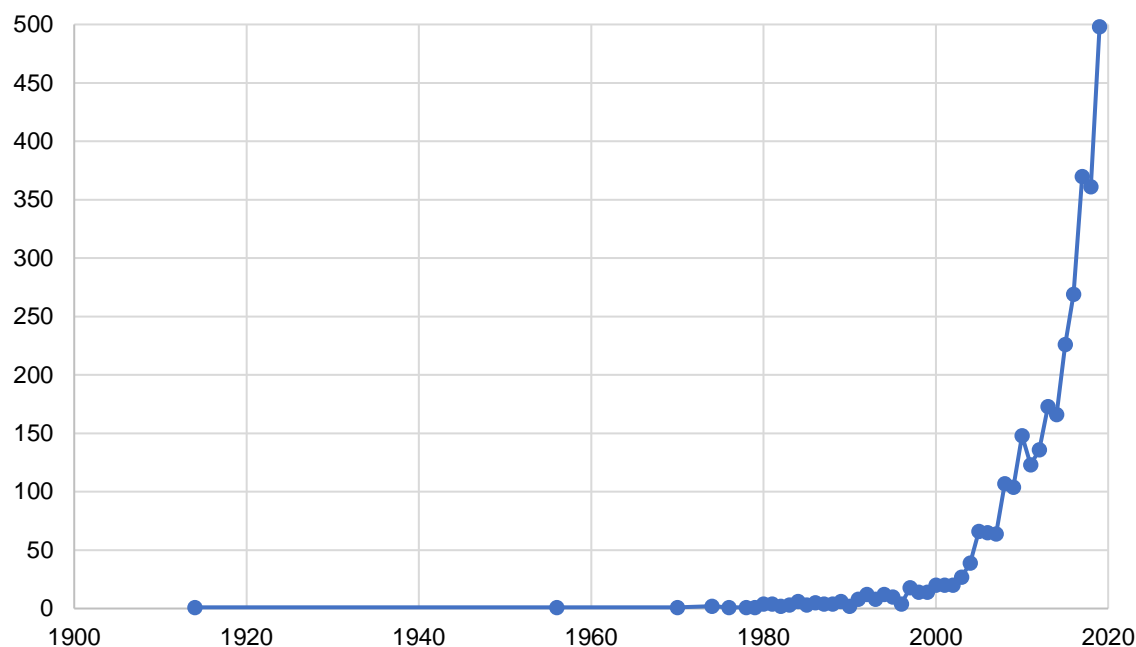
En la actualidad, la importancia del emprendimiento está presente en las agendas internacionales, el *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM) menciona en su página oficial que ha colaborado con informes, presentando en eventos y brindando asesoramiento experto al Banco Mundial, el Foro Económico Mundial, las Naciones Unidas y la Comisión Europea ([GEM, 2019](#)).

De la misma manera, cómo se mencionó en el capítulo 3, esto principalmente por el beneficio que tiene en la economía de la comunidad, región y hasta el país.

Se realizó una búsqueda en la base de datos de Scopus-Elsevier, donde en el campo título, resumen y palabras clave se buscó “empreneurial, entrepreneurship, entrepreneur y científico”, excluyendo las publicaciones del 2020 con el siguiente código de búsqueda:

```
( TITLE-ABS-KEY ( entrepreneurial OR entrepreneurship OR entrepreneur )  
AND TITLE-ABS-KEY ( scientific ) ) AND ( EXCLUDE ( PUBYEAR , 2020 ) )
```

Gráfica 11 Cantidad de publicaciones de emprendimiento científico



Fuente: realización propia con datos de Scopus.

Como se aprecia en la Gráfica 11, el primer artículo fue publicado en el año 1957 y en los últimos veinte años se ha incrementado la cantidad de publicaciones. Es importante resaltar que, a partir de 1997 el interés por investigar el emprendimiento científico empieza a tener más interés para los investigadores, en 2019 se publicaron 498 artículos, siendo este el año con más publicaciones y para años posteriores se visualiza un incremento significativo.

Es la razón por la que muchos gobiernos e instituciones se enfocan en buscar y fomentar métodos que incentiven el emprendimiento, para el caso particular de esta investigación el emprendimiento de base tecnológica del IBt e IIBo de la Universidad Nacional Autónoma de México donde al entrevistarme con el Dr. Enrique Galindo Fentanes, Secretario de Vinculación del Instituto de Biotecnología, en la entrevista externó su perspectiva de la problemática económica actual, en relación con las empresas que se deben crear:

“La economía del país no la van a cambiar las empresas que ofrezcan puestos de uno o dos salarios mínimos, está bien que se creen, porque se deben generar empleos en todos los niveles. Pero eso no va a cambiar la economía del país, vamos a seguir siendo el mismo número de pobres, que es una situación realmente aberrante, tremendamente triste y frustrante, es de alguna manera perpetuar la pobreza.” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

El Empresario mencionó la importancia de crear empresas de todo tipo, sin embargo, lo más importante es el tipo de empresas que se deben de crear a partir de las condiciones que tenemos:

“Considero que debemos fomentar el emprendimiento de base científica, porque tenemos la capacidad y el personal humano. Considero que no tenemos escasez de personal, ni de ideas, ni de talento, y son este tipo de empresas las que creo que pueden cambiar el rumbo de la economía del país” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

Relacionando este comentario con el hecho en una conferencia en el Instituto de Investigaciones Sociales el Dr. [Saviotti, P. \(2019\)](#) mencionó “que los países no se insertan en donde quieren sino donde pueden” por lo tanto se debe considerar que, si en México se tiene los recursos humanos talentosos e ideas como lo menciona el Empresario, se debe fomentar el emprendimiento de base tecnológica, porque se cuenta con los recursos intelectuales y es una oportunidad que al menos México debería de aprovechar.

El proceso para consolidar una empresa es multifactorial. Sin embargo, esta investigación se basa en la creación de empresas originadas por el proceso de investigación, descubrimiento, publicación, patentamiento y finalmente el emprendimiento de una Empresa de Base Tecnológica.

El prestigio de los investigadores se rige principalmente por dos factores, el primero es la publicación de artículos científicos donde la importancia de éstos depende del factor de impacto de la revista, eso permite que la publicación tenga una mayor visibilidad y que otros investigadores hagan referencia a su trabajo, también es una métrica importante para ellos, el segundo es patentar, la importancia radica en que los investigadores protejan sus descubrimientos, porque “son originales y tienen una aplicación industrial” (Saviotti, P., 2019), el cual tiene un potencial comercial importante y los investigadores podrían tener una remuneración de ésta, sin embargo, en el caso de la UNAM, son contados los casos que logran la comercialización.

Por otra parte, en la entrevista realizada a la Doctorante, reafirmó la importancia que tiene para los investigadores generar publicaciones:

“En nuestra área, la investigación y la generación de publicaciones científicas son una especie de currículum, abre mucho la posibilidad de poder tener un mejor currículum al terminar mi doctorado” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

La importancia de la vinculación entre IIB y los Institutos Nacionales de Salud radica en hacer la medicina más traslacional, que se refiere a pasar de la investigación básica hacia la investigación clínica o hacia la investigación en pacientes que el IIB lo realiza con cuatro cedes periféricas. Esto quiere decir que la investigación comienza con ratas y después se corrobora los resultados con los pacientes. Una de las finalidades en el caso de la investigación de la Doctorante, que es trabajar en la prevención, mediante la investigación de un biomarcador que ayude a detectar el grado de daño de riñón con una prueba de orina, que es un método mejor al actual, que se realiza mediante una biopsia.

“Si los pacientes evolucionan a una enfermedad crónica como la insuficiencia renal, los costos de atención se elevan, y si el paciente no tiene la capacidad económica, no la recibe, y termina muriendo” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

La importancia de este tipo de mecanismo de prevención es importante para el sector salud por su impacto que tiene en su presupuesto. Por ejemplo: En el caso de la Diabetes al Instituto Mexicano de Seguro Social, la prevención le cuesta aproximadamente \$ 800 pesos anuales, pero cuando el paciente tiene daño de riñón el costo se eleva a \$ 250 mil pesos al año por el tratamiento con diálisis, y si el paciente se deteriora y le realizan hemodiálisis el costo aumenta a \$ 322 mil pesos anuales por paciente ([Arroyave et al., 2014](#)). La prevención juega un papel importante y la investigación de la Doctorante cobra relevancia al momento de poder tratar de forma oportuna a un paciente y no incrementar los costos en su tratamiento.

Por lo tanto, esta investigación se centra en identificar en qué forma el Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas contribuyen a la formación de EBT de alumnos y egresados de doctorado, que investigan como resolver problemas nacionales. Para lo cual se identificaron las capacidades dinámicas para el emprendimiento que ayudan a trabajar en la ventaja competitiva a largo plazo donde se consideraron las capacidades emprendedoras, tecnológicas, comercialización y mercadotecnia y relacionales que posee el IBt e IBo de la UNAM, las cuales se describen a continuación.

4.2.1 Emprendedoras

Con la definición que se unificó en el capítulo tres la capacidad emprendedora como: el conjunto de habilidades, experiencia, conocimiento e inteligencia para la búsqueda, identificación e implementación de oportunidades de negocio, solución de problemas, hasta convertir los procesos en rutina que conducen al éxito de la empresa.

Partiendo de esta definición y comparando con las tareas sustantivas de la UNAM que son docencia, investigación y difusión de la cultura ([UNAM, 2015](#)), y de su compromiso a instruir nuevas generaciones de mexicanos que requiere el país y a generar conocimiento de punta que permita y oriente el avance de México mediante la solución de problemas nacionales ([UNAM_MX 2009](#)).

Se puede apreciar que la UNAM carece de una capacidad emprendedora sólida, porque a pesar de que tiene habilidades, experiencia y conocimiento los directivos de los organismos responsables carecen de incentivos para la búsqueda, identificación e implementación de oportunidades de negocio.

En el caso del IBt, la misión recuperada de la página institucional es:

“La misión fundamental del Instituto es desarrollar la biotecnología moderna en la UNAM a partir de investigación de excelencia académica y de frontera y, paralelamente, la formación de recursos humanos especializados” ([Instituto de Biotecnología, UNAM, 2016b](#))

Por parte del IIBo la misión recuperada de su página institucional es:

“La Misión del Instituto es el estudio de fenómenos biológicos y biomédicos en los niveles molecular, bioquímico, celular, organísmico y poblacional, para contribuir con este conocimiento al desarrollo científico, y a la enseñanza y difusión de la ciencia en nuestro país con miras a un desarrollo mundial saludable” ([Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, 2016b](#))

Con respecto a la misión del IBt e IIBo y con relación a la definición de capacidad emprendedora, se puede decir que ambos institutos se enfocan principalmente en la investigación, formación de recursos especializados y difusión del conocimiento, pero carecen de habilidades, experiencia, conocimiento e inteligencia para la búsqueda, identificación e implementación de oportunidades de negocio. A pesar de que la UNAM, IBt e IIBo no tienen el objetivo de emprender, generar empresas o comercializar sus conocimientos, es un aspecto que se debería de retomar y poner atención en relación con lo que otras universidades nacionales o internacionales hacen para competir, ya que el estar inmerso en una economía globalizada implica la redefinición de las organizaciones para poder sostenerse en el tiempo.

Para [Valdés L. \(2014\)](#) La misión es un elemento fundamental en el proceso de la planeación estratégica ya que permitirá la evaluación y medida del desempeño de la organización, así como de cada una de sus partes. Al no estar definida dentro de la misión de ninguno de los institutos, el emprendimiento no es considerado como una actividad central de estos, la cual deberían de considerar incorporar por el beneficio que podría tener para la comunidad, región, país o el mundo.

[Valdés L. \(2014\)](#), menciona que la planeación es un “proceso que pretende, en primer lugar, establecer un sistema de objetivos coherentes fijando sus prioridades; en segundo término, determinar los medios apropiados para la consecución de dichos objetivos y con ello asegurar, la efectiva ejecución de estos medios para alcanzar los objetivos señalados”, entonces, si en la planeación no se considera el formar alumnos y egresados del doctorado a crear EBT, no se encontrarán clases y ni actividades que tengan que ver con la creación de EBT.

A pesar de los esfuerzos de la UNAM a través del IBt e IBo por generar vinculación con empresas, industrias y la creación de dependencias como la Coordinación de Innovación y Desarrollo (CID), innovaUNAM, el Centro de Patentamiento (Cepat-UNAM) y las oficinas de vinculación, la creación de EBT que resuelvan los problemas nacionales de México es casi nula, debido a que se han enfocado a el emprendimiento de empresas tradicionales las cuales han surgido de la inquietud de los alumnos y no de la universidad e institutos, posiblemente por el poco interés que tienen éstos por hacerlos al no ser parte de sus misión.

Sin embargo, es algo que las universidades particulares como es el caso de la Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología del Tecnológico de Monterrey (Red OTT), cuya actividad principal es la protección y gestión de las invenciones, resultado del trabajo intelectual de profesores, colaboradores, prestadores de servicios o alumnos asociados a la Institución, además de promover la comercialización y transferencia tecnológica, conectando a los inventores con las empresas y los emprendedores e inversionistas interesados en el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica ([ITESM, 2019](#)) y justo como se explica más

adelante en este capítulo, el IBt e IBo tiene deficiencias de vinculación para lograr comercializar y transferir la tecnología, que es percibida por los emprendedores, además de una limitada vinculación de las empresas y con los inventores y aún más en la relación con los inversionistas.

Otro dato interesante es el que se presentó en la inauguración del Foro Nacional de CTI 2018, donde el Mto. José Antonio Lazcano Ponce presentó los Proyectos de Estímulos a la Innovación del 2009 al 2018 y la institución que más proyectos fue el ITESM con 533, seguida de CA Nuevo León con 327 y la UNAM con 319, como sí el ITESM tuviera una infraestructura, investigadores e inventores mayor que la UNAM para gestionar casi el doble de proyectos de innovación ([FCCyT, 2018, 2:04:13](#)).

La importancia de que el IBt e IBo identifique sus capacidades emprendedoras y logre aprovechar los esfuerzos de sus colaboradores, alumnos y exalumnos y no dejarlos al aire fueron respaldados en la entrevista del Empresario.

El crear una empresa fue nuestra última opción, fueron las circunstancias, haber trabajado 7 años en un proyecto, saber que teníamos un producto que valía la pena, que era efectivo, seguro, estable y las empresas a las que tratamos de transferir la tecnología nos comentaron que probablemente dentro de 20 años. Entonces, el dilema que teníamos era archivar el proyecto o seguir buscando una nueva empresa para transferirle la tecnología. (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

De lograr que el IBt e IBo identifiquen este tipo de situaciones en su comunidad y lograr aprovechar los desarrollos potenciales que se podrían comercializar, le traerían beneficios que a la larga se reflejaría en el incremento de ingresos, recursos humanos, infraestructura e instalaciones que le ayudarían incursionar en el sector de innovación y desarrollo tecnológico, esto podría beneficiar la economía del país al trabajar en procesos de tecnologías avanzadas.

4.2.2 Tecnológicas

Con relación a las capacidades tecnológicas, la definición que se unificó en el capítulo tres se define como el conjunto de conocimientos técnicos, estrategias científicas, habilidades y experiencias que posee la empresa para administrar el cambio técnico en áreas de ingeniería, producción, investigación y desarrollo, con enfoque en procesos productivos y de comercialización con la finalidad de integrar y aplicar los conocimientos que originan un cambio en la empresa, introduciendo nuevos productos, procesos o servicios, que contribuyen a la construcción y sostenimiento de la competitividad mediante un flujo de innovaciones a través de fuentes externas; mecanismos de transferencia, contratación de tecnología, vinculación, entre otras más.

La dependencia que se encarga de la transferencia de la tecnología en el IBt e IBo es la Coordinación de Innovación y Desarrollo (CID, actual Coordinación de Vinculación y Transferencia Tecnológica), que tiene a la Dirección de Transferencia de Tecnología que está integrada a la Dirección General de Vinculación y Desarrollo, donde su misión es la de identificar y gestionar las tecnologías de la UNAM la cual tiene la responsabilidad de apoyar a los investigadores ([Coordinación de Vinculación y Transferencia Tecnológica, 2012](#)) a proteger su trabajo científico, donde por lo general los más experimentados colaboran con sugerencias (conocimiento tácito) de los desarrollos que los investigadores en formación van avanzando.

En el caso del Dr. Gerardo Gamba (tutor de la Dra. Bobadilla en su doctorado) al comentarle a la Doctorante: “Este descubrimiento está muy interesante, deberías de protegerlo porque podría tener muchísimo valor” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019). En relación con ese comentario del Dr. Gamba y la experiencia de la Dra. Bobadilla es como el equipo de trabajo decide iniciar el proceso de patentamiento, para proteger su investigación:

“Para proteger el descubrimiento de SerpinA3K como biomarcador de la enfermedad renal crónica, realizamos la solicitud de patente ante el IMPI con ayuda de la UNAM. Es una patente que le pertenece a la UNAM, a la Dra. Bobadilla y a nosotros como grupo de trabajo” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

En este caso particular la UNAM es la dueña de la patente, por lo tanto, tiene la capacidad de explotarla y los investigadores quedan en segundo plano, debido a que la UNAM fue la que pago el trámite de la patente y porque se generó en instalaciones y recursos de ésta.

En relación con la experiencia de la Dra. Bobadilla de un biomarcador se generó una patente, la Doctorante refiere que “tardó tres años en que le dieran el reconocimiento de patente que es el proceso estándar del Instituto Mexicano de la Propiedad Intelectual” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019) por esa razón, la Dra. Bobadilla sugirió iniciar de inmediato con el llenado de la documentación para acelerar el trámite:

“Yo le ayudé a escribir la patente, la Dra. Bobadilla comentó, yo creo que sería muy bueno por lo que hemos visto con HCP que se protegió y que finalmente es un experimento importante creo que sería muy bueno desde que lo encontramos en los animales, dijo: hay que patentarlo. Fue idea de la Dra. Me dijo, hay que escribir el protocolo, hay que escribir como se tiene que meter los papeles de eso. Entonces yo ayudé con esa parte y fue idea de la Doctora” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

Sin embargo, a pesar de que se contaba con la experiencia de haber realizado la primera solicitud no fue sencillo, como lo comentó la Doctorante, fue un proceso que le llevo casi seis meses, fue muy complicado que de no haber contado con la asesoría de la Dra. Bobadilla y de la oficina de vinculación del IIB posiblemente la Doctorante hubiera desistido en el proceso.

“Desde mi punto de vista, en cuanto a generación de patentes. A pesar de tener la oficina de patentes en biomédicas es complicado, porque creo que no hay tanta asesoría para los investigadores. Es complicado, inclusive tedioso porque es muy tardado, son procesos donde llenas tu solicitud y 3 años más o menos hasta que ya puedas tener la patente en México y luego si quieres pedir la patente en otros países es más tiempo. Creo que no hay tanta guía para los investigadores, si hay, pero debería haber más” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

Tomando como referencia este comentario se puede destacar que existen áreas de oportunidad en cuestión del fomento del patentamiento en la UNAM, que en fechas recientes ha impulsado la campaña #HazPatente, sin embargo, la percepción de los investigadores es otra, por lo tanto, se debería trabajar en mejorar el proceso para fomentar el interés de los investigadores por proteger sus descubrimientos, con enfoque a la comercialización de éstas o en el peor caso, transferir la tecnología o utilizar otro mecanismo que ayude a que el descubrimiento llegue a un mercado.

Desde la perspectiva de esta investigación, lo complejo de esta se vuelve sencilla cuando los investigadores se enfrentan a la odisea de lograr consolidar la patente en un producto y este llevarlo al mercado, “La parte complicada es, cómo llevo la patente al mercado y a largo plazo pueda tener un valor económico” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019), principalmente porque los investigadores a lo largo de su educación formal en la licenciatura y en el doctorado no reciben formación enfocada a como consolidar un producto y lograr venderlo, porque como lo menciona la Doctorante, en la licenciatura nunca les proporcionaron clases de como pasar del descubrimiento a la comercialización:

“En la licenciatura no tenemos, en el doctorado tampoco, no hay ningún curso o tópico o alguna cosa que te oriente para eso. Yo creo que sí sería importante que se diera alguna especie de orientación en esta área, porque estas en blanco totalmente en esa área” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

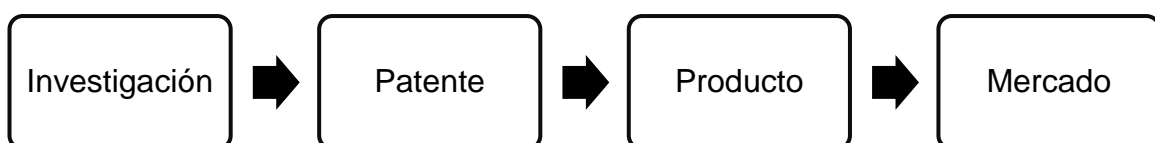
Lograr patentar no es la panacea, solo es el inicio de un proceso que puede durar años y no es garantía de que está llegue a ser rentable para el investigador, por eso muchos optan por transferir la patente o buscar otros mecanismos que ayuden a comercializar más rápidamente su invención, aunque es un camino ideal al que no todas las patentes llegan. Sin embargo, entre los investigadores existen experiencias que se transmiten de voz en voz y en ocasiones les toca presenciarlo con en el caso de la Doctorante:

“Un caso que supe fue en fisiología celular, la Dra. Victoria Chagoya patentó un método para no solo prevenir, sino revertir la fibrosis hepática, ya pasaron 20 años, ya se perdió la patente y nunca logró lucrar. Es triste que no haya opciones que vincule investigadores con la parte de productividad, ahí hay un gap muy importante que no permite que se consoliden los proyectos” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

Por lo tanto, este ejemplo muestra que, es en estas áreas que los investigadores fracasan en este primer intento tanto al patentar como al generar un producto y lograr comercializarlo. [López-Martínez, et al. \(1998\)](#) mencionan que para iniciar los procesos de investigación y transferencia se requiere de existencia e identificación de las necesidades o nichos para la aplicación de la tecnología lo cual es requisito importante, pero no suficientes (p. 228).

Como ya se apreció a lo largo de esta investigación, muchos autores buscan el camino para llegar a la innovación, que podría ayudar a resolver problemas nacionales y hasta internacionales, pero se requiere considerar todo el proceso de innovación que se bosqueja en la Figura 8, el cual es un modelo ideal que inicia con la investigación y por su grado de relevancia se patenta y con ese conocimiento se produce un producto que tiene un mercado al que está enfocado.

Figura 8. Idealización del proceso de innovación



Fuente: Realización propia, con datos de la concepción de la propuesta

El proceso de innovación es complejo y para lograr una innovación exitosa varía mucho de un caso a otro, es por eso que [Kline y Rosenberg \(2009\)](#) menciona que se debe tener precaución al generalizar ya que el uso de modelos simplistas de innovación puede distorsionar seriamente el pensamiento, además se debe considerar que a menudo las innovaciones generarán beneficios lejos de las industrias en las que se originaron y es difícil mapear los costos y beneficios de muchas innovaciones dentro de un marco único de clasificación industrial.

Por lo tanto, para esta investigación se percibe a las capacidades tecnológicas del IBt e IIBo como poco desarrolladas, considerando el proceso de innovación, a pesar de que la UNAM tiene una consolidada plantilla de investigadores, los cuales en diferentes líneas de investigación y en áreas muy diversas desde artes, medicina, administración, matemáticas, ingeniería hasta astronomía han logrado descubrir conocimientos dignos de llevarlos en beneficio de la sociedad, sin embargo, los entrevistados externan la deficiencia de la infraestructura y de recursos humanos para conducirlos de una forma más eficiente, considerando que debería de ser un proceso más amigable para lograr que apenas su investigación sea patentada.

El proceso de innovación desde la investigación hasta la comercialización del producto final es un proceso muy largo, en el que el IBt e IIBo deben depurar sus procesos de patentamiento para lucrar con las investigaciones, sin embargo, apenas trabaja en proteger la investigación y para que se convierta en un producto y este llegue a un mercado se vuelve algo inalcanzable, como el caso de la Doctorante, la cual externa su frustración, al no poder consolidar su investigación en un producto que pueda apoyar a los pacientes e identificar el deterioro del riñón de una forma no invasiva y económica.

Sin embargo, el caso del Empresario ha sido un ejemplo de que es posible lograrlo pero es un proceso largo, que no es en automático y que puede durar hasta 7 años como en el caso de la comercialización de Fungifree, sin embargo, lograr que el producto sea comercializado y que tenga ventas estables puede llevar 5 años más para convencer al mercado, tiempo que los emprendedores científicos al ver estas barreras a las que se enfrentarán, desisten antes de iniciar o continuar algún proceso para lograr que el conocimiento sea comercializable y aún más el tiempo para lograr obtener ganancias.

4.2.3 Comercialización y mercadotecnia

Con la definición que se unificó en el capítulo tres se puede definir a la capacidad de comercialización y mercadotecnia como las que le permiten a la empresa comprender la evolución del mercado, cómo y cuándo los competidores, proveedores y clientes responderán, detectando las oportunidades e influyendo en las demandas ambientales que correspondan con las fortalezas de la empresa para consolidar la venta de productos o servicios. A continuación, esta definición se evaluará con relación a la investigación y las entrevistas realizadas.

Un estudio que analiza la transferencia de tecnología biotecnológica en México es el realizado por [López-Martínez, et al. \(1998\)](#), mencionan que la transferencia comercial de la biotecnología moderna en México comenzó en 1981, por el contrario, el impacto en la productividad ha sido mínimo, principalmente por dos factores, el primero es por la lenta generación de las capacidades científicas y tecnológicas y la concentración del conocimiento en universidades y centros públicos de investigación, el segundo es por la desarticulación de la base institucional y una política específica para la biotecnología ([pp. 228-229](#)).

El elemento crucial para que el emprendimiento llegue a comercializarse como un producto carece de un factor crucial y limitante que es el financiamiento, principalmente en el emprendimiento de base tecnológica, por el monto de inversión que requiere. Como se puede apreciar desde la perspectiva del Empresario, uno de los elementos clave en el desarrollo de la empresa fue:

“El Fondo Mixto Conacyt - Gobierno del Estado de Morelos fue un donativo crítico y decisivo para que se creara la empresa. Fue un donativo que le otorgaron al IBt, pero la convocatoria implicaba que hubiera una Empresa de Base Tecnológica inscrita en el Reniecyt y que estuviera en el proyecto. Ese proyecto nos financió tres cosas. La elaboración del plan de negocios, el pago de los derechos de patentes Internacionales y el registro del producto ante Sagarpa y Cofepris. Sin ese donativo probablemente esta empresa no existiría” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

El Empresario externó que el pago más sustancial fue por concepto de registros, que se realizó un pago de 45,000 dólares, inversión que fue necesaria para comercializar el producto.

Sin embargo, la inversión no termino ahí, el Empresario mencionó que en la actualidad su limitante es nuevamente de recursos financieros para invertir en nuevos desarrollos:

“Yo creo que actualmente nuestra principal limitante son los recursos financieros para el desarrollo de nuevos productos, en nuestro caso nuestro financiamiento es por ventas y éstas no están creciendo como en los primeros años. Hasta ahora no nos hemos endeudado con un crédito, no hemos invitado a nuevos socios, porque queremos seguir teniendo el control de la empresa, aunque eso nos limita para desarrollar nuevos productos y proyectos” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

Los recursos financieros son un limitante en todo el ciclo de vida del emprendimiento y de la empresa, en la consolidación de ésta y en el desarrollo de nuevos productos. Es el proceso decisivo entre la idea y la consolidación de ésta, algunos autores lo describen como el valle de la muerte, que es donde la mayoría de los emprendimientos fracasan. Por esa razón, surgen los Ángeles Inversionistas, que para el Empresario no tiene buen prestigio “Les dicen Ángel, de Ángel no tienen nada. A ellos les interesa que la empresa venda más, ellos compran y venden empresas, a ellos no les interesa que hace la empresa” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

Las cosas deberían de cambiar si existe un descubrimiento como el de la Doctorante y su equipo de trabajo en el que se puede detectar el daño de riñón de forma oportuna, sin embargo, la apostura de los empresarios es diferente.

“Si los pacientes evolucionan a una enfermedad crónica como la insuficiencia renal, los costos de atención se elevan, y si el paciente no tiene la capacidad económica, no la recibe, y termina muriendo. Pero esto a las empresas trasnacionales no les importa, a ellas les importa el dinero, y eso es muy triste. (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

Es ahí donde el gobierno debería intervenir y financiar proyectos con esas características para evitar perder el conocimiento y la patente por la falta de interés de inversionistas privados y que se evite llegar al ejemplo que menciona la Doctorante:

“Un caso que supe fue en fisiología celular, la Dra. Victoria Chagoya patentó un método para no solo prevenir, sino revertir la fibrosis hepática, ya pasaron 20 años, ya se perdió la patente y nunca logró lucrar” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

En relaciona lo descrito con anterioridad la capacidad de comercialización y mercadotecnia del IBt e IIBo es mínimo debido a que no ha trabajado en comercializar ese conocimiento, se ilimitan a transferir el conocimiento mediante sus unidades de vinculación y transferencia de tecnología. Sin embargo, en el IBt e IIBo deberían de interesarse por buscar mercado a las investigaciones y no que el interés surja del investigador, que es inexperto en esa área y de hacerlo en poco tiempo podría mitigar esas deficiencias si se orientaran las investigaciones en solucionar problemas nacionales hasta internacionales y respaldar a los investigadores en todo el proceso de emprendimiento científico.

4.2.4 Relacionales

Con la definición que se unificó en el capítulo tres referente a las capacidades relacionales de puede definir como las habilidades que le permiten a la empresa relacionarse con actores externos (proveedores, clientes, socios, competidores, ferias tecnológicas, revistas especializadas, subcontratistas, consultoras tecnológicas, escuelas técnicas, instituciones universitarias, centros de investigación y cámaras empresariales) para acceder o crear nuevo conocimiento al cooperar y compartir información, mediante la integración del conocimiento del mercado y de nuevas tecnologías para mantenerse como líder innovador a través de desarrollo de tecnologías o innovaciones tecnológicas.

En el caso del IIBo, ha realizado esfuerzos por relacionarse con diferentes instituciones, las cuales por el prestigio, trayectoria, recursos humanos e instalaciones de la universidad es que las empresas aceptan esa relación, sin embargo, estas relaciones dependen de cada institución o dependencia y se carece de una estandarización de los puntos a abordar o considerar para gestionar relaciones exitosas. En lo particular la Doctorante expresó que el IIB organizó un evento, el cual dejó una mala perspectiva en sus participantes:

“En un congreso por parte de biomédicas donde la idea fue, llevar proyectos patentables con la idea de que los empresarios tuvieran este enlace. Sin embargo, en la dinámica todos exponían sus proyectos, los empresarios pasaban por ahí y si podías cacharlos pues tenías suerte, y si no, pues ya se te había ido el empresario” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

Por otra parte, en las entrevistas se percibió un miedo por parte de los científicos y el desconocimiento o trato a profundidad con el sector privado, que implica que sí, los inversionistas invierten, los investigadores ceden parte de su patrimonio como lo expreso el Empresario:

“Hasta ahora no nos hemos endeudado con un crédito, no hemos invitado a nuevos socios, porque queremos seguir teniendo el control de la empresa, aunque eso nos limita para desarrollar nuevos productos y proyectos” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

A pesar de eso, en la desesperación de los investigadores, al verse frustrados por saber que, si no ceden posiblemente no tendrán la posibilidad de conseguir esos flujos de efectivo, es que los investigadores se arriesgan, pero carecen de conocimiento de negociación debido a que son investigadores y no administradores, ni contadores y carecen de orientación anticipada, por esa razón, la institución o dependencia podría facilitar orientación para lograr una vinculación que beneficie tanto a los emprendedores como a los empresarios:

“La Dra. Bobadilla tuvo la oportunidad de reunirse con el comité de la Fundación Slim, le preguntaron por ¿la productividad?, ¿en cuánto está pensando en vender cada tira reactiva?, ¿cuándo piensa recuperar la inversión? Entonces mi tutora dice yo no estoy familiarizada con nada de negocios” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

En relación con esto la Doctorante puntualizo que:

“Eso se mueve por dinero, entonces si no vas a tener tanta productividad no les interesa invertir” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

Invertir es el negocio de los inversionistas y si no ven claro en que van a invertir, al no encontrar respuesta a sus inquietudes planteadas a los emprendedores, los inversionistas prefieren no invertir. Además, al percatarse de que el investigador desconoce el lenguaje y los términos en los que ellos invierten dejan a juicio la veracidad de su investigación.

Sin embargo, en el caso de Fugifree la negativa por parte del sector privado desencadenó la frustración de los investigadores, los cuales no estaban dispuestos a desechar el trabajo de 7 años y decidieron iniciar el proyecto, esto aunado al cumulo de circunstancias en su favor es lo que hizo que Fungifree llegar al mercado.

La falta de conocimientos en el ramo de los inversionistas y el carente conocimiento en negocios por parte de los investigadores ha hecho que la vinculación con los inversionistas deje una mala impresión en los investigadores, así como expreso su frustración la Doctorante en la entrevista:

“Yo creí que, al inicio sí estaban más interesados en invertir a ese tipo de cosas: Cuando empezamos y que en la facultad decía, hay que meter la patente y hay que ver si puede ser productiva, yo tenía a los empresarios en un estatus alto. Pero ya con la experiencia, cuando vas teniendo estos detalles, pues cuesta trabajo que inviertan” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

Por otra parte, la carencia de conocimientos y habilidades de los investigadores hace que la construcción de redes con este sector, que podría aportarles el capital que ellos necesitan para complementar su emprendimiento y no se fragmente y que los investigadores a su vez hagan conjeturas de las razones por las cuales los inversionistas no están dispuestos a invertir en el sector de biomarcadores, como lo expresó la Doctorante:

“Nuestra versión es que no se invierte en investigación en biomarcadores, por la ganancia de los tratamientos que venden las farmacéuticas, por ejemplo, los *kids* de diálisis, son carísimos, Por lo tanto, no les conviene hacer cosas que pueden prevenirlo” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

En este sentido, existen autores como [Iñesta y Oteo \(2011\)](#) mencionados en la sección 2.4 que respaldan esta postura, sin embargo, esto debería de ser una oportunidad para llegar a el sector público de salud donde el principal interés de los servicios de salud es de prevenir y el ahorro que conlleva un producto como los biomarcadores que podrían ser de gran impacto para México y posteriormente para otros sistemas de salud internacionales a los cuales una vez desarrollada la tecnología se podría comercializar.

“Si los pacientes evolucionan a una enfermedad crónica como la insuficiencia renal, los costos de atención se elevan, y si el paciente no tiene la capacidad económica, no la recibe, y termina muriendo. Pero esto a las empresas trasnacionales no les importa, a ellas les importa el dinero. Es una cosa muy triste. Creo que falta poder ligar a los investigadores con los empresarios, que los investigadores sepamos cómo venderlo y que nosotros generemos el interés de los empresarios para que inviertan en nuestros descubrimientos” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

Por esa razón, es que el Instituto Nacional de Salud debería de invertir en ese tipo de desarrollos y posteriormente buscar inversionistas, que podrían ser de China, Rusia e India por las condiciones de sus sistemas de salud que les permite invertir en este tipo de desarrollos.

Una propuesta para lograr una efectiva transferencia de tecnología biotecnológica es la de [López-Martínez, et al. \(1998\)](#), donde los autores identificaron seis variables clasificadas en tres grupos;

El primer grupo, lo denomina como “tecnología relacionada” que incluye: complejidad de la tecnología (de normal a la tecnología de vanguardia), capacidades tecnológicas científicas del equipo de investigación, y equilibrio o desequilibrio en las habilidades científicas y tecnológicas entre los generadores y receptores de la tecnología ([p. 226-227](#)).

El segundo, se refiere a la entorno institucional y económico, que considera la base institucional (ayuda financiera, disposiciones legales, empresas de ingeniería, programas gubernamentales e incentivos, así como el grado al cual están articulados) y el entorno macroeconómico nacional vigente durante los momentos críticos de la transferencia o comercialización ([p. 227](#)).

El tercero es la existencia o la falta de habilidades empresariales para articular los diferentes elementos y agentes que participan en el proceso ([p. 227](#)).

La importancia de las relaciones para la construcción de redes es muy importante y es comentada por muchos autores como Michel Porter, quien menciona que:

“Las industrias competitivas no están dispersas en toda la economía, sino que generalmente están unidas entre sí a través de relaciones verticales (comprador-vendedor) u horizontales (clientes comunes, tecnología, canales). Los grupos no suelen estar dispersos físicamente; tienden a concentrarse geográficamente. Una industria competitiva ayuda a crear otra en un proceso que se refuerza mutuamente” (Porter, M., 1990 p. 86).

Por lo argumentado en las entrevistas y algunos autores que se lo reafirmaron es que se considera que la capacidad relacional del IBt e IBo tiene muchas deficiencias que se podrían mejorar, además por ser instituciones reconocidas por el gremio científico tiene ventajas que les permitiría en poco tiempo relacionarse con actores externos para acceder o crear y compartir capacidades mediante la integración del conocimiento del mercado y de nuevas tecnologías para mantenerse como líder innovador por medio del desarrollo de tecnologías o innovaciones tecnológicas que beneficien a la población.

4.3 Limitantes en los investigadores entrevistados

A lo largo de la investigación en las entrevistas se apreció que una limitante que se repite en ambos emprendimientos es la inexistencia de conocimiento tácito para los científicos que tienen la intención de patentar, crear una empresa, transformar su descubrimiento en un producto y llevarlo a la comercialización.

Sin embargo, a pesar de esa limitante los investigadores hacen uso del conocimiento tácito al momento de repetir los procesos que con anterioridad realizaron, como lo expresó el Empresario:

“Ya hicimos el camino por primera vez en todo lo que se requería para llevar el producto al mercado y obviamente ya no estamos cometiendo los errores que cometimos con Fungifree AB sobre todo en la parte regulatoria” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

En ese sentido, también lo externó la Doctorante; “La doctora Bobadilla aprendió del primer biomarcador que se patentó y estamos tratando de no cometer los

mismos errores con la siguiente patente” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019), es un proceso sistematizado que una vez que lo encontraron, sacan provecho de este: “Aprendemos mucho de la primera patente, y esperamos que cuando se nos otorgue la segunda patente tengamos la experiencia y empecemos a trabajar en los pasos a seguir” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019).

Sin embargo, es un conocimiento que debería de compartirse con otros investigadores que aún no han tenido la oportunidad de patentar o convertir sus descubrimientos en innovación. Es un área que la universidad debería hacer sinergia junto con su campaña de #HazPatente de innovaUNAM y las oficinas de vinculación, esfuerzos que debería de coordinar con el CID (Coordinación de Innovación y Desarrollo actual Coordinación de Vinculación y Transferencia Tecnológica) de una forma más integral y de la mano de los investigadores.

Existen esfuerzos aislados como es el caso del Mtro. Mario Trejo Loyo que a finales del 2018 publica un libro titulado “Guía para la redacción y registro de patentes” donde condensa su experiencia relacionada con el proceso de patentamiento en el Instituto de Biotecnología donde ha tenido apoyo por parte del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial a nivel federal, y de la Coordinación de Innovación y Desarrollo dentro de la UNAM. El M.A. Trejo externo su sentir del Instituto de Biotecnología al ser la entidad que más patentes tiene en la UNAM: “Sin embargo, aún son muy pocas, por eso me interesa impulsar la protección intelectual, pues mientras más haya, podrán transferirse al sector público y tener mayor posibilidad de influir en el rumbo económico del país”. El M.A. Trejo tiene una excelente intención de transferir sus conocimientos y compartir su experiencia de patentamiento en la comunidad científica, por el contrario, se carece de difusión, la cual se debería de tener en todas las dependencias de la UNAM, que tengan el potencial de patentar, como en el caso de la Doctorante, que desconocía la existencia del documento que, de conocerlo, le hubiera sido de mucha ayuda.

Tomando como referencia la entrevista que se realizó a la Doctorante y al Empresario, se podría comentar que:

Por parte de la Doctorante, es una persona que ha tenido un excelente desempeño académico, el cual ha forjado con base en esfuerzo y dedicación, sin embargo, su patente, se encuentra en una etapa inicial, la cual tiene un futuro incierto, por una parte, podría tener éxito por el respaldo de la experiencia de su tutora y el actual apoyo al sector salud por parte del gobierno federal. Por otra parte, su descubrimiento al estar en un nicho farmacéutico podría enfrentarse a muchas limitantes burocráticas. Lo cual sería interesante estudiar a fondo, cómo evoluciona la interacción de las instituciones públicas y privadas para que esta patente se consolide como un producto o quede en el olvido.

Por parte del Empresario, se puede apreciar que, los factores que le ayudaron a consolidar la empresa Fungifree fueron muy particulares, los cuales generalmente no se presentan o no están disponibles para todos los emprendedores, dependió de circunstancias externas y en algunos casos fueron oportunidades que ni siquiera el Empresario buscó, pero se le presentó la oportunidad y pudo tomarla porque tenía las características y condiciones para poder aprovecharla. Sin embargo, esta oportunidad no hubiera sido posible si el Empresario no contara con la relación que le ofreció el IIBo.

La primera limitante surge desde decidir en qué momento patentar, porque en el caso de la Doctorante, fue por recomendación de un colega que ella decide patentar y no fue por iniciativa propia, pudo ser que si de ella no hubiera surgido el interés de patentar y sin el colega que hizo la sugerencia posiblemente la patente nunca hubiera logrado llevarse a cabo.

La segunda limitante fue la redacción de la patente porque existe una diferencia radical entre redactar artículos de investigación y redactar patentes, que fue gracias a la orientación de su tutora y a la oficina de vinculación del IIBo que logro concluir la redacción y fue mediante la oficina de vinculación que la UNAM realizó el pago de la patente.

Otra limitante es el tiempo en que otorgan la patente, en el caso de una patente anterior les tardo tres años y pueden demorar hasta siete años, durante los cuales el emprendimiento de detiene en la espera de la respuesta, por miedo del científico de perder la autoría de su descubrimiento.

Una limitante que se tenía considerada al iniciar la investigación era que los investigadores no podían tener una empresa por caer en el conflicto de intereses, como lo corroboró el Empresario:

“Hasta hace poco tiempo los lineamientos internos de la Universidad hacían esto muy complicado, era considerado como conflicto de interés. Afortunadamente los lineamientos de la UNAM se renovaron el 28 de marzo de este año y se hicieron más flexibles” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

Sin embargo, el pasado 28 de marzo de 2019 se publicó en la Gaceta UNAM el acuerdo por el que se establecen los Lineamientos Generales sobre Transferencia de Tecnología y Conocimiento en la Universidad Nacional Autónoma de México Gaceta UNAM 2019, que tiene como finalidad que las dependencias universitarias tengan capacidad y oportunidad de actuar para prevenir irregularidades y conflicto de intereses, y asegurar el cumplimiento de los objetivos universitarios de la vinculación, entre las dependencias de la Universidad con organizaciones y empresas, de los sectores público, privado y social, de conformidad con la legislación universitaria mediante: 1) la transferencia de tecnología y conocimiento, 2) la prestación de servicios técnicos y tecnológicos, 3) el licenciamiento, 4) la incubación de empresas de base tecnológica, social o de cualquier otro tipo, de miembros de la comunidad universitaria, 5) asociaciones estratégicas, alianzas tecnológicas, consorcios y redes de innovación, en las cuales se incorporarán los desarrollos tecnológicos e innovaciones realizadas en la Universidad (Graue. E., 2019)

Otra limitante al que se enfrentan los investigadores es cómo hacer rentable la patente mediante un producto o transferir la tecnología, considerando que para producir un producto se requiere infraestructura e inversión el cual como investigadores que inician, carecen de ambos medios, lo más común en transferir la tecnología, se enfrentan a buscar inversionistas los cuales al entrevistarse con ellos, esperan escuchar respuesta a sus dudas en relación a cuánto dinero se requiere, la rentabilidad del producto o servicio, el mercado objetivo, el precio de cada producto o servicio y es algo para lo que los investigadores no están capacitados, tampoco para negociar ni responder dudas con esas características, los cuales los posiciona en una situación desventajosa que si logran convencer algún inversionista, éste buscara el mayor porcentaje de su utilidad y en su desesperación del investigador, termina por aceptar lo que le ofrezcan o corre el riesgo de que su producto nunca llegue al mercado como el caso de la Dra. Victoria Chagoya descrito en la sección 4.2.2.

Estas deficiencias y limitaciones en los alumnos se han tratado de subsanar con cursos o talleres, pero lo único que hacen es demorar o desmotivar el emprendimiento. Por eso, la propuesta para subsanar estas deficiencias es introducir la figura de un mentor o diferentes mentores especializados en las áreas cruciales como: planeación estratégica, patentamiento, mercadotecnia, comercialización, negociación y desarrollo empresarial, entre otros. Con la restricción de que los mentores ya hubiesen pasado por ese proceso, para transmitir la experiencia (atajo-gestión) y posteriormente poder capturar ese conocimiento para depurarlo y aprovecharlo en posteriores emprendimientos.

4.4 Rol de los científicos de acuerdo con las entrevistas

Existen muchas limitantes al momento de que un científico se decida a iniciar el proceso de emprendimiento de una *Spin off*, una de ellas es la perspectiva de los puristas de la ciencia que consideran que la obligación de un científico es “generar conocimiento, irse a su casa y meterse a la cama a dormir” Torreblanca (2013), otro es la perspectiva social, debido a que la perspectiva de un científico emprendedor está mal vista por la sociedad como lo menciona el Empresario, que mucha gente tiene una idea equivocada, del emprendimiento y los negocios:

“El periodista Eduardo Torreblanca Jacques de Universo PyME, sacó una nota titulada “PyME científica acepta el riesgo de “prostituirse”, mucha gente tiene esa idea, yo creo que es una idea equivocada, pero es una idea bastante permeada en la sociedad. El que busca lucro al vender su invención no está prostituyéndose, al contrario, nosotros estamos publicando más que antes, además resolvimos un problema, y resolvimos el conflicto de intereses con la universidad” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

Otra limitante es la disponibilidad de capital por parte de los inversionistas al financiar proyectos de investigación, como lo menciona la Doctorante en relación con su experiencia con el sector privado:

“En México, el sector privado no suele invertir tanto en investigación a diferencia de Estados Unidos en donde éste invierte mucho dinero con fines de lucro. Yo creo que en México no tenemos esa visión” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

En el caso de Fungifree, el Fondo Mixto Conacyt - Gobierno del Estado de Morelos fue un donativo crítico y decisivo para que se creara la empresa y que sin éste la empresa no existiría como lo menciona el Empresario, ese donativo les sirvió para “La elaboración del plan de negocios, el pago de los derechos de patentes Internacionales y registro del producto ante Sagarpa y Cofepris. Sin ese donativo probablemente esta empresa no existiría” (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019), éste es un ejemplo de cómo es que con la aportación de

capital se logra consolidar la empresa FungiFree y la importancia del capital en el emprendimiento es un factor inicial crucial que, en ese caso fue un fondo gubernamental.

Otra limitante es la visión de los alumnos de doctorado que, al terminar sus estudios y graduarse, tienen una alta predisposición de que su primera opción sea el conseguir un empleo en un Instituto de Investigación, laboratorio o empresa que se apegue a su línea de investigación. Así como lo expresó la Doctorante, al comentar la importancia del currículum:

“En nuestra área, la investigación y la generación de publicaciones científicas son una especie de currículum, abre mucho la posibilidad de poder tener un mejor currículum al terminar mi doctorado” (Sánchez, A., comunicación personal, 13 de septiembre de 2019)

“Estudiar para conseguir un mejor empleo” es una idea muy permeada en la sociedad, tanto que la mayoría de la población estudiantil tiene esa concepción de la realidad, por lo que, así como la Doctorante, se busca tener un mejor promedio, un reconocimiento o graduarse con mención honorífica, son etiquetas que se consideran con una mayor oportunidad para conseguir un empleo mejor remunerado, es un fenómeno que se debería abordar desde la sociología de la ciencia y estudiar en futuras investigaciones.

[Menzies \(2012\)](#) estudia la capacidad empresarial científica en Nueva Zelanda y considera que existen paradigmas por ejemplo el punto de vista popular que los científicos no pueden ser empresarios (p. 43). El emprendimiento científico contempla distinciones artificiales entre ciencia y comercio (e investigación básica y aplicada) y la adopción de nuevos modelos mentales que expanden las superposiciones entre ciencia y emprendimiento (p. 47).

El emprendimiento científico no se propone como una alternativa de "bala mágica" a la práctica actual pero las nuevas políticas y esquemas destinados a fomentar su desarrollo podrían introducirse en paralelo con los enfoques existentes, esto significa rechazar las distinciones artificiales entre ciencia y comercio (e investigación básica y aplicada) y la adopción de nuevos modelos

mentales que expanden las superposiciones entre ciencia y emprendimiento. Tales cambios en la percepción pueden ser resistidos, por razones descritas por varios autores (por ejemplo, Snow 1963; Schön 1983; Argyris 1991; Carlile 2002; Musgrave 2009, en [Menzies, 2012](#)).

En la investigación se logró identificar en el caso del Empresario es el de limitarse a hacer actividades netamente de investigación subcontratando las actividades que considera como no cruciales para el desarrollo de sus productos.

“Agro&Biotecnia es una empresa pequeña de base tecnológica y queremos que continúe siendo una Empresa de Base Tecnológica, no tenemos ni la capacidad, ni la vocación de ser vendedores. Nuestro objetivo es desarrollar nuevas tecnologías porque nuestra empresa es de base tecnológica. (E. Galindo, comunicación personal, 10 de septiembre de 2019)

Sin embargo, esto limita el desarrollo de sus capacidades, conocimientos y habilidades, así como el riesgo de ceder el conocimiento que le apoyarían en la producción de su siguiente lanzamiento de producto al mercado. Por el contrario, al no estar dispuesto a realizar actividades de producción y preferir enfocarse en investigar nuevas fórmulas y desarrollos, es otra forma de emprender que también es válida.

También, será necesario gestionar los cambios en la sociología de la ciencia para que los científicos apoyen en lugar de crear una presión negativa sobre sus compañeros que se dedican al comercio (Walton 2003 en [Menzies, 2012](#)). Para algunos emprendedores científicos, se puede obtener un gran valor de la creación de redes (parece que son buenos para reconocerse mutuamente). Modelar su comportamiento sobre el de los ejemplos exitosos puede ayudar a los empresarios científicos a reconocer sus propias competencias, lo que les permite seguir el mismo camino ([Menzies, 2012](#)).

4.5 Hallazgos con relación a la literatura

El primer hallazgo es la inexistencia del emprendimiento en la planeación estratégica del IBt e IBo (anexo 3 y 4) como un objetivo de los institutos. [Valdés L. \(2014\)](#) menciona que la importancia de la planeación como “proceso que pretende, en primer lugar, establecer un sistema de objetivos coherentes fijando sus prioridades; en segundo término, determinar los medios apropiados para la consecución de dichos objetivos con ello asegurará, la efectiva ejecución de estos medios para alcanzar los objetivos señalados” por lo tanto, se corrobora con la inexistencia de cursos en el plan de estudios del IBt e IBo, que se enfoquen en la formación e impulso al emprendimiento de Empresas de Base Tecnológicas de sus alumnos y egresados.

El segundo hallazgo es con relación al financiamiento para emprender, desde los insumos para las pruebas hasta la reinversión para nuevos proyectos, respaldado por comentarios del empresario que consideró que la donación por parte del Fondo Mixto Conacyt - Gobierno del Estado de Morelos fue un donativo crítico al consolidar la empresa Agro & Biotecnia, que cubrió los pagos para el plan de negocios, derechos de patentes y registros de FungiFree AB ante Sagarpa y Cofepris. Aseveración respaldada por [Moctezuma y Puga \(2011\)](#) donde mencionan que el principal problema en incubadoras de alta tecnología es la falta de recursos económicos por parte de las empresas incubadas y generalmente estos recursos llegaban en forma retrasada, limitando el emprendimiento de Empresas de Base Tecnológicas.

El tercer hallazgo de la investigación fue el paradigma del científico empresario, donde la influencia del gremio científico puede llegar a constituir una barrera para el emprendimiento, ya que considera una transgresión a la profesión si una de las metas de la investigación está encaminada a la comercialización, equiparando este fin a la prostitución de la ciencia. La presión de los colegas genera la desviación del emprendimiento y redirecciona al científico a las filas del empleo de alguna corporación. Lo cual concuerda con la apreciación de [Menzies \(2012\)](#) que estudia la capacidad empresarial científica en Nueva Zelanda y considera que existen

paradigmas por ejemplo el punto de vista popular que los científicos no pueden ser empresarios. También, identifica un conflicto entre el espíritu empresarial como una conducta individual y la investigación como un proceso de colaboración, lo cual puede ser de entrada, una limitante para el emprendimiento científico.

El último hallazgo fue la percepción del emprendimiento por parte de los universitarios [Padilla-Meléndez et al. \(2014\)](#), menciona que los estudiantes llegan a la universidad con las necesidades y aspiraciones emprendedoras, además de percepciones positivas del emprendimiento que se relacionan positivamente con la intención de emprender. También [Räty, et al. \(2019\)](#) mencionan que la percepción de la capacidad empresarial en un contexto académico se percibe como una categoría restringida a la que sólo pocos individuos específicos tienen acceso. Ambas aseveraciones corroboradas en esta investigación por la Doctorante en la entrevista.

Capítulo 5 Recopilación, Conclusiones y Recomendaciones

Para dar por terminada esta investigación, este capítulo se dividirá en cuatro secciones, la primera, contiene la recopilación de la información más importante, en la segunda, se presenta las conclusiones de esta investigación, en la tercera, las recomendaciones para lograr fomentar y consolidar el emprendimiento de EBT con más contundencia en los estudiantes y egresados del IBt e IBo, en la cuarta se presentan las líneas de investigación a futuro para profundizar esta investigación.

5.1 Recopilación

Esta investigación se centró en Identificar cuáles son los obstáculos del Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM para formar alumnos y egresados del doctorado a crear Empresas de Base Tecnológica. Además, analizar y explicar a qué se debe que el Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM no forme alumnos y egresados del doctorado para crear Empresas de Base Tecnológica. Con la finalidad de fomentar la creación de EBT, desarrollando investigaciones para resolver problemas nacionales, mediante el respaldo de instituciones que enfoquen las líneas de investigación, canalicen financiamiento, asistan en la solicitud de la patente, hasta la consolidación de la empresa.

Se analizó el impacto de las EBT, así como el desarrollo en la innovación, económico y científico de la biotecnología en el mundo y en México, particularmente las aportaciones de la biotecnología en el IBt e IBo como factor de desarrollo económico en México. También se analizaron investigaciones que tratan la formación de emprendedores científicos en diferentes partes del mundo, así como estudios que analizaron las similitudes entre empresarios y emprendedores, además de abordar el paradigma del científico empresario y cómo es que el gremio científico estigmatiza al científico que lucra con sus descubrimientos.

Por último, se definió a las capacidades para el emprendimiento y se consolidaron cuatro definiciones de las capacidades emprendedoras, tecnológicas, comercialización y mercadotecnia, y relacionales. Se vinculó con las capacidades para el emprendimiento y se resaltó su importancia del aprendizaje para capturar y conservar la información, el conocimiento para aplicar mejorar y perpetuarlo a lo largo del tiempo, el riesgo e incertidumbre para afrontar cada uno y finalmente la toma de decisiones para aprovechar las oportunidades que se le presentan a los Institutos.

Se entrevistaron a dos unidades de análisis, el Empresario y la Doctorante, con la información recabada se analizó la percepción de las unidades de análisis y se identificaron cuáles son las facilidades que les proporciona el IBt e IBo para lograr que los alumnos de doctorado y egresados creen una EBT. Se abordaron las limitaciones de los científicos entrevistados, el rol de los científicos de acuerdo con las entrevistas y los hallazgos con relación a la literatura.

Finalmente se presenta la recopilación, la conclusión y las recomendaciones para apoyar y fortalecer la innovación mexicana mediante la creación y desarrollo del emprendimiento de EBT que usen el capital humano altamente especializado generado en los institutos, para lograr consolidar los mecanismos institucionales para apoyar el emprendimiento en sus diferentes fases y mejorar los resultados por medio de una propuesta del proceso de emprendimiento mediante un camino efectivo, con menor riesgo (atajo-gestión) y que los estudiantes y egresados se motiven a crear una EBT.

5.2 Conclusiones

Esta investigación logró identificar y explicar desde la perspectiva de alumnos y egresados los obstáculos del Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM al formarlos para crear Empresas de Base Tecnológica.

Algunos de los obstáculos que se identificaron a lo largo de la investigación fueron la carencia de cursos en su formación, falta de financiamiento, la perspectiva de los alumnos y la influencia del gremio científico.

En el caso de carecer de cursos en el plan de estudios del IBt e IBo que se enfoquen en la formación e impulso al emprendimiento, se ve reflejado en los científicos emprendedores al desconocer en qué momento patentar, cómo redactar una patente, cómo hacer rentable la patente mediante un producto o servicio, desconocer los intereses y lenguaje de los inversionistas. Al no estar definida explícitamente en su planeación estratégica ni en la misión de los institutos, pero debería considerar integrarlo, por el impacto que podría generar a la comunidad, región, país o el mundo, por los desarrollos que estas ciencias aportan a la humanidad.

En el caso del financiamiento, desde insumos para las pruebas hasta la reinversión para nuevos proyectos, líneas de investigación o desarrollos. Se percibió un desconocimiento por parte de los alumnos y egresados en relación con los intereses de los inversionistas, relacionados con el cómo calcular un precio de venta, un pronóstico de retorno de inversión, trámites, permisos locales y federales. Este desconocimiento posiciona a los alumnos y egresados en una situación desventajosa que, en caso de convencer a algún inversionista, éste buscará el mayor porcentaje de su utilidad y en su desesperación del investigador, termina por aceptar lo que le ofrezcan o correrá el riesgo de que su producto nunca llegue al mercado.

En cuanto a la perspectiva de los alumnos con relación a los servicios, facilidades y acompañamiento que ofrece el IBt e IBo para guiarlos al emprender depende de cada situación y dependencia. Sin embargo, los entrevistados coincidieron en que carecieron de cursos, capacitación que fomentara capacidades para emprender en el doctorado, y fue hasta que necesitaron iniciar el proceso de patentamiento que buscaron orientación y apoyo por parte del IBt e IBo los cuales les brindaron orientación y asistencia, pero no tan particular.

También se encontró que el gremio científico sí influye en el emprendimiento científico debido a que la presión de los colegas puede ser determinante, principalmente porque por tradición los científicos y los comerciantes pertenecen a rubros diferentes. Como se mencionó, para este gremio comercializar la ciencia es sinónimo de prostitución de ésta, lo cual no está bien visto por parte de sus colegas. Por lo que muchos científicos prefieren trabajar en su curriculum para ser contratados al terminar su doctorado mediante la publicación en revistas con mayor factor de impacto y poder tener una mejor oportunidad de conseguir un empleo al terminar sus estudios.

Con relación a lo argumentado anteriormente esta investigación concluye que el IBt e IIBo no tiene como prioridad impulsar a sus alumnos y egresados a emprender al terminar su doctorado a pesar de que cuenta con InnovaUNAM desde 2005, la Coordinación de Innovación y Desarrollo desde 2008, la cual fue renombrada como Coordinación de Vinculación y Transferencia Tecnológica en enero del 2020.

Por lo tanto, para esta investigación la hipótesis que se definió fue que “Los obstáculos en la formación de alumnos y egresados del doctorado del Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, se debe a que no se contempla que éstos creen Empresas de Base Tecnológica, sino en que sean empleados de excelencia”, hipótesis que por la evidencia que se recopiló se considera verdadera. Sin embargo, para contribuir a mejorar las características actuales con la que los institutos ofrecen servicios y facilidades a los científicos que deciden crear una empresa, se pueden mejorar implementando algunas de las siguientes recomendaciones.

5.3 Recomendaciones

Sería importante trabajar el problema de una forma holística, integrar un grupo multidisciplinario que contemple las diferentes carreras y especialidades que ofrece la UNAM, para poder analizar y dar una nueva dirección a la perspectiva de los alumnos ya que está muy permeada la idea de ser un empleado y son contados los egresados que tienen la iniciativa de emprender, no es un fenómeno que solo se

presenta en los institutos de investigación, va desde las ingenierías que tienen el know how para desarrollar o producir productos hasta los administradores o contadores que tienen el conocimiento de cómo administrar una empresa.

Las propuestas para incentivar la creación y desarrollo de EBT por parte del IBt e IBo que apoyen al fortalecimiento de la innovación mexicana y resuelvan problemas de carácter nacional hasta internacional aprovechando el capital humano formado altamente especializado, es crucial trabajar en enfocar los esfuerzos por resolver el problema de forma integral, sin embargo, las propuestas se enfocarán en: orientar la investigación, el patentamiento, financiamiento y creación de empresa, y la perspectiva del empresario y científico, las cuales se detallan a continuación.

La primera propuesta sería en relación a orientar la investigación: En la actualidad, la orientación de la investigación es elegida por los alumnos, los entrevistados mencionaron que ellos decidieron en donde realizar su investigación, lo cual resulta delicado dejar la decisión en manos del alumno, que tiene limitada experiencia en este campo, cuando deberían direccionar la investigación los directivos e investigadores más experimentados porque tienen más experiencia y capacidad de poder visualizar hacia dónde dirigir la investigación porque se tendrían más posibilidades de generar valor, transferir la tecnología, generar un producto hasta crear una EBT.

El objetivo de esta recomendación sería que los responsables de la UNAM a su diferente escala logren cambiar el enfoque de la investigación, para transitar de la difusión a la comercialización de los descubrimientos en un mercado que requiera de esos productos y pueda pagar, con esto ingresar a un círculo virtuoso y que las ganancias se reinviertan en seguir mejorando la infraestructura, productos y servicios.

Para conseguirlo, podría unificar los objetivos tanto de la universidad como de los institutos y las coordinaciones y reorientar su planeación la cual se enfoca en difusión de la cultura a la comercialización de productos y servicios en beneficio social del país. Sería prudente focalizar a sectores estratégicos y las carreras que requieren esos sectores y brindar más becas, infraestructura y financiamiento

apoyado por el gobierno. Al mismo tiempo, comunicación continua y oportuna con industrias mexicanas, mediante encuentros anuales donde las industrias, el gobierno y la universidad negocien su rumbo, necesidades y requerimiento para consolidar una planeación y estrategias acorde al entorno cambiante.

La segunda propuesta se enfoca en apoyar el patentamiento: con la finalidad de que los universitarios, logren que sus conocimientos, tecnologías y productos que son susceptibles de ser transferidos a los sectores público, social y privado sean transferidos de una mejor forma. El pasado 23 de enero del 2020 la UNAM anunció la creación de la Coordinación de Vinculación y Transferencia Tecnológica que tiene como objetivo establecer, fomentar y apoyar los mecanismos de vinculación y las acciones entre las diferentes entidades y dependencias de la Universidad para contribuir al desarrollo integral del país ([Graue, E., 2020](#))

Sin embargo, se debería inventariar y hacer uso de los recursos humanos para canalizarlos y orientarlos a brindar asistencia personalizada a investigadores, además por medio de una plataforma que oriente en las primeras fases a los investigadores y logre apoyarlos en filtrar si lo que encontraron es patentable o no, así como información oportuna a los científicos.

En este proceso el IBt e IBo debería atender a su comunidad con gestores especializados que acompañen y gestionen la redacción de la patente de una forma más personalizada y que el tiempo de redacción de la patente disminuya para que no sea una limitante al momento de patentar.

La tercera propuesta sería con relación al financiamiento, el cual es el factor crítico que está presente desde que se hacen las pruebas o los prototipos hasta cuando ya se estableció la empresa y se desea iniciar una nueva investigación, desarrollar una nueva línea de productos o producir en masa. En el caso del Empresario el Fondo Mixto Conacyt - Gobierno del Estado de Morelos al IBt fue crucial para emprender Agro&Biotecnia, aunque, la donación no fue hecha para Agro&Biotecnia sino para el IBt lo cual fue una forma de filtrar los recursos y garantizar que el IBt supervisa que lo que hace Agro&Biotecnia está bien.

Esta situación fue ideal, porque cuando algún emprendedor busca recursos, los primeros recursos financieros a los que recurre son a los familiares y de amistades, dejando para después los financiamientos de otra índole, por lo cual una de las propuestas es que los emprendimientos se desarrollen y se mantengan en la misma universidad, siendo ésta la dueña y ocupando a el emprendedor como su empleado y habilitando al emprendimiento de recursos humanos como los alumnos de servicio social, que podrían ser de las de sus 129 carreras de la UNAM y contribuir de una forma más integral, con perspectivas y opiniones más diversas, que enriquecerían el emprendimiento y al mismo tiempo fomentar el emprendimiento entre los universitarios de otras carreras.

También ampliar la vinculación con Institutos Nacionales de Salud y empresas mexicanas que requieran de productos, servicios o desarrollos especializados para fortalecer el desarrollo de productos tecnológicos nacionales, esto podría financiar proyectos de investigación para la solución de problemas de carácter nacional. Este financiamiento gubernamental es crucial (como en el caso del empresario) en fases específicas del emprendimiento, lo que mejoraría la competitividad nacional, así como el índice de innovación internacional actual de México.

La cuarta propuesta es para incentivar la creación de EBT: La finalidad es consolidar empresas que perduren en el tiempo y solo pueden hacerlo si la empresa tiene ganancias, continúa innovando o mejorando sus productos o servicios. Para lograrlo se requiere que esas empresas tengan una visión a futuro por lo cual requiere que, desde la orientación de la línea de investigación responda a un mercado que necesita ese producto que cubrirá sus necesidades.

Se requiere capacitar a los científicos acerca de los intereses de los inversionistas, cómo calcular un precio de venta, un pronóstico de retorno de inversión, trámites, permisos locales y federales, no mediante cursos o talleres como actualmente se hace, que demora el emprendimiento. La propuesta es que podría subsanarse con la figura de un mentor o diferentes mentores especializados en las áreas de patentamiento, comercialización, negociación y desarrollo empresarial, además a través del IBt e IBo solicitar a las facultades de contaduría y economía un contador,

un administrador y un economista que puedan orientar al investigador como parte de su servicio social de una forma oportuna y efectiva.

Se debe aprovechar la buena percepción por parte de los universitarios con relación a consolidar una EBT, aseveración respaldada en esta investigación y corroborado por la Doctorante. Para esto, se debe trabajar en mejorar la comunicación entre los investigadores e inversionistas para disminuir la brecha entre ambos, por medio de una preentrevista con los inversionistas para identificar cuáles son sus principales inquietudes y con esa información notificar a los investigadores acerca de sus requerimientos y estos a su vez mediante el Instituto solicitar a las facultades de contaduría y economía, alumnos de servicio social que apoyen a calcular y usar de forma oportuna esta información.

La quinta propuesta es acerca de la perspectiva del científico empresario: A lo largo de la investigación en diferentes artículos se menciona que existen diversas habilidades y características que hacen que la profesión del empresario sea muy similar a la de los científicos, principalmente en la perseverancia, en la interacción de estar a la expectativa de prueba y error, además la frustración al fracaso, recobrar las fuerzas y reponerse para volver a intentarlo, igualmente ambos protegen lo que hacen, el científico mediante una patente y el empresario con el secreto industrial.

Sin embargo, existen pensamientos tradicionalistas que no dan cavidad al emprendimiento ya que el gremio científico lo considera como una transgresión a su profesión. Es por eso que, si la UNAM realiza esfuerzos para que los investigadores patentes sus descubrimientos, y modifica la reglamentación universitaria para propiciar el emprendimiento por parte de trabajadores y alumnos de la UNAM, debería complementar un estudio interdisciplinario formado principalmente de sociólogos, psicólogos y mercadólogos que logren cambiar la perspectiva de los investigadores, por aplicar sus conocimientos en favor a las industrias mexicanas, mediante estudios, análisis, propuestas, que acerquen el conocimiento especializado que se aprende en las aulas con trabajos que le brinden

experiencia profesional a los alumnos en empresas de un determinado sector, que la universidad haya determinado como estratégico.

Además, invitar a los investigadores a vincular sus investigaciones con la industria y sus clases con trabajos en empresas mexicanas para fortalecer algún sector industrial, que la universidad haya determinado como estratégico, mediante la elaboración de investigaciones, trabajos o prácticas que solucionen problemas de la empresa. De lograrse se obtendrían diferentes beneficios como la vinculación empresa-universidad, el fortalecimiento del sector y hasta la latente empleabilidad de los recursos involucrados en la empresa.

Además, utilizar los medios de difusión como TV UNAM y Gaceta UNAM para difundir los casos de científicos empresarios exitosos, que fomenten y motiven a más alumnos científicos a emprender Empresas de Base Tecnológica, además crear guías a través de YouTube y Coursera que orienten en el patentamiento, desde en qué momento patentar, cómo redactar una patente, cómo hacerla rentable mediante un producto o servicio, llevarla al mercado y los elementos a considerar al conseguir financiamiento, entre otros temas.

5.4 Líneas de investigación a futuro

Para terminar esta investigación a continuación se describirán alternativas para profundizar en las líneas de estudio futuro que se recomienda para continuar o profundizar en esta línea de investigación.

Un estudio bibliométrico para encontrar la colaboración entre los grupos de investigación de las universidades, los centros de investigación, e institutos y las empresas que están relacionados con el sector biotecnológico.

Investigar en qué medida el Instituto de Biotecnología e Instituto de Investigaciones Biomédicas administran el conocimiento y el tiempo que se requiere para la creación de un producto o proceso en una industria, costos relacionados, conocimiento técnico avanzado y capital intelectual requerido (doctores, científicos-investigadores), así como su regulación jurídica y ética.

Hacer un estudio comparativo donde se realice un benchmarking entre el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey y la UNAM, además un análisis FODA, identificando cuáles son las principales diferencias que el CID y la Red OTT realizan para fomentar la vinculación y el emprendimiento en los alumnos de cada universidad, con la finalidad de conocer los mecanismos que mejor funcionan y poderlos replicar.

Analizar la creación de una política pública que incentive el emprendimiento de EBT, que fomente el desarrollo de patentes y de recursos humanos de alta especialidad, como las políticas aplicadas en el caso de Japón a partir de 1945 y que le han ayudado a posicionarse como líderes tecnológicos, o las políticas aplicadas en Egipto mediante sus incentivos para las empresas de alta tecnología que los ha llevado a ser reconocida como una ciudad de emprendimiento y catalogada a la altura de Silicon Valey.

Referencias

- Abereijo, I. (2015). Developing Entrepreneurial Competences in University Lecturers: Obafemi Awolowo University Experience. *KCA Journal of Business Management*. 6. 30-42.
- Acs, Z. J. (2010), "High-Impact Entrepreneurship", in Acs, Z.J. y Audretsch, D.B. (Eds.), *Handbook of Entrepreneurship Research: An Interdisciplinary Survey and Introduction*, Springer New York, New York, NY, pp. 165-82.
- Acs, Z. J. (2008) *Foundations of High Impact Entrepreneurship. Foundations and trends in entrepreneurship*. Now Publishers Inc. ISSN 1551-3114
- Agarwal, R. y Shah, S. (2014). Knowledge sources of entrepreneurship: Firm formation by academic, user and employee innovators. *Research Policy*, 43(7), 1109–1133. doi:[10.1016/j.respol.2014.04.012](https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.04.012)
- Agro&Biotecnia. (2018). Fungifree AB. Recuperado: septiembre 19, 2019, de Agro&Biotecnia Sitio web: www.agrobiotecnia.com/fungifree
- Alvarado, M, y Carrillo, L. (2008). Concepciones de Ciencia en la UNAM: El Impacto en la Educación Universitaria. Recuperado: abril 25, 2019, de X Congreso Nacional de Investigación Educativa Sitio web: www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v10/pdf/area_tematica_04/ponencias/0530-F
- Aragón, A., Martínez, F. y Rubio, A. (2008). Orientación Emprendedora de los Alumnos de Último Curso de la Universidad de Murcia. España: Universidad de Murcia. pp.1-29.
- Arriaga, A. y Larqué, A. (2002). "Capítulo 3 Diagnóstico de la situación de la biotecnología en México" en *Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades*. Francisco Bolívar Zapata (coordinador) Conacyt y Fondo de Cultura Económica México DF, 2002, pp. 45

- Arroyave, M., Siqueff, J., Amador, L., Lara, J., Rodríguez, M. y Dávila, J. (2014). Grupos Relacionados con la Atención Ambulatoria de la Enfermedades Endocrinas, Nutricionales y Metabólicas. México: Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Barker, J. (1995). Paradigmas. El negocio de descubrir el futuro. Colombia: Mc Graw-Hill, p 35.
- Bell, M. y Pavitt, K. (1995) "The Development of Techological Capabilities", I.U. Haque (ed.), Trade, Technology and International Competitiveness, Washington, The World Bank, pp. 69-101.
- Boones, G. (2003). Factores críticos de éxito en la creación de EIBT's: Lecciones aprendidas de la creación de 100 Start-Ups de base tecnológica. En K. Simón, La creación de empresas de base tecnológica. Una experiencia práctica (pp. 51-60).
- Bolívar, F.B. (2002). Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI: retos y oportunidades. México D.F.: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
- Bravo, E., Mundet, J. y Suñé, A. (2009). Un nuevo enfoque para el estudio de la teoría de las capacidades dinámicas. Cataluña: Dpto. de Organización de Empresas. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Calderón, M. (2013). La gestión de patentes universitarias, el caso de la UNAM. México: Dirección General de Evaluación Institucional.
- Carton, R., Hofer, C. y Meeks, M. (1998). The entrepreneur and entrepreneurship: operational definitions of their role in society. In Annual International Council for Small Business. Conference, Singapore.
- Castro, M., García, M. y Adame, M. (2015). Hacia una comprensión de los conceptos de emprendedores y empresarios. Suma de Negocios, 6(13), 98–107. doi:[10.1016/j.sumneg.2015.08.009](https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2015.08.009)

- Cebrián, D., Vidal, R., Salmerón, J., Bertolín, J. y Negre, P. (2011). Análisis de las empresas de base tecnológica de un parque científico y tecnológico basado en técnicas de redes sociales. XV Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos Huesca.
- CIC UNAM. (2007). La Ciencia en la UNAM 2007 a través del Subsistema de Investigación Científica. Recuperado: mayo 02, 2019, de Coordinación de la Investigación Científica (CIC UNAM) Sitio web: www.epn.edu.ec/wp-content/uploads/2017/03/La-Ciencia-en-la-UNAM-2007
- Cimoli, M. (2013). Developing Innovation Systems: Mexico in a global context. Routledge.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo CNUMAD, Rio de Janeiro, República Federativa del Brasil - Junio de 1992; en Jefatura de Gabinete de Ministros, Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable; www2.medioambiente.gov.ar/acuerdos/convenciones/rio92/agenda21/ageindi.htm Consultado el 07 de Junio del 2019
- Coordinación de Vinculación y Transferencia Tecnológica. (2012). Transferencia Tecnológica y Propiedad Industrial. Recuperado: enero 4, 2020, de Universidad Nacional Autónoma de México. Sitio web: innovacion.unam.mx/transferencia.html
- Cordero, J., Astudillo, S., Delgado, J. Carpio, X. y Amón, O. (2011). Análisis de los factores que influyen el emprendimiento y la sostenibilidad de las empresas del área urbana de la ciudad de Cuenca, Ecuador. MASKANA, Vol. 2, No. 2, pp. 27-37.
- Corona, L. y Jasso, J. (2005). Enfoques y características de la sociedad del conocimiento. Evolución y perspectivas para México. En Innovación en la Sociedad del Conocimiento (pp. 9-40). México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

- Davenport, T. y Prusak, L. (1998). Working knowledge: How organizations manage what they know. Boston, Mass: Harvard Business School Press.
- De Vries, M. (1977). The entrepreneurial personality - a person at the cross-roads. *Journal of Management Studies*, 14, 34-47.
- Dees, G. (2001). The meaning of "Social Entrepreneurship". Recuperado: marzo 20, 2019, de Duke, Innovation & Entrepreneurship Sitio web: entrepreneurship.duke.edu/news-item/the-meaning-of-social-entrepreneurship
- Dodgson, M. (1993): "Organizational Learning: A Review of some Literatures", *Organization Studies*, 14(3): 375-394.
- Díaz, U. y Rodríguez, A. (2016). Aplicaciones de la biotecnología en el desarrollo de la medicina personalizada. *MEDISAN*, Vol. 20, no 5, pp. 678-687. Recuperado en 11 de octubre de 2019, de ref.scielo.org/jjqfmg
- Dirección General de Orientación y Atención Educativa "DGOAE". (2020). Crea la UNAM la Licenciatura en Ingeniería Aeroespacial. Dirección General de Orientación y Atención Educativa, recuperado: febrero 12, 2020. Sitio web: www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2020_130
- Eisenhardt, K. y Martin, J. (2000). Dynamic capabilities: what are they? *Strategic Management Journal*, 21(10-11), 1105–1121.
doi:[10.1002/1097-0266\(200010/11\)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E)
- Enríquez, I. (2016). Las teorías del crecimiento económico: notas críticas para incursionar en un debate inconcluso. *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, Vol. 25, pp. 83-88.
- Escobar, J. (2010). La globalización del paradigma biomédico: biotecnología y ciencia vs. la medicina como profesión histórica. *Revista Colombiana de Bioética*, Vol. 5, No 2, pp. 94-95. Recuperación: marzo 20, 2019, De Redalyc Base de datos.

- Fári, M. G. y Kralovánszky, U. P. (2006) The founding father of biotechnology: Károly (Karl) Ereky; Orsós Ottó Laboratory, University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences, Department of Vegetable. Publicado en International Journal of Horticultural Science, pp. 9-12
- Fariñas, J. y López, A. (2006). Las empresas pequeñas de base tecnológica en España: delimitación, evolución y características. España: Dirección General de Política de la PyME.
- Foro Consultivo Ciencia y Tecnología "FCCyT". (2010). El debate de la ciencia en México. México: Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC.
- Foro Consultivo Ciencia y Tecnología "FCCyT". (2018). Foro Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2018. Recuperado: enero 5, 2020, de Foro Consultivo CyT Sitio web: youtu.be/WpUZS3wUD0g
- Felzensztein, C., Ciravegna, L., Robson, P. y Amorós, J.E. (2015), "Networks, Entrepreneurial Orientation, and Internationalization Scope: Evidence from Chilean Small and Medium Enterprises", Journal of Small Business Management, Vol. 53 pp. 145-60.
- Foro Urbano de Valores. (2019). Test de autoevaluación de conductas emprendedoras. Argentina: Foro Urbano de Valores.
- Frost y Sullivan. (2019). El futuro de México — Un hub global de Innovación. Santa Clara, California: Frost & Sullivan.
- Gabrielsson, M., Gabrielsson, P. y Dimitratos, P. (2014). International entrepreneurial culture and growth of international new ventures. Management International Review, 54(4), 445–471. doi:[10.1007/s11575-014-0213-8](https://doi.org/10.1007/s11575-014-0213-8)
- Gaceta UNAM. (2018a). Medición de QS World University Rankings by Subject La UNAM, entre las mejores universidades del mundo. Gaceta UNAM, www.gaceta.unam.mx/la-unam-entre-las-mejores-universidades-del-mundo

- Gaceta UNAM. (2019a). QS World University Rankings 2020 La UNAM, una de las dos mejores universidades de Iberoamérica. Gaceta UNAM, www.gaceta.unam.mx/la-unam-una-de-las-dos-mejores-universidades-de-iberoamerica
- Gaceta UNAM. (2019b). Evaluación de uniRank La UNAM, la mejor universidad de América Latina. Gaceta UNAM, www.gaceta.unam.mx/la-unam-la-mejor-universidad-de-america-latina
- García, E., Santos, F., Rodríguez, J. y Carbajo, E. (2005). Investigación en biomedicina. Boletín de la sociedad de pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León, Bol. 45, pp. 151-155. Recuperación: marzo 19, 2019
- Gartner, W. (1985). A conceptual framework for describing the phenomena of venture creation. *Academy of Management Review*, 10, 696-706.
- Global Entrepreneurship Monitor, "GEM" (2019). International organisations. Noviembre 10, 2019, de Global Entrepreneurship Research Association, London Business School Sitio web: www.gemconsortium.org/about/impact/1875
- Graue, E. (2020). Acuerdo por el que se crea la Coordinación de Vinculación y Transferencia Tecnológica de la Universidad Nacional Autónoma De México. Gaceta UNAM, 1-2. Recuperado de: www.gaceta.unam.mx/wp-content/uploads/2020/01/200123-Convocatorias
- Graue, E. (2019). Acuerdo por el que se establecen los lineamientos generales sobre transferencia de tecnología y conocimiento en la universidad nacional autónoma de México. Gaceta UNAM, pp. 22-29.
- Guerrero, R. (2016). Instituto de Biotecnología IBT. Un recorrido por el Subsistema de la Investigación Científica en el Interior del País, pp. 6-7.
- Gutiérrez, D. (2018). Capacidades en una empresa mexicana de software y sus interfases. Facultad de Contaduría y Administración, Tesis de Maestría en Informática Administrativa

- Hernández, M. (2019a). QS World University Rankings 2020 Profesionales de la UNAM, los preferidos por empresas. Gaceta UNAM, www.gaceta.unam.mx/profesionales-de-la-unam-los-preferidos-por-empresas
- Hernández, M. (2019b). La UNAM, institución con más patentes otorgadas por el IMPI. Gaceta UNAM, www.gaceta.unam.mx/la-unam-institucion-con-mas-patentes-otorgadas-por-el-imp
- Hernández, R. (2014). El inicio del proceso cualitativo: planteamiento del problema, revisión de la literatura, surgimiento de las hipótesis e inmersión en el campo. En Metodología de la Investigación (p. 385). México: McGraw-Hill.
- Herrera, H. (2009). Investigación sobre redes sociales y emprendimiento: revisión de la literatura y agenda futura. Recuperación: diciembre 04, 2019, de Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias Económicas. Sitio web: revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/20959/36361
- Hilbert, M. y J. Katz, "Building an Information Society: A Latin American and Caribbean Perspective", Santiago de Chile, CEPAL-ECLAC, 2003.
- Hine D. y Kepeleris J. (2006) Innovation and entrepreneurship in biotechnology, an international perspective. Edward Elgar Editores. Cheltenham, U.K. pp. 269
- Iansiti, M. y Clark, K. (1994). Integration and Dynamic Capability: Evidence from Product Development in Automobiles and Mainframe Computers doi:[10.1093/icc/3.3.557](https://doi.org/10.1093/icc/3.3.557)
- Ibañez, A. (2002). Actitudes emprendedoras de los estudiantes universitarios medición y propuestas de actuación. España: Ediciones Mensajero. pp 145-168
- Ibarra, J. (2010). La ciencia mexicana ante los desafíos de la globalización: innovación y competitividad para trascender. Debate, pp. 1-7.
- InfoAgro. (2014). El primer biofungicida made in México. Recuperado: septiembre 11, 2019, de InforAgro, Fitosanitarios Sitio web: www.infoagro.com/noticias/2014/el_primer_biofungicida_made_in_mexico

Instituto de Biotecnología, UNAM. (2016a). Antecedentes y situación actual del IBT. marzo 22, 2019, de Instituto de Biotecnología, UNAM Sitio web: www.ibt.unam.mx/server/PRG.base?alerno:0,clase:ibt,tipo:doc,tit:Antecedentes,dir:ibt.antecedentes.html,pre:ibt

Instituto de Biotecnología, UNAM. (2016b). Misión Visión y Objetivos. Recuperado: marzo 19, 2019, de Instituto de Biotecnología, UNAM Sitio web: www.ibt.unam.mx/server/PRG.base?alerno:0,clase:ibt,tipo:doc,tit:Misi%F3n_Visi%F3n_y_Objetivos,dir:ibt.mision.html,tra:Mission,_Vision_and_Objectives,pre:ibt

Instituto de Biotecnología, UNAM. (2018). Informe de Actividades correspondiente al año 2017 del Instituto de Biotecnología de la UNAM. marzo 25, 2019., de Instituto de Biotecnología, UNAM Sitio web: www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/informes/informe_institucional_2017

Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM. (2016a). Nuestra Historia. marzo 21, 2019., de Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM Sitio web: www.biomedicas.unam.mx/acerca-del-instituto/quienes-somos

Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM (2016b). ¿Quiénes Somos? Recuperado: marzo 22, 2019, de Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM. Sitio web: www.biomedicas.unam.mx/acerca-del-instituto/quienes-somos

Instituto Nacional de Estadística. "INE" (2016). Encuesta sobre Innovación de las Empresas 2016. España: Instituto Nacional de Estadística. Sitio web: www.ine.es/daco/daco42/daco4221/ite_cues00

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey "ITESM". (2019). La Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología del Tecnológico de Monterrey (Red OTT). Tecnológico de Monterrey. Recuperado: enero 5, 2020, de Sitio web: redottec.com/gobernanza

Iñesta, A. y Oteo, L. (2011). La industria farmacéutica y la sostenibilidad de los sistemas de salud en países desarrollados y América Latina. Ciencia y Salud Colectiva, Vol. 16(6), 2713-2724. De Scielo Base de datos.

- Jasso, J. (2011) "Emprendedor y emprendedurismo. Reflexiones y consideraciones de una teoría en construcción", *Hunab ku / Economía y negocios*, No. 2, editorial: Universidad del Caribe, junio 2011, pp. 93-99, (ISSN 2007-235).
- Jasso, J, Torres, A. y Calderón, M. (2019). Vinculación academia-empresa y la multinacionalización de empresas en México. En *Vinculación academia-empresa e innovación en México* (pp. 231-258). México: ANUIES.
- Jasso, J. (2005). La dimensión evolutiva de la innovación: Un rumbo necesario de la política científica, tecnológica y de innovación. *Revista economía y sociedad*, Universidad Michoacana de San Nicolás, (10)15, 99-120.
- Johnson, S. y Loveman, G. (1995). *Starting over in eastern Europe: Entrepreneurship and economic renewal*. Boston: Harvard Business School Press.
- Kline, S. y Rosenberg, N. (2009). An Overview of Innovation. *Studies on Science and the Innovation Process*, pp. 173–203. doi:[10.1142/9789814273596_0009](https://doi.org/10.1142/9789814273596_0009)
- Krauss, C. (2011). Actitudes emprendedoras de los estudiantes universitarios: El caso de la Universidad Católica del Uruguay. *Dimensión empresarial*, Vol. 9 No. 1, pp. 28-40.
- Kuhn, T. (1962). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Lavalle, C. (2012). La ciencia en México. *Cirugía y Cirujanos*, Vol. 80, pp. 403-405. De Redalyc Base de datos.
- Lederman, D., Messina, J., Pienknagura, S. y Rigolini, J. (2014). *El emprendimiento en América Latina: muchas empresas y poca innovación*. Estudios del Banco Mundial sobre América Latina y el Caribe. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- López, P. (2018). 177 Patentes para la UNAM en 10 años. se han registrado 101 marcas. *Gaceta Digital UNAM*, recuperado: abril 04, 2019. Sitio web: acervo.gaceta.unam.mx/index.php/gum10/article/view/87160

- López-Martínez R., González RL. y Núñez I. (1998) "Learning differential in the agents of technical change: The case of biotechnology in Mexico" *Science, Technology & Society* 3:1, 225-238, Sage Publications India Pvt Ltd. doi:[10.1177/097172189800300110](https://doi.org/10.1177/097172189800300110)
- Love, J. y Roper, S. (2015). SME innovation, exporting and growth: A review of existing evidence. *International Small Business Journal*, 33(1), 28–48. doi:[10.1177/0266242614550190](https://doi.org/10.1177/0266242614550190)
- Ludeña, L. (2013). El rol del estado en la economía del siglo XXI. (Spanish). *Cultura revista de la asociación de docentes de la USMP*, 27, 99. Retrieved from www.revistacultura.com.pe/revistas/RCU_27_1_el-rol-del-estado-en-la-economia-del-siglo-xxi
- Lupiáñez, L., Priede, T. y López, C (2014). El emprendimiento como motor del crecimiento económico. *Boletín económico de ICE*, N° 3048, pp. 55-63. De Research Gate Base de datos.
- Martin, B., McNally, J. y Kay, M. (2013). Examining the formation of human capital in entrepreneurship: A meta-analysis of entrepreneurship education outcomes. *Journal of Business Venturing*, 28(2), 211–224. doi:[10.1016/j.jbusvent.2012.03.002](https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2012.03.002)
- Mavila, D., Tinoco, O. y Campos C. (2009). Factores influyentes en la capacidad emprendedora de los alumnos de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, Vol. 12(2), pp. 32-39.
- Mendonça, J. y Grimpe, C. (2015). Skills and regional entrepreneurship capital formation: a comparison between Germany and Portugal. *The Journal of Technology Transfer*, 41(6), 1440–1456. doi:[10.1007/s10961-015-9444-5](https://doi.org/10.1007/s10961-015-9444-5)
- Menzies, M. (2012). Researching scientific entrepreneurship in New Zealand. *Science and Public Policy*, 39(1), 39–59. doi:[10.3152/030234212x13214603531842](https://doi.org/10.3152/030234212x13214603531842)

- Metcalfe, J. (2004). The entrepreneur and the style of modern economics. *Journal of Evolutionary Economics*, 14, 157–175.
- Moctezuma, J. y Puga, C. (2011). Propuesta de un modelo de transferencia tecnológica para las incubadoras de empresas de alta tecnología en las Universidades. Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática.
- Navarro, J. y Olivari, J. (2016). La política de innovación en América Latina y el Caribe: nuevos caminos. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo, pp. 200-202.
- Newey, L. y Zahra, S. (2009). The Evolving Firm: How Dynamic and Operating Capabilities Interact to Enable Entrepreneurship. *British Journal of Management*, 20, S81–S100. doi:[10.1111/j.1467-8551.2008.00614.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-8551.2008.00614.x)
- Nonaka, I. y Takeuchi H. (1995) *The knowledge-creating company*. Nueva York, Oxford University Press.
- Oiz, C. y García, P. (1996): Spin-off: el futuro del desarrollo económico regional. *Economía Industrial*, no. 309, pp. 63-68
- Olguin, S. (2019a). Imelda López Villaseñor, nueva directora del IIB. *Gaceta Biomédicas*, pp. 4-5.
- Olguin, S. (2019b). Informe de Actividades del IIB 2011-2018. *Gaceta Biomédicas*, pp. 8-9.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos "OCDE". (2019). Key biotechnology indicators. noviembre 20,2019, de OECD Sitio web: www.oecd.org/sti/inno/keybiotechnologyindicators
- Organización de las Naciones Unidas "ONU" (1992) Convenio sobre la diversidad biológica; Naciones Unidas, pp. 3

- Organización de las Naciones Unidas “ONU” (1992). Environmentally Sound Management of Biotechnology. En Agenda 21(16.1 - 16.46). Río de Janeiro: United Nations. Recuperado: junio 7, 2019, sitio web: www.un.org/esa/dsd/agenda21/res_agenda21_16
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, “OMPI”. (2019). La innovación y la propiedad intelectual. noviembre 14, 2019, de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, Sitio web: www.wipo.int/ip-outreach/es/ipday/2017/innovation_and_intellectual_property
- Padilla-Meléndez, A., Fernández-Gámez, M. A. y Molina-Gómez, J. (2014). Feeling the risks: effects of the development of emotional competences with outdoor training on the entrepreneurial intent of university students. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 10(4), 861–884. doi:[10.1007/s11365-014-0310-y](https://doi.org/10.1007/s11365-014-0310-y)
- Penrose, E. (1959). *The theory of the growth of the firm*. New York: J. Wiley.
- Pereira, F. (2003). Reflexión sobre algunas características del espíritu emprendedor colombiano. *Econ. Gest. Desarrollo*, 1, 9-26.
- Pitelis, C. y Teece, D. J. (2010). Cross-border market co-creation, dynamic capabilities and the entrepreneurial theory of the multinational enterprise. *Industrial and Corporate Change*, 19(4), 1247–1270. doi:[10.1093/icc/dtq030](https://doi.org/10.1093/icc/dtq030)
- Porter, M. (1990). The Competitive Advantage of Nations. *Harvard Business Review*, Marche-April, 1990, pp. 73-91.
- Possani, L. D. (2003). The past, present and future of biotechnology in Mexico. *Nature Biotechnology*, 21(5), 582–583. doi:[10.1038/nbt0503-582](https://doi.org/10.1038/nbt0503-582)
- Powell, W. y Snellman, K. (2004) The knowledge economy. *Annual Review of Sociology*, 30, 199-220. doi:[10.1146/annurev.soc.29.010202.100037](https://doi.org/10.1146/annurev.soc.29.010202.100037)

Quezada Fernando; "Commercial biotechnology in Latin America: Current opportunities and challenges"; Biotechnology Center of Excellence Corporation, Palgrave Macmillan LTD 1478-565X/06 Journal of Commercial Biotechnology. Vol 12. NO 3. April 2006, pp. 192–199.

Räty, H., Komulainen, K., Hytti, U., Kasanen, K., Siivonen, P. y Kozlinska, I. (2019), "University students' perceptions of their abilities relate to their entrepreneurial intent", Journal of Applied Research in Higher Education, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print. doi:[10.1108/JARHE-07-2018-0119](https://doi.org/10.1108/JARHE-07-2018-0119)

Ripsas, S. (1998). Towards an interdisciplinary theory of entrepreneurship, Small Business Economics, 10(2), 103–115. doi:[10.1023/a:1007975330428](https://doi.org/10.1023/a:1007975330428)

Rodríguez, A., González, R., Rodríguez, I., Antonio, S. y Sánchez, A. (2018). Liderando el cambio: hacia un currículo integrado para ciencias biomédicas. Experiencia de la Universidad Europea de Madrid. Departamento de Ciencias Biomédicas Básicas. Universidad Europea de Madrid., FEM 2018; 21 (4), pp. 215-222. Recuperado: marzo 17, 2019

Rosenberg, N. (2009). Some Critical Episodes in the Progress of Medical Innovation: An Anglo-American Perspective. Studies on Science and the Innovation Process, 275–301. doi:[10.1142/9789814273596_0014](https://doi.org/10.1142/9789814273596_0014)

Saavedra, D. (2018). Premio Nacional de la Juventud a Andrea Sánchez Navarro. Gaceta UNAM. Sitio Web: www.gaceta.unam.mx/premio-nacional-de-la-juventud-a-andrea-sanchez-navarro

Sánchez, A. J. (2019). En 2018, la UNAM obtuvo 44 registros de patentes. La Jornada, 01 septiembre de 2019, www.jornada.com.mx/ultimas/sociedad/2019/09/01/en-2018-la-unam-obtuvo-44-registros-de-patentes-6460

- Sánchez-Navarro, A., Mejía-Vilet, J. M., Pérez-Villalva, R., Carrillo-Pérez, D. L., Marquina-Castillo, B., Gamba, G. y Bobadilla, N. A. (2019). SerpinA3 in the Early Recognition of Acute Kidney Injury to Chronic Kidney Disease (CKD) transition in the rat and its Potentiality in the Recognition of Patients with CKD. *Scientific Reports*, 9(1). doi:[10.1038/s41598-019-46601-1](https://doi.org/10.1038/s41598-019-46601-1)
- Sánchez, V. (2019). Necesita México más inversión en ciencia: Julia Tagüeña. Recuperado: marzo 17, 2019., de Ciencia Mx, Noticias Sitio web: www.cienciamx.com/index.php/sociedad/politica-cientifica/25395-necesita-mexico-mas-inversion-en-ciencia-julia-tagueena-nota
- Saviotti, P. [Canal Instituto de Investigaciones Sociales]. (2019, septiembre 24). Seminario de Economía, Innovación y Desarrollo. Recuperado de youtu.be/T5uHhkNShcM
- Schumpeter, J. (1934). *The theory of economic development*. Cambridge, Mass: (Spanish version, Schumpeter, J. (1978) *Teoría del desenvolvimiento económico*, Mexico, FCE).
- Senge, P. (1990). *La quinta disciplina: El arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*. Editorial Granica, 1990.
- Souto, J. (2013). *Innovación, Emprendimiento y Empresas de Base Tecnológica en España*. España: Fundación Madrid para el Conocimiento, Netbiblo.
- Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid: Morata.
- Stiglitz, J. (1999) Public policy for a knowledge economy. Remarks at the department for trade and industry and center for economic policy research, London, 27 January. www.worldbank.org/html/extdr/extme/jssp012799a
- Suh, J. y Chen, D. (2008). *Corea como una economía del conocimiento. Proceso evolutivo y enseñanzas*. Washington, DC, USA: Banco Mundial en coedición con Mayol Ediciones S. A. pp. 3 - 4. Recuperado de: documents.worldbank.org/curated/en/223781468344638148/pdf/409300PUB0SPAN101OFFICIAL0USE0ONLY1

- Tagüeña, J., Rojas, E. y Reynoso, I. (2006). La divulgación de la ciencia en México en el contexto de la América Latina. Recuperado: mayo 02, 2019, de I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I Sitio web: www.oei.es/historico/memoriasctsi/simposio/simposio04
- Tapias, H. (2005). Capacidades tecnológicas: elemento estratégico de la competitividad. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, Vol. 33, pp. 97-119.
- Teece, D. J. (1986). Profiting from technological innovation. *Research Policy* 15(6): 285–305.
- Teece, D. J. (2007). Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319–1350. doi:[10.1002/smj.640](https://doi.org/10.1002/smj.640)
- Teece, D. J. y Leih, S. (2016). Uncertainty, Innovation, and Dynamic Capabilities: An Introduction. *California Management Review*, 58(4), 5–12. doi:[10.1525/cmr.2016.58.4.5](https://doi.org/10.1525/cmr.2016.58.4.5)
- Teece, D. J., Pisano, G. y Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533. doi:[10.1002/\(sici\)1097-0266\(199708\)18:7<509::aid-smj882>3.0.co;2-z](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0266(199708)18:7<509::aid-smj882>3.0.co;2-z)
- Temin, P. y David V. (2016) *Keynes: pensar en la economía mundial hoy*, Ned ediciones, ProQuest Ebook Central, ebookcentral.proquest.com/lib/bibliodgbsp/detail.action?docID=4870202
- Torreblanca E. (2013, febrero 28). PyME científica acepta el riesgo de “prostituirse”. *El Financiero*, 19.
- Torres, A. y Jasso, J. (2017a). Capacidades y transferencia de tecnología en las universidades. El caso del área de la biomedicina en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). En *Vinculación universidad-sector productivo para fortalecer los sistemas nacionales de innovación: experiencias de Cuba, México y Costa Rica*. (pp. 323-352). La Habana, Cuba. Universidad de La Habana.

- Torres, A. y Jasso, J. (2017b). Entrepreneurial capabilities and innovation in firms from late industrialising countries: a case study of a Mexican firm. *International Journal of Work Innovation*, 2(1).
- Torres, A. y Jasso, J. (2019). Capabilities and knowledge transfer: evidence from a university research center in the health area in Mexico, *Contaduría y Administración*, Vol. 64, Núm 1, Especial Innovación, 1-16, doi: [10.22201/fca.24488410e.2019.1808](https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.1808)
- Torres, A. (2006). Aprendizaje y Construcción de Capacidades Tecnológicas. *Technology Management, Management & Innovation*, 1(5), 12-24.
- Torres, A., Soto, D. y Jasso, J. (2018). Generación de capacidades de innovación en las empresas mexicanas y el papel de la vinculación universidad-empresa. El caso de una empresa de dispositivos médicos. En *Desigualdad y pobreza* (pp. 415-450). México: Universidad Autónoma Metropolitana; Bonilla Artigas Editores.
- Torres, I. (2019). Empresas innovadoras y de alta tecnología transforman economías. *Crónica, Academia*.
- Trejo, M. y Patiño, M. (2019). Entre 2017 y 2018, al Instituto de Biotecnología (IBt) de la UNAM se le concedieron seis patentes. *Investigación y Desarrollo, iD*, recuperado: abril 01, 2019. Sitio web: invdes.com.mx/los-investigadores/entre-2017-y-2018-al-instituto-de-biotecnologia-ibt-de-la-unam-se-le-concedieron-seis-patentes
- UNAM_MX. (2009). ¿Qué es la UNAM? Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado: enero 4, 2020, de Sitio web: youtu.be/Uo3IBBmzbU4
- Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa, "UAM" (2018). Enrique Galindo Fentanes. Recuperado: agosto 19, 2019, de Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Cuajimalpa. Sitio web: www.cua.uam.mx/ciclo-premios-nacionales-en-cuajimalpa/quienes-son-los-conferencistas/enrique-galindo-fentanes

- Universidad Nacional Autónoma de México “UNAM” (2015). Qué es la UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado: enero 3, 2020, de Sitio web: www.unam.mx/acerca-de-la-unam/que-es-la-unam
- Universidad Nacional Autónoma de México “UNAM” (2018). 2018 Agenda Estadística UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México, recuperado: abril 04, 2019. Sitio web: www.planeacion.unam.mx/Agenda/2018/disco
- Universidad Nacional de Colombia. (2019). Capacidad emprendedora. Agosto 28, 2019, de Universidad Nacional de Colombia Sitio web: docs.google.com/forms/d/1DD6dZbk6wcPltVBfGgXP6uYANUYidWaB_ZoI_PCIdg/viewform
- Valdés, L. (2009). La administración del sistema tecnológico en las organizaciones. El valor de la tecnología en el siglo XXI (Capítulo 1, 1-26). México: Fondo editorial FCA, UNAM.
- Valdés, L. (2014). Planeación Estratégica con Enfoque Sistémico. División de Investigación en Contaduría Administración e Informática, UNAM. Recuperado: enero 14, 2020.
- Vega, R. (2013). La Biotecnología como Factor de Desarrollo Económico: El Caso de México. Facultad de Ciencias Políticas, Tesis de Licenciatura en Relaciones Internacionales
- Vergara, A. y Remedi, V (2016, mayo-agosto). Una mirada al interior del Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México. Sociológica, año 31, número 88, pp. 213-214.
- Wennekers, S. y Thurik, R. (1999). Linking entrepreneurship and Economic Growth. Small Business Economics, 13, 27–55.
- Yin, R. (1994). Investigación sobre estudio de casos; Diseño y métodos. Estados Unidos: Sage.

Zahra, S. A. y George, G. (2002). The Net-Enabled Business Innovation Cycle and the Evolution of Dynamic Capabilities. *Information Systems Research*, 13(2), 147–150. doi:[10.1287/isre.13.2.147.90](https://doi.org/10.1287/isre.13.2.147.90)

Zahra, S. A., Sapienza, H. J. y Davidsson, P. (2006). Entrepreneurship and Dynamic Capabilities: A Review, Model and Research Agenda. *Journal of Management Studies*, 43(4), 917–955. doi:[10.1111/j.1467-6486.2006.00616.x](https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2006.00616.x)

Siglas y acrónimos

BCyF:	Biología Celular y Fisiología
BIDI:	Biblioteca Digital UNAM
BMyB:	Biología Molecular y Biotecnología
CDMX:	Ciudad de México
CIC:	Coordinación de la Investigación Científica – UNAM
CID:	Coordinación de Innovación y Desarrollo – UNAM
CIIGB:	Ingeniería Genética y Biotecnología
Cofepris:	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
Conacyt:	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CTI:	Ciencia Tecnología e innovación
DGAPA:	Dirección General de Asuntos del Personal Académico
DGDC:	Dirección General de Divulgación de la Ciencia
Dra.	Doctora
Dr.	Doctor
EBT:	Empresas de Base Tecnológica
FCCyT:	Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC
FODA:	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas
GEM:	Global Entrepreneurship Monitor
GPS:	Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
I&D+I	Investigación, Desarrollo e Innovación
I+D:	investigación y desarrollo

IBt:	Instituto de Biotecnología
IIBo:	Instituto de Investigaciones Biomédicas
IMPI:	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
INC:	Instituto Nacional de Cancerología
INCMNSZ:	Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”
Inm:	Inmunología
INNN:	Instituto Nacional de Neurología Neurocirugía “Manuel Velasco Suárez”
INP:	Instituto Nacional de Pediatría
INP:	Instituto Nacional de Psiquiatría
ITESM:	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
Lic.	Licenciado
MGTA:	Medicina Genómica y Toxicología Ambiental
Mto.	Maestro
OCDE:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OMPI:	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
ONG:	Organizaciones no Gubernamentales
PECiTI:	Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación
PIB:	Producto interno Bruto
PyME:	Pequeña y Mediana Empresa
Red OTT:	Red de Oficinas de Transferencia de Tecnología
Reniecyt:	Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas

Sagarpa:	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SMEs:	Small and medium-sized enterprises
Spin Offs:	Empresas creadas por trabajadores con experiencia profesional en empresas grandes, que aprovechan dicha experiencia para desarrollar algún proyecto o idea propia.
Spin Out	Empresas creadas por grupos de investigación de centros públicos de investigación y de universidades.
Startups:	Empresa de reciente creación y de base tecnológica
TI:	Tecnología de la información
UNAM:	Universidad Nacional Autónoma de México

Anexos

Anexo 1. Cuestionario guía para entrevista del alumno

Nombre: _____ Edad: _____

Doctorado en: _____

1. ¿Por qué eligió estudiar ese doctorado?
2. ¿Trabaja simultáneamente a sus estudios?
3. ¿Su trabajo está relacionado con sus estudios?
4. Durante su estudio cuenta con alguna beca
5. Cuál es el nivel de estudios y ocupación de su: esposo(a), padre, madre y hermano(a)
6. ¿Ha pensado en emprender un negocio/empresa?
7. ¿Cómo influyen las motivaciones y cuales considera necesarias para emprender?
8. ¿Cómo influyen las conductas que consideras que son necesarias para emprender?
9. ¿Cuáles son las actitudes que consideras que pueden ser necesarias para emprender?
10. ¿Cuáles son las habilidades que consideras que pueden ser necesarias para emprender?
11. ¿Cuáles son las dificultades que consideras que impiden emprender?

Anexo 2. Cuestionarios guía para entrevista del investigador

Nombre: _____ Edad: _____

Doctorado en: _____

Datos del empresario

1. ¿Trabajó simultáneamente a sus estudios?
2. Durante sus estudios, ¿Contó con alguna beca?
3. Cuál es el nivel de estudios y ocupación de su: esposo(a), padre, madre y hermano(a)
4. ¿Qué motivó su emprendimiento?
5. ¿Qué conductas considera que fueron necesarias para emprender?
6. ¿Qué actitudes considera que fueron necesarias para emprender?
7. ¿Qué habilidades considera que fueron necesarias para emprender?
8. ¿Qué dificultades considera que le impedían emprender?

Datos de la empresa

12. ¿Cuál es su denominación social?
13. ¿En qué año se creó la empresa?
14. ¿Su empresa está ubicada en un Parque Científico o Tecnológico? ¿A cuál y en qué año se incorporó?
15. ¿Qué tipo de empresa es?

Investigación y Desarrollo (I+D) interna

16. ¿Su empresa ha realizado actividades de I+D interna?
17. ¿Cuántas personas se dedicadas a I+D interno?

Compra de I+D

18. Compra de I+D en México
19. Compra de I+D en el extranjero
20. Qué actividades para la innovación tecnológica realizó su empresa

Innovación de productos, bienes y de procesos

22. ¿Cómo considera la posición tecnológica de su empresa?
21. ¿Qué tipo de innovación a productos y servicios suele realizar?
23. ¿Qué importancia ha tenido la innovación a productos y servicios que ha realizado?
24. ¿Quién ha desarrollado estas innovaciones?
25. ¿Qué tan novedosas fueron las innovaciones?
26. ¿Cómo considera la situación de su empresa respecto la competencia?
28. ¿Qué porcentaje obtuvo de utilidad neta sobre ventas de su empresa en los dos últimos años?

Anexo 3. Plan de estudios del Doctorado del Instituto de Biotecnología

2 PLAN DE ESTUDIOS DEL DOCTORADO EN CIENCIAS BIOQUÍMICAS

2.1 Objetivo general

El propósito general del plan de estudios doctoral es la formación de investigadores de la más elevada calidad académica, capaces de realizar investigación original independiente, básica y/o aplicada. Las entidades académicas participantes en el Programa pretenden elevar así el nivel de la enseñanza y la investigación de las ciencias bioquímicas en México, promoviendo la multi e interdisciplinariedad, fomentando a la vez la formación e integración de grupos de alto nivel, capaces de formar los recursos humanos necesarios para el desarrollo de las ciencias bioquímicas en el país.

2.2 Perfiles

2.2.1 Perfil de ingreso

El aspirante deberá tener las habilidades y conocimientos correspondientes a la Maestría que haya cursado previamente. Además deberá demostrar tener un interés fundamentado para seguir sus estudios en el nivel de doctorado. Tener la capacidad para plantear problemas de investigación y diseñar estrategias para su solución. Deberá tener conocimientos fundamentales en bioquímica y deberá tener la capacidad de interpretar, analizar y criticar la información científica internacional en su campo de conocimiento.

2.2.2 Perfil de egreso

Un doctor en Ciencias Bioquímicas deberá poseer un conocimiento profundo de las bases científicas y tecnológicas que sustentan el campo de conocimiento de su especialidad. Será capaz de identificar y evaluar problemas de investigación básica y/o aplicada, así como de proponer estrategias para su solución. Tendrá un amplio conocimiento de los campos de estudio y de los avances más significativos en las disciplinas cercanas a su campo de conocimiento. Utilizará críticamente la información bibliográfica, así como las fuentes especializadas más importantes. Estará capacitado para proponer y organizar proyectos de investigación en su campo de conocimiento sobre una base académicamente sólida realizando investigación original y de frontera en los ámbitos académico y/o industrial. Asimismo, tendrá la capacidad de participar en la formación de recursos humanos para la docencia y la investigación.

2.2.3 Perfil del graduado

Los graduados del Doctorado en Ciencias Bioquímicas estarán capacitados para realizar trabajos de investigación básica o aplicada tanto en el ámbito académico, como en el industrial. Estarán también capacitados para realizar labores de docencia y difusión, formando recursos humanos de más alto nivel en el campo de su opción. Los graduados del

doctorado en Ciencias Bioquímicas, tendrán un conocimiento sólido de los avances significativos en las disciplinas que conforman las ciencias bioquímicas. Manejarán de manera crítica la información científica y tecnológica en general, así como aquella que proviene de fuentes especializadas. Tendrán la capacidad de planeación, dirección y desarrollo de proyectos de investigación científica.

2.3 Duración de los estudios

Los estudios de doctorado tienen una duración máxima de ocho semestres para alumnos de tiempo completo. En estos periodos deberán ser cubiertas las actividades académicas establecidas en el plan de estudios y en los planes de trabajo semestrales, establecidos conjuntamente con su tutor principal y aprobado por su comité tutor.

El Comité Académico podrá otorgar un plazo adicional de dos semestres consecutivos para concluir las actividades académicas y graduarse. Si los alumnos no obtienen el grado en el plazo anteriormente establecido, el Comité Académico decidirá si procede la baja del alumno en el plan de estudios. En casos excepcionales, el propio Comité Académico podrá autorizar una prórroga con el único fin de que los alumnos obtengan el grado, de acuerdo con lo que estipulan el RGEP y las Normas Operativas del Programa.

2.4 Estructura y organización del plan de estudios

2.4.1 Descripción general de la estructura y organización académica

El Programa de Doctorado en Ciencias Bioquímicas es estrictamente presencial. Todos los alumnos deberán contar con un tutor principal, quien fungirá como director de tesis y un comité tutor. El plan de estudios solo incluye trabajo de investigación. Los alumnos, conjuntamente con su tutor y su Comité Tutor, definirán las actividades académicas y el plan de trabajo que crean convenientes. El trabajo de investigación será evaluado y asesorado por el Comité Tutor y el seminario de investigación que es evaluado por el tutor principal.

En el nivel de doctorado la actividad fundamental en la formación del alumno es la realización del trabajo de investigación. A través del mismo, el estudiante integrará y aplicará los conocimientos adquiridos para la solución de un problema de investigación original, relevante para las ciencias bioquímicas. Ensayará su creatividad, así como su destreza para el diseño de estrategias y metodologías tendientes a su solución. En todos los semestres en los que el alumno esté inscrito al trabajo de investigación será evaluado por el Comité Tutor. En todos los semestres se considera importante la participación del alumno de posgrado en seminarios, y en su proceso de formación se incluye la participación en al menos una actividad docente.

Plan de actividades del doctorado en ciencias bioquímicas

Semestre	Actividad
Primero ^{2,3}	Seminario de Investigación I Trabajo de Investigación I
Segundo	Actividad Académica Obligatoria Seminario de Investigación II Trabajo de Investigación II
Tercero	Seminario de Investigación III Trabajo de Investigación III
Cuarto	Seminario de Investigación IV Trabajo de Investigación IV
Presentación de examen de candidatura al grado⁽⁴⁾	
Quinto	Seminario de Investigación V Trabajo de Investigación V
Sexto	Seminario de Investigación VI Trabajo de Investigación VI
Séptimo	Seminario de Investigación VII Trabajo de Investigación VII
Octavo	Seminario de Investigación VIII Trabajo de Investigación VIII
<p>El alumno podrá seguir inscrito en Seminario de Investigación y Trabajos de Investigación mientras no obtenga la aprobación del jurado para el examen de candidatura para escribir su tesis, hasta por un máximo de dos semestres consecutivos adicionales, previa autorización del Comité Académico. Si los alumnos no obtienen el grado en el plazo anteriormente establecido, el Comité Académico decidirá si procede la baja del alumno en el plan de estudios. En casos excepcionales, el propio Comité Académico podrá autorizar una prórroga con el único fin de que los alumnos se gradúen, de acuerdo con lo que estipulan el RGEP y las Normas Operativas del Programa.</p>	

² Los alumnos que presenten y aprueben el examen de defensa de proyecto de doctorado durante el tercer o cuarto semestre de maestría serán inscritos en el primer semestre del doctorado.

³ A partir del primer semestre, el alumno podrá llevar actividades académicas en la modalidad de cursos o tópicos selectos, de acuerdo con la recomendación de su Comité Tutor.

⁴ Habiendo cubierto al menos tres semestres el alumno podrá solicitar, con el aval de su comité tutor, el examen de candidatura al grado en donde se le autorizará, si su trabajo está completo y tiene la calidad suficiente, presentar la defensa de tesis. No es requisito de permanencia pero si de obtención de grado.

2.4.2 Mecanismos de flexibilidad

El plan de estudios permite que los alumnos puedan cursar una o más actividades académicas en otros programas dentro y fuera de la UNAM, conforme a las disposiciones establecidas en la Legislación. En el caso de instituciones externas deberá existir un convenio de colaboración académica.

Las actividades académicas del doctorado son flexibles, básicamente porque el diseño e implementación del plan de estudios se basa en un sistema de tutoría; es decir, el alumno y su tutor principal se ponen de acuerdo según los intereses del estudiante, pero bajo el asesoramiento del comité tutor.

Por lo anterior, los alumnos del plan de estudios pueden cursar una o más actividades académicas de acuerdo con el plan de trabajo establecido conjuntamente con su tutor principal y aprobado por su comité tutor. Las actividades podrán ser cursadas en otros programas dentro y fuera de la UNAM, conforme a las disposiciones establecidas en la Legislación Universitaria. En el caso de instituciones externas, deberá existir un convenio de colaboración académica para tal fin.

2.4.3 Plan de trabajo

Una vez aprobada la defensa de proyecto de doctorado, las actividades académicas a desarrollar por los alumnos incluirán:

1. Una reunión semestral con el Comité Tutor para la evaluación del trabajo de investigación, entregando un informe escrito (de un máximo de cinco cuartillas) y oral sobre los avances de la investigación y lo realizado en cuanto a las actividades académicas establecidas en su plan de trabajo y aprobadas por su Comité Tutor, que será integrado en su expediente.
2. La participación en al menos una actividad docente según se describe en las normas operativas, y la aprobación de un curso o tópico selecto, propuestos por el Comité Tutor.
3. La presentación, al final de su plan de trabajo, de los resultados de la investigación de manera integrada ante el jurado para el examen de candidatura, donde se decidirá si el trabajo tiene la calidad suficiente para ser una tesis de doctorado, y en su caso autorizará la elaboración de la misma.
4. Otras actividades académicas complementarias podrán ser propuestas conjuntamente por el tutor y el alumno al Comité Tutor, el que finalmente tomará la decisión. Estas actividades pueden ser participación y/o coordinación de tópicos selectos o cursos básicos. Asimismo, el alumno deberá participar activamente en los seminarios departamentales e institucionales, y presentar un seminario departamental o institucional sobre los resultados de su trabajo, hacia el final del plan de estudios del doctorado.

2.5 Requisitos

2.5.1 Requisitos de ingreso

En congruencia con el objetivo fundamental del doctorado, se establecen diversos mecanismos para facilitar el ingreso al doctorado para aquellos alumnos que demuestren tener conocimientos suficientes, experiencia en investigación y un perfil de alumno de doctorado, es decir, potencialidad para plantear problemas de investigación y diseñar estrategias para su solución. Como requisitos generales para ingresar al doctorado mediante alguna de las modalidades que se presentan más adelante, se requiere:

- a) Haber realizado estudios previos afines al plan de estudios, en el nivel de maestría y suficientes a juicio del Comité Académico.
- b) Haber aprobado de manera ampliamente satisfactoria un examen de conocimientos previos y de habilidades y aptitudes. Los alumnos que hayan cursado la maestría en el Programa quedarán exentos de estos exámenes y deberán aprobar en el primer semestre la defensa de su proyecto de doctorado.
- c) Entrevista personalizada de acuerdo con el mecanismo que establezca el Comité Académico.
- d) Ser propuesto por escrito por el investigador que aceptará ser su tutor principal y en caso de no tenerlo o por el Coordinador del Programa o por algún integrante del Subcomité Académico de Apoyo respectivo.

2.5.2 Requisitos extracurriculares y prerrequisitos

Aprobar el examen de comprensión de lectura de textos en inglés que aplica el Centro de Enseñanza de Lenguas Extranjeras nivel B1 o contar con un examen TOEFL que demuestre tener el 80% de la escala máxima. Esta aprobación deberá realizarse hasta antes del cuarto semestre.

En el caso de los alumnos cuya lengua materna no sea el español, deberán ser acreditados por el Centro de Enseñanza para Extranjeros antes de su ingreso.

2.5.3 Requisitos de permanencia

Para permanecer en el plan de estudios del doctorado el alumno deberá:

- a) Dedicar tiempo completo al plan de estudios.
- b) Realizar las actividades académicas que establezca el Comité Tutor.
- c) No haber obtenido dos evaluaciones desfavorables en una actividad académica o de investigación del plan de estudios, de acuerdo con lo que marcan las Normas Operativas del Programa y la normatividad aplicable.
- d) Presentar al Comité Tutor cada semestre un informe escrito (de un máximo de cinco cuartillas) y oral sobre los avances de la investigación y lo realizado en cuanto a las

actividades académicas establecidas en su plan de trabajo y aprobadas previamente por el Comité Tutor, el alumno deberá tener evaluaciones favorables en el desempeño académico de las mismas. Cuando haya dos evaluaciones desfavorables el alumno causará baja del plan de estudios de acuerdo con lo establecido en la normatividad correspondiente. El Comité Académico determinará bajo qué condiciones un alumno puede continuar en el plan de estudios cuando reciba una evaluación semestral desfavorable del Comité Tutor.

- e) Cuando un alumno interrumpa los estudios de posgrado, el Comité Académico determinará en qué términos se podrá reincorporar al Programa. El tiempo total de inscripción efectiva no podrá exceder los límites establecidos en el RGEP.

2.5.4 Requisitos de egreso

El alumno deberá haber aprobado el examen de candidatura al grado de Doctor, haber cursado y aprobado el 100% de las actividades académicas del plan de trabajo establecido con su tutor principal y haber concluido satisfactoriamente su plan de trabajo avalado por el Comité Tutor.

2.5.5 Requisitos para la obtención de la candidatura al grado de Doctor

De acuerdo con el RGEP, se considera que un alumno es candidato al grado de Doctor cuando demuestre que cuenta con una sólida formación académica y capacidad para la investigación. El procedimiento y el plazo para obtener la candidatura se definen en las Normas Operativas del Programa.

Cuando la evaluación para la candidatura al grado resulte negativa, el Comité Académico podrá autorizar una segunda y última evaluación que deberá realizarse en un plazo no mayor a un año. En caso de una segunda evaluación negativa, el alumno será dado de baja del plan de estudios.

Los alumnos de Doctorado deberán realizar un Examen de Candidatura conforme a los procedimientos establecidos en las Normas Operativas y previa autorización del Comité Tutor. El Examen de Candidatura es de suma importancia pues constituye el último requisito académico que el estudiante debe cumplir, previo al examen doctoral.

El Examen de Candidatura podrá llevarse a cabo cuando, a criterio del Comité Tutor, el alumno posea la madurez académica adecuada y tenga el avance experimental requerido para desarrollar una tesis doctoral y habiendo concluido el tercer semestre. En particular, se requiere que el alumno haya sometido un artículo derivado de su investigación, para realizar el examen de candidatura. Una vez que el Comité Tutor autorice la presentación del examen de candidatura, el alumno debe solicitar al Comité Académico la integración del jurado de examen de candidatura al grado y realizar el examen en un tiempo no mayor de seis meses después de la aprobación del Comité.

Para la presentación del Examen de Candidatura, el alumno elaborará un escrito, en el que deberá plasmar las ideas principales que sustentan la tesis de una manera integral y en el contexto general del campo de conocimiento en el que se ubica su línea de investigación. El escrito, que no debe ser considerado como un reporte debe, por lo tanto, incluir además de la introducción, hipótesis y objetivos, resultados, discusión y perspectivas. Los artículos publicados o en preparación pueden ser incluidos como anexo pero no sustituyen al escrito. Durante el Examen de Candidatura el alumno presentará de manera oral los avances de su tesis.

El Examen de Candidatura es un evento académico en el que la formación y el desempeño del alumno deben ser evaluados de manera global, profunda y exhaustiva. El Examen de Candidatura deberá constatar que el alumno posea madurez académica y la calidad de su trabajo para la obtención del grado de doctor. El jurado de examen de candidatura evaluará también la calidad del manuscrito sometido a publicación.

2.5.6 Requisitos para cambio de inscripción de doctorado a maestría

A solicitud del alumno el Comité Académico podrá autorizar el cambio de inscripción de doctorado a maestría cuando el alumno satisfaga los siguientes requisitos:

- a) No haber obtenido evaluaciones semestrales desfavorables;
- b) No haber cursado la misma actividad académica en dos ocasiones;
- c) Contar con la recomendación de su Comité Tutor, y
- d) Presentar la solicitud al Comité Académico de cambio de inscripción la cual deberá contener la exposición de motivos.

El Comité Tutor presentará la propuesta al Comité Académico y recomendará el valor en créditos de las actividades académicas realizadas en el doctorado y la propuesta de las equivalencias correspondientes. Cuando la resolución sea positiva el Comité Académico determinará la duración máxima de los estudios en la maestría.

2.5.7 Requisitos para obtener el grado

Para obtener el grado de Doctor en Ciencias los alumnos deberán:

- a) Haber acreditado las actividades académicas y demás tareas previstas en el plan de trabajo en los plazos establecidos.
- b) Haber aprobado la defensa de proyecto de doctorado y obtenido la candidatura al grado de Doctor.
- c) Obtener la autorización del jurado de examen de candidatura para la elaboración de la tesis.
- d) Haber publicado al menos un artículo en el que el trabajo de investigación doctoral sea el elemento sustancial. La revista debe tener arbitraje, ser de prestigio y de circulación internacional. El estudiante deberá figurar como primer autor en el

trabajo, salvo justificación fundamentada extendida por el Comité Tutor y ratificada por el Comité Académico.

- e) Elaborar una tesis doctoral que deberá estar basada en los resultados de las investigaciones realizadas por el estudiante en el desarrollo de su proyecto de trabajo. Estos resultados representan la culminación de sus estudios y de la experiencia acumulada durante su formación. La tesis será una evidencia escrita integrada y sistematizada de las estrategias empleadas en la solución de un problema de investigación y de los resultados obtenidos.
- f) Presentar y aprobar el examen de grado de doctor, consistente en una réplica oral de la tesis ante un jurado de grado, nombrado por el Comité Académico e integrado según se estipula en las normas operativas y en la normatividad aplicable.

2.6 Certificado complementario

La Coordinación de Estudios de Posgrado expedirá un certificado que contiene una descripción de la naturaleza, nivel, contexto, contenido y estatus de los estudios de posgrado concluidos por el alumno, facilitando el reconocimiento académico y profesional.

Anexo 4. Plan de estudio del Doctorado del Instituto de Investigaciones Biomédicas



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS

Líneas de generación del conocimiento que comprende:

- Biología Celular
- Biología del Desarrollo
- Biología Molecular
- Bioquímica, Biofísica y Biología Estructural
- Ecología y Biología Evolutiva
- Farmacología, Toxicología y Salud Ambiental
- Fisiología
- Genética, Genómica y Bioinformática
- Inmunología y Enfermedades Infecciosas
- Microbiología
- Neurociencias y Neurobiología

Grado que se otorga:

- Doctor(a) en Ciencias Biomédicas

ENTIDADES ACADÉMICAS PARTICIPANTES:

- Facultad de Medicina
- Facultad de Estudios Superiores Iztacala
- Instituto de Ecología
- Instituto de Fisiología Celular
- Instituto de Investigaciones Biomédicas
- Instituto de Neurobiología
- Instituto de Química
- Instituto de Biotecnología (*incorporación*)
- Centro de Ciencias Genómicas

Fechas de Aprobación:

Comité Académico
Consejo Académico del Área de las Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud
Consejo Académico de Posgrado

30 de abril del 2018
2 de agosto, 2019
18 de septiembre del 2019

Plan de Estudios del Doctorado en Ciencias Biomédicas

1. Objetivo del Plan de Estudios

El Doctorado en Ciencias Biomédicas tiene por objetivo la formación de científicos en biomedicina capaces de realizar investigación básica original y de frontera en las líneas de generación del conocimiento.

2. Perfiles

2.1.1 De ingreso

El aspirante a ingresar al doctorado deberá:

- Tener vocación para formarse en la investigación científica.
- Ser capaz de plantearse clara y coherentemente preguntas de investigación con la calidad y la envergadura para constituir una tesis doctoral.
- Demostrar la comprensión de las estrategias de investigación propuestas.
- Contar con disponibilidad de tiempo completo.

2.1.2 Intermedios

Se considera como perfil intermedio la aprobación del examen de candidatura al grado de Doctor. Para ello, el alumno deberá mostrar capacidad crítica y propositiva para identificar y abordar problemas de investigación. Específicamente, deberá poder presentar y fundamentar claramente las hipótesis y estrategias experimentales de su proyecto.

2.1.3 De egreso

El alumno al concluir sus estudios en Ciencias Biomédicas:

- Poseerá conocimiento integral de los tópicos relacionados con su línea de investigación.
- Identificará problemas y planteará preguntas significativas de investigación en biomedicina.
- Podrá desarrollar investigación biomédica original.
- Será capaz de desarrollar investigación en grupos multidisciplinarios.
- Actualizará sus conocimientos mediante la revisión crítica de la literatura especializada en el campo científico.
- Tendrá la habilidad de comunicar en forma oral y escrita los resultados e interpretación de la investigación científica que realice.
- Participará activamente en la formación de recursos humanos.

2.1.4 Del graduado

El graduado será capaz de: realizar investigación original e independiente, de ser líder en su área de trabajo a través de proponer, organizar y desarrollar proyectos de investigación y de conformar grupos sólidos para la investigación científica. Comunicará en forma oral y a través de publicaciones en revistas científicas indexadas, los resultados e interpretación de la investigación científica que realiza. Tendrá la capacidad de formar recursos humanos a nivel de pre y posgrado. Su ámbito laboral incluye, las instituciones de educación superior públicas y privadas, el sector salud y la industria.

2.2 Duración de los estudios

El plan de estudios propuesto para el Doctorado en Ciencias Biomédicas:

- Se impartirá en la modalidad presencial (sistema escolarizado).
- Su duración es de hasta diez semestres para alumnos de doctorado directo y de hasta ocho semestres para alumnos con estudios previos de maestría, en ambos casos se deberán cursar los estudios de tiempo completo. Durante el periodo antes señalado, según sea el caso, el alumno debe acreditar la totalidad de las actividades académicas del plan de estudios y obtener el grado.

Los alumnos que concluyan las actividades señaladas en el plan de trabajo individual (*aprobado el Examen de Candidatura al Grado de Doctor, acreditado seis actividades complementarias, obtenido la carta de aceptación del artículo científico requisito para la graduación y terminado la tesis con el Visto Bueno de su Comité Tutor*) podrán iniciar los trámites para realizar el examen de grado, aún antes de 8 o 10 semestres, según corresponda.

2.3 Estructura y organización del plan de estudios

El doctorado se sustenta en un Sistema de Tutoría. En éste a cada alumno se le asigna un Comité Tutor, integrado por el tutor principal y dos tutores adicionales acreditados en el Programa. Dicho Comité funciona como el espacio académico curricular en el que el alumno con el tutor principal elabora un plan de trabajo individual, avalado y evaluado semestralmente por el Comité Tutor en su conjunto. La evaluación se realiza conforme a lo previsto en las Normas Operativas del Programa.

El diseño del plan de trabajo individual considera, que el alumno deberá realizar:

a) Trabajo de investigación

Desarrollar y concluir una investigación original en un plazo máximo de ocho o diez semestres, según su tipo de ingreso. Se trata de la parte medular del Programa de Doctorado y consiste en la propuesta, el desarrollo y conclusión de un proyecto de investigación original y de frontera. Su avance será examinado por el Comité Tutor cada semestre y por un jurado en el Examen de Candidatura al Grado de Doctor. Además, el producto del proyecto de

investigación deberá constituir una parte sustancial del artículo científico publicado y la tesis correspondiente.

b) Actividades Académicas Complementarias

Cursar y aprobar seis actividades académicas, una en cada semestre durante los primeros seis semestres. Estas actividades deberán reforzar la formación académica del alumno e incidir en el desarrollo de la investigación original, serán definidas conjuntamente entre el alumno y su tutor principal, y avaladas por su Comité Tutor.

Las actividades académicas complementarias pueden ser las siguientes:

1. Cursos Fundamentales.
2. Temas Selectos que tengan por objeto la revisión y la discusión crítica de la frontera del conocimiento en un tema específico.
3. Actividades *Ad hoc*:
 - a. Impartición de clases de licenciatura o, en su caso, curso fundamental o tema selecto de posgrado en donde el alumno no sea el profesor responsable.
 - b. Escritura de una revisión crítica de la literatura sobre un tema específico relacionado con su proyecto de investigación, con la forma de un artículo.
 - c. Escritura del artículo requisito para la graduación.
 - d. Realización de estancias de investigación en laboratorios nacionales o del extranjero.

Si un alumno desea realizar alguna actividad académica complementaria no considerada en el plan de estudios, podrá hacerlo a propuesta del Comité Tutor y con el Visto Bueno del Comité Académico.

c) Examen de Candidatura al Grado de Doctor

Presentar y aprobar un Examen de Candidatura al Grado de Doctor, durante el cuarto semestre, teniendo como plazo máximo su aprobación el quinto semestre en caso de haberlo reprobado en la primera oportunidad. Se considera que un alumno es candidato al grado de doctor cuando demuestre tener una sólida formación académica y capacidad para la investigación, y un alto nivel en el dominio de su disciplina. Para ello, el alumno deberá haber logrado avances en su formación académica, reflejado en el conocimiento teórico dentro de su línea de investigación; la capacidad de análisis crítico de sus datos; la habilidad de proponer y diseñar experimentos, así como el dominio de las técnicas especializadas de su proyecto de investigación. El procedimiento para obtener la candidatura se define en las Normas Operativas del Programa.

d) Artículo Científico

Elaborar un artículo científico para su publicación, producto de su investigación de doctorado, con las características solicitadas a continuación y con lo dispuesto en las Normas Operativas del Programa.

- i. Deberá estar escrito en inglés e incluir parte sustancial de los resultados de su proyecto de investigación y motivo de la tesis.
- ii. Tendrá que ser enviado a una revista científica internacional indizada, según lo determinado en las Normas Operativas del Programa.

- iii. El alumno deberá fungir como primer autor. El tutor principal o el alumno podrán ser el autor de correspondencia, en cuyo caso se deberá hacer explícito el papel del tutor principal como autor responsable del trabajo publicado.
- iv. Deberá incluir agradecimientos explícitos, en español y sin abreviaturas, al Programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas de la Universidad Nacional Autónoma de México.

2.3.1 Plan de trabajo individual semestral de actividades académicas

El siguiente cuadro presenta el camino que el alumno debe recorrer cada semestre dentro del Doctorado en Ciencias Biomédicas.

SEMESTRE	ACTIVIDADES ACADÉMICAS
1	Aprobación del plan de trabajo al inicio del semestre y realización de lo establecido en el mismo <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación I • Actividad académica complementaria I Evaluación del plan de trabajo semestral por parte del Comité Tutor
2	Aprobación del plan de trabajo al inicio del semestre y realización de lo establecido en el mismo <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación II • Actividad académica complementaria II Evaluación del plan de trabajo semestral por parte del Comité Tutor
3	Aprobación del plan de trabajo al inicio del semestre y realización de lo establecido en el mismo <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación III • Actividad académica complementaria III • Solicitud de jurado de examen de candidatura al grado de Doctor. Evaluación del plan de trabajo semestral por parte del Comité Tutor
4	Aprobación del plan de trabajo al inicio del semestre y realización de lo establecido en el mismo <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación IV • Actividad académica complementaria IV • Presentación del Examen de Candidatura al Grado de Doctor, conforme a lo dispuesto en este Plan de Estudios y la Normas Operativas del Programa. De no aprobarlo, el alumno deberá presentar una solicitud de reinscripción para el quinto semestre, adjuntando un plan de trabajo en el que se atiendan las indicaciones del jurado de examen de candidatura, ya que deberá presentar y aprobar dicho examen a más tardar antes de concluir el quinto semestre. Evaluación del plan de trabajo semestral por parte del Comité Tutor
5	Aprobación del plan de trabajo al inicio del semestre y realización de lo establecido en el mismo

SEMESTRE	ACTIVIDADES ACADÉMICAS
	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación V • Actividad académica complementaria V • Redacción de la tesis doctoral • En caso de no haber aprobado el Examen de Candidatura al Grado de Doctor en la primera oportunidad, presentación y aprobación de dicho examen a más tardar antes de concluir este semestre. De no aprobarlo procederá la baja del alumno, de conformidad con lo previsto en el RGEP, LGFP y Normas Operativas del Programa. <p>Evaluación del plan de trabajo semestral por parte del Comité Tutor</p>
6	<p>Aprobación del plan de trabajo al inicio del semestre y realización de lo establecido en el mismo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación VI • Actividad académica complementaria VI • Redacción de la tesis doctoral <p>Evaluación del plan de trabajo semestral por parte del Comité Tutor</p>
7	<p>Aprobación del plan de trabajo al inicio del semestre y realización de lo establecido en el mismo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación VII • Redacción de la tesis doctoral • Presentar el borrador en inglés del artículo científico a publicar, requisito para la graduación, tanto al Comité Tutor como a la Coordinación del Programa. <p>Evaluación del plan de trabajo semestral por parte del Comité Tutor</p>
8	<p>Aprobación del plan de trabajo al inicio del semestre y realización de lo establecido en el mismo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación VIII • En caso de doctorado directo, redacción de la tesis doctoral • En caso de ingreso con estudios de maestría, conclusión de la tesis doctoral • Presentar comprobante de envío del artículo científico requisito de graduación a una revista científica internacional para su publicación. <p>Evaluación del plan de trabajo semestral por parte del Comité Tutor</p>
9	<p>En caso de doctorado directo, aprobación del plan de trabajo al inicio del semestre y realización de lo establecido en el mismo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación IX • Redacción de la tesis doctoral <p>Evaluación del plan de trabajo semestral por parte del Comité Tutor</p>
10	<p>En caso de doctorado directo, aprobación del plan de trabajo al inicio del semestre y realización de lo establecido en el mismo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Trabajo de Investigación X • Conclusión de la tesis doctoral <p>Evaluación del plan de trabajo semestral por parte del Comité Tutor</p>

Nota: En caso de que el alumno haya aprobado el Examen de Candidatura al Grado de Doctor, acreditado seis actividades complementarias, obtenido la carta de aceptación del artículo científico requisito para la graduación y terminado la tesis con el Visto Bueno de su Comité Tutor, entonces podrá iniciar los trámites para su graduación aún antes de 8 o 10 semestres, según corresponda.

2.4 Requisitos

2.4.1 De ingreso

Los aspirantes que pretenden ingresar al plan de estudios deberán obtener una carta de aceptación académica por parte del Comité Académico del Programa. Para ello, habrán de cumplir, presentar y entregar los requisitos y criterios académicos estipulados a continuación y con lo previsto en la convocatoria:

- a) Solicitar su ingreso en los tiempos que señale la convocatoria.
- b) Entregar dentro del periodo que marque la convocatoria, los documentos requeridos, entre ellos:

SI INGRESAN CON TÍTULO DE LICENCIATURA (DOCTORADO DIRECTO)

1. Título de licenciatura afín a juicio del Comité Académico.
Aspirantes egresados de la UNAM, podrán ingresar a los estudios con el acta de examen profesional de licenciatura con resultado aprobatorio.
Aspirantes provenientes de otras instituciones de educación superior, podrán ingresar con la constancia oficial que acredite que el título se encuentra en trámite.

SI INGRESAN CON GRADO DE MAESTRÍA

1. Grado de maestría afín a juicio del Comité Académico.
Aspirantes egresados de la UNAM, podrán ingresar a los estudios con el acta de grado de maestría con resultado aprobatorio.
Aspirantes provenientes de otras instituciones de educación superior, podrán ingresar con la constancia oficial que acredite que el grado se encuentra en trámite.

PARA AMBOS TIPO DE INGRESO (ESTUDIOS ANTECEDENTES)

2. Certificado de estudios completo de licenciatura o maestría, según corresponda, con promedio igual o superior a (8.0) (ocho). En caso de que éste no lo especifique, además se deberá entregar constancia oficial de promedio emitida por la institución de procedencia.
3. Constanza que certifique el dominio del idioma inglés expedida por la Escuela Nacional de Lenguas, Lingüística y Traducción (ENALLT); o bien, del TOEFL iBT con un puntaje igual o superior a 80 puntos. Excepto si su lengua materna es el inglés.
4. Documentos obligatorios de carácter administrativo, entre ellos:
 - ✓ Acta de nacimiento
 - ✓ CURP
 - ✓ Identificación oficial (INE, pasaporte o cédula profesional, entre otras)

5. Documentos obligatorios de carácter académico, según lo establecido en la convocatoria, entre ellos:
 - ✓ Carta de exposición de motivos
 - ✓ Carta compromiso de dedicación de tiempo completo a los estudios.
 - ✓ Proyecto de investigación, de acuerdo a las características señaladas para tal fin en la convocatoria.
 - ✓ Curriculum vitae actualizado

Adicionalmente para aspirantes que hayan realizado estudios en el extranjero:

6. Constancia de equivalencia del promedio mínimo establecido en los estudios del antecedente académico presentado para el ingreso (licenciatura o maestría), expedida por la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios (DGIRE).
7. En caso de que los documentos estén en un idioma diferente al español, deberán estar traducidos a éste, por un perito oficial mexicano.
8. Documentos apostillados o legalizados, según corresponda de acuerdo con lo previsto en la convocatoria.

Además, para aspirantes no hispanohablantes:

9. Constancia que certifique conocimiento del español equivalente o superior al nivel A1, del Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas, expedida por el Centro de Enseñanza para Extranjeros (CEPE) u organismos con los que la UNAM tenga convenios de colaboración académica para dicho fin.
- c) Aprobar el proceso de selección con base en los mecanismos de evaluación que considere pertinentes el Comité Académico en la convocatoria.
- d) No haber sido expulsado de manera definitiva de la UNAM en estudios previos.
- e) No haber sido dado de baja en algún plan de estudios de licenciatura o programa de posgrado por faltas de integridad académica.

Los aspirantes aceptados deberán formalizar su inscripción como alumnos del plan de estudios, siguiendo el procedimiento señalado en el instructivo correspondiente. En caso de que un aspirante no complete los trámites de inscripción a tiempo, perderá su lugar y deberá someterse a una nueva convocatoria.

2.4.2 De permanencia

La permanencia de los alumnos en el plan de estudios estará sujeta a lo dispuesto en los artículos 10, 11, 13, 14, 15, 28, 30, 44 y 45 del Reglamento General de Estudios de Posgrado

Adicionalmente, el alumno deberá:

- Dedicar tiempo completo al plan de estudios.
- Entregar la documentación requerida para su reinscripción en los plazos establecidos.
- Elaborar semestralmente con su tutor el plan de trabajo a realizar en el semestre en curso y entregarlo a la Coordinación del Programa con el visto bueno de su Comité Tutor.
- Presentar, por escrito, a su Comité Tutor un informe semestral el cual deberá incluir los avances de su investigación y la evidencia del desempeño obtenido en las actividades académicas complementarias, que de acumular dos calificaciones no aprobatorias en éstas, implicará una evaluación semestral desfavorable, por lo que el Comité Académico determinará la permanencia del alumno.
- Presentar y aprobar el examen de candidatura en el cuarto semestre. En caso de no aprobarlo en una primera oportunidad, el Comité Académico le podrá otorgar por única vez una segunda oportunidad para presentar y aprobar el examen, que deberá realizarse en un plazo no mayor de un semestre. En caso de que un alumno no apruebe dicho examen en una segunda oportunidad, será dado de baja del plan de estudios de acuerdo con lo establecido en la normatividad aplicable.
- En el caso de que el estudiante haya solicitado un cambio de tutor y de proyecto, deberá aprobar el examen *ad hoc*, según se indica en las Normas Operativas del Programa.
- Presentar, para la inscripción al segundo semestre, el título de licenciatura o grado de maestro, en el caso de haber ingresado con el acta de examen profesional o de grado aprobatoria o constancia oficial de que el título o grado se encontraba en trámite.
- Mantener un comportamiento ético y no cometer faltas graves contra la integridad académica y la disciplina universitaria.
- Los casos no previstos en los puntos anteriores, deberán ser analizados y resueltos por el Comité Académico del Programa, de conformidad con lo dispuesto en la Legislación Universitaria.
- Todos los alumnos estarán sujetos a la normatividad universitaria.

2.4.3 De egreso

El alumno deberá haber cursado y aprobado el total de las actividades académicas contempladas en el plan de estudios y reflejadas en el plan de trabajo individual, en los plazos establecidos.

2.4.4 Para obtener el grado

Para obtener el grado, el alumno deberá cumplir los siguientes requisitos en función de la normatividad vigente:

- Cumplir con los requisitos de egreso.

- Haber obtenido la candidatura al grado de doctor en los tiempos establecidos.
- Haber publicado al menos un artículo científico, en una revista científica indizada, según lo dispuesto en este Plan de Estudios y en las Normas Operativas del Programa.
- Haber elaborado una tesis doctoral en una investigación original, que cuente con todos los votos de los miembros de su jurado, de los cuales al menos cuatro deberán ser aprobatorios.
- Presentar y aprobar el Examen de Grado, que consistirá en la defensa oral de la tesis doctoral ante su jurado.
- Entregar los documentos obligatorios de carácter académico-administrativo y realizar los trámites respectivos de acuerdo con lo señalado por la institución.

El alumno deberá graduarse en los tiempos previstos en el plan de estudios. De no lograrlo, podrá solicitar la autorización del Comité Académico para obtenerlo, siguiendo lo establecido en las Normas Operativas del Programa.

2.4.5 Características de la tesis doctoral

El formato de la tesis puede ser texto tipo libro, o bien un texto formado por la recopilación de los artículos que se hayan generado a partir de la investigación doctoral, en cuyo caso, cada uno de los artículos formará parte de un capítulo de la tesis. En cualquier caso, deberá incluir una Introducción general, el o los artículos en la sección de Resultados o como Apéndice y una Discusión general del trabajo.

2.5 Certificado complementario

Este certificado contiene una descripción de la naturaleza, nivel, contexto, contenido y estatus de los estudios de posgrado concluidos por el alumno, facilitando el reconocimiento académico y profesional. El alumno lo gestionará ante la Dirección General de Administración Escolar