

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



FACTORES CRÍTICOS DE CICLOS Y PROCESOS DE LA INNOVACIÓN
TECNOLÓGICA EN SECTORES DE CONOCIMIENTO NO LINEALES.
ESTUDIO EMPÍRICO A TRAVÉS DEL PROGRAMA DE ESTÍMULOS A LA
INNOVACIÓN (PEI) EN MÉXICO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTORA EN POLÍTICAS PÚBLICAS

PRESENTA

MICHELE ARELYD GONZÁLEZ GALINDO

DIRECTOR DE LA TESIS: DR. DAVID ARELLANO GAULT

CIUDAD DE MÉXICO

2021

DIRECTOR DE TESIS:

Dr. David Arellano Gault

COMITÉ DE LECTORES:

Dr. Víctor Gerardo Carreón Rodríguez

Dr. Mauricio Iván Dussauge Laguna

*A mi hermosa familia: Jony, Monet, Lám y Vincent
por su infinito amor y por ser siempre mi motor en cada aliento, ustedes son mi vida.
¡Este logro es de todos, los amo!*

*A mis amados padres
por su amor y apoyo en todo el proceso, de principio a fin y más allá, siempre están presentes
en mi corazón y en mi vida.*

*A mi gran hermano Omar
porque tu constante lucha es mi motivación para nunca rendirme, ¡te quiero!*

Agradecimientos

Este trabajo representa el esfuerzo conjunto de todas las personas que están atrás para que sea posible culminar este proyecto. Fue un desafío desde el principio y sólo con una red de apoyo bien consolidada es que se puede llegar hasta el final. El camino estuvo lleno de retos, aprendizajes profesionales y personales, y sin duda todos y cada uno de ellos sumaron para presentar este documento final. El orden es irrelevante, todos a los que hago mención tienen su importancia. De manera general, agradezco al CIDE, a todo el personal académico y administrativo por brindarme la oportunidad de formarme en un centro de estudios de excelencia, al programa de alta calidad del doctorado y al Conacyt por financiar la beca que hizo posible la dedicación exclusiva que se requiere para culminar estos estudios.

Agradezco a mi comité doctoral, personas de excelente calidad humana, gran profesionalismo y ética para acompañar esta tesis en todas sus etapas. Admiro su pasión por la docencia y calidad en la investigación en temas en los que coincidimos para el desarrollo de la tesis. En especial agradezco al Doctor David Arellano por brindarme la confianza y oportunidad al aceptar dirigir esta tesis, gracias a su experiencia, paciencia y dedicación es que logramos darle forma y seguimiento a la investigación para presentar una propuesta sólida, con fundamento científico y metodológicamente viable. Agradezco al Doctor Víctor Carreón, por sumar con su formación y experiencia en economía y econometría al estudio empírico y con su experiencia en el sector público para el análisis general de la política pública de innovación en México. Agradezco al Doctor Mauricio Dussauge por su interés en los temas de innovación y por el tiempo en los seminarios que enriquecieron la parte teórica de esta tesis. Agradezco a los profesores que enriquecieron mi camino por el CIDE con sus sabias enseñanzas, al equipo de la Coordinación del doctorado, al siempre cálido apoyo de Luz, Alma y Alberto. Gracias a mis compañeros de la generación 2015 que me acompañaron en este camino y que juntos compartimos alegrías y experiencias.

Agradezco también a la Dra. Natalia Volkow del Laboratorio de Microdatos de INEGI, quien de manera profesional atendía las peticiones de información y dudas en el manejo de los datos de las encuestas. Gracias a las empresas que participaron en los estudios de caso para fortalecer la parte cualitativa de este estudio.

Agradezco a mi centro, mi núcleo, mi familia, que siempre me apoyó desde el comienzo de esta aventura. Gracias mamá y papá por su apoyo, porque siempre me han motivado a superarme y a realizar lo que más me apasiona, con los valores y enseñanzas que me inculcaron con su ejemplo, siempre estaré en deuda con ustedes y espero poder transmitir a mis hijos sus sabios consejos con amor y paciencia. Gracias Omar porque tus triunfos me alientan y porque eres parte importante de este núcleo y este esfuerzo, porque siempre te tengo presente en mis pensamientos y me da mucha alegría compartir este triunfo con mi sangre. Gracias Jony por tu amor incondicional, porque en los momentos de debilidad me alentaste y apoyaste de la manera más noble posible, porque ambos hemos hecho sacrificios por el bienestar del otro y lo más importante es lo que hemos crecido juntos, sin ti no hubiera podido llegar hasta aquí, espero me alcance la vida para corresponderte por todo lo que me das y el apoyo inmenso que me obsequias en cada oportunidad, sin duda eres el mejor compañero que en la vida pude escoger y quiero estar contigo siempre. Gracias Monet porque desde el principio empezamos juntos este proceso, gracias por tu paciencia, comprensión y motivación para que valiera la pena el esfuerzo que ahora puedo compartir contigo, eres mi maestro y guía en este camino, nunca dejes de enseñarme lo fascinante que es la vida, ¡eres increíble!. Gracias Lám porque eres una inspiración para aprender, descubrir y maravillarse, tu amor me dio fuerza para seguir adelante, eres mi luz en el camino, tienes una chispa única que enciende todo a su alrededor, eres un ser maravilloso. Gracias Vincent porque me acompañaste en el cierre y parte final de este proceso, porque sin saberlo formaste parte de este gran proyecto, gracias por tu pureza e inocencia, por darme paz en los momentos más difíciles de la etapa final y por llegar a nuestras vidas en el mejor momento.

Agradezco a mi abuelito que sigue presente en mis pensamientos por todo lo que fue y me transmitió, por su ejemplo y enseñanzas que son la inspiración para ser mejor persona y alcanzar cualquier sueño, sé que estaría orgulloso de saber hasta dónde ha llegado su legado. Sin duda hay más personas que no menciono pero que de alguna u otra forma estuvieron al pendiente de este proceso y que con una palabra de aliento ayudaron a que fuera más llevadero el camino, por mencionar a algunas, abuela Tere, tía Mary, Christian, Maira, tía Carmen, tía Bertha, abuelita Esther, Guadalupe, y Susana, que no son todas, pero también son importantes. Finalmente agradezco a aquellos que ya no están, pero estuvieron al inicio de este proceso y recordaré con cariño por su amor e interés en mis proyectos, gracias tía Guille.

Resumen

Este trabajo analiza la política científica, tecnológica y de innovación (CTI) en México a partir del modelo de innovación que se refleja en el diseño, implementación y resultados de la política pública. La revisión de la literatura teórica y conceptual del estudio de la innovación y sus modelos permite conocer cuál es el modelo predominante de la política de CTI en México y por consiguiente entender las implicaciones en el diseño, implementación y evaluación de resultados de la política pública. Aparentemente existen ciertos factores que dificultan evaluar el verdadero impacto de la política. Entre los factores que explican esta dificultad se pueden mencionar: el numeroso contingente de actores heterogéneos involucrados (investigadores, científicos, empresas, agencias gubernamentales, inversionistas, entre otros), los retos de diseñar políticas públicas que pueden estar basadas en una multiplicidad de teorías y supuestos (desde económicas hasta de desarrollo científico), la limitación de todo tipo de recursos aunado al hecho de que muchas de estas inversiones son de riesgo, y las especificidades del desarrollo tecnológico y de innovación en cada sector de conocimiento, por mencionar algunos.

Este estudio se concentra en este último problema, ya que los procesos de desarrollo de conocimiento e innovación pueden ser sumamente diferentes en sus lógicas, etapas y riesgos, dependiendo del sector del que se hable. Esto añade un reto importante, pues implica para la política pública una capacidad de adaptación a las especificidades de cada sector que hacen mucho más complejo el proceso concreto de política pública a desarrollar. Si una política pública parte de un paradigma de la innovación genérico u homogéneo, entonces es probable que su efecto final sea diferenciado como consecuencia de la multiplicidad de sectores de conocimiento donde las lógicas de innovación pueden ser distintas unas de otras. Pero no sólo esto, si parte de un modelo de innovación que asume ciertas lógicas, riesgos, y además las políticas que surgen de ese modelo se encuentran en un sector particular de conocimiento donde sus lógicas de innovación y riesgo no son similares a las del modelo, es importante comprender los efectos no esperados e incluso negativos que se pueden generar de dichas políticas basadas en un modelo particular.

Para aterrizar este dilema, la presente tesis estudia el principal instrumento de política pública para incentivar la innovación empresarial en México desde 2009, conocido como el Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (PEI) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Este programa, que puede construirse

con base en sus documentos e instrumentos oficiales, se basa principalmente en un paradigma de innovación que se asume igual para todos los sectores. No sólo eso, sino que, si se sigue a la literatura sobre el tema, se puede decir que el PEI, además de homogéneo, sigue los patrones de lo que se conoce como paradigma lineal de la innovación. El objetivo entonces es estudiar los resultados y las dinámicas que el PEI ha logrado impulsar, con ese paradigma lineal, en alguno de los sectores de conocimiento que la literatura identifica como uno altamente variable, de ciclos de conocimiento e innovación no lineales y de alto riesgo. Es de alto riesgo debido a la incertidumbre de la factibilidad técnica de los desarrollos y la rentabilidad de los mercados, entre otros factores.

De esta manera, el problema central de estudio está en los retos de impulsar la innovación en diferentes sectores de conocimiento cuando sus especificidades implican el diseño e implementación de políticas públicas que sean capaces de comprender dichas especificidades que son críticas para el desarrollo de innovaciones. En concreto, el paradigma lineal de innovación asume que los ciclos de creación, investigación, diseño y puesta en práctica se pueden conectar de una manera parsimoniosa, como fases de etapas que son consecutivas y se dan en tiempos relativamente identificables, con riesgos comparativamente medibles. ¿Qué sucede si los ciclos de innovación de un sector particular no siguen estas fases del modelo lineal?

Otra pregunta que surge de la problemática planteada es: ¿cuáles son los efectos positivos y negativos de implementar un programa basado en un paradigma homogéneo y lineal de innovación en sectores con especificidades que implican alta variabilidad, ciclos de creación no lineales y de alto riesgo? Llamaremos a estos sectores bajo esta lógica como “sectores de innovación no lineal”. La presente tesis, comprendiendo las dinámicas de los sectores de “innovación no lineal”, parte de la hipótesis de que una política gubernamental de CTI que opera bajo una lógica de paradigma de innovación lineal tiene efectos negativos y contradictorios en sectores de innovación no lineal.

Para desarrollar esta tesis, se definirán los factores críticos de los ciclos y procesos de innovación (FCCPI) de los sectores lineales y no lineales. A partir del debate respecto de los paradigmas de innovación y de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), se mostrará cómo el PEI en México tiene una cantidad importante de elementos del paradigma de innovación que se conoce como “lineal”. Con base en estos elementos, se estudiarán diversos sectores no

lineales y se seleccionará un caso de estudio para analizarlo a profundidad y comprender los resultados positivos y negativos que tiene en ese sector una política lineal como el PEI.

La metodología consiste en un estudio empírico del sector de biotecnología en México a través del PEI. El proceso metodológico se basa en obtener datos a partir de cuestionarios enviados a investigadores en centros de investigación y empresas del sector biotecnológico para analizar la correlación entre las variables.

Palabras clave: Política pública, ciencia, tecnología e innovación, sectores de innovación lineal, sectores de innovación no lineal, factores críticos de ciclos y procesos de innovación, PEI.

Lista de acrónimos

AFSEDF	Administración Federal de Servicios Educativos en el Distrito Federal
ASA	Aeropuertos y Servicios Auxiliares
ASA- CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación para el Desarrollo Aeroportuario y la Navegación Aérea
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BM	Banco Mundial
CAI	Programa de Apoyos para Actividades Científicas Tecnológicas y de Innovación
CANIFARMA	Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica
CI	Centros e Institutos de Investigación públicos nacionales
CIATEJ	Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco
CIBIOGEM	Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados
CIBNOR	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C.
CICESE	Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California
CICY	Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.
CIDE	Centro de Investigación y Docencia Económicas
CINVESTAV	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional
CFE	Comisión Federal de Electricidad
CFE- CONACYT	Fondo Sectorial para Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía
CNS	Comisión Nacional de Seguridad
<i>CODEX</i>	Comisión del Codex <i>Alimentarius</i>

COECYTJAL	Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco
COFEPRIS	Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios
Colef	Colegio de la Frontera Norte
CNBA	Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola (ahora SEA)
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal
CONAFOR- CONACYT	Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAGUA- CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONAVI- CONACYT	Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico para el Fomento de la Producción y Financiamiento de Vivienda y el Crecimiento del Sector Habitacional
CONAPO	Consejo Nacional de Población
CPI	Centro Público de Investigación del CONACYT
CTI	Ciencia, Tecnología e Innovación
CVU	Currículum Vitae Único de CONACYT
DOF	Diario Oficial de la Federación
ECONOMÍA- CONACYT/ Innovación	PROSOFT – INNOVACIÓN, Fondo Sectorial de Innovación
EFIDT	Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología
EGAP	Escuela de Graduados en Administración Pública y Política Pública

ENAPROCE	Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
ESACTEP	Encuesta sobre Actividades de Ciencia y Tecnología en Empresas Privadas
ESIDE	Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Experimental
ESIDET	Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico
ESIDET-MBN	Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico. Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología
ESIDET-MOCI	Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico. Módulo sobre Cooperación Internacional y Desarrollo Tecnológico
ESIDET-MIT	Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico. Módulo de Innovación Tecnológica
ESIDET-MTIC	Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico. Módulo sobre Uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones
<i>FAO</i>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés)
FCCPI	Factores Críticos de Ciclos y Procesos de Innovación
FCCyT	Foro Consultivo Científico y Tecnológico
FIBRAS	Fideicomiso de Inversión en Bienes Raíces
FINNOVA	Fondo Sectorial de Innovación
FIT	Fondo de Innovación Tecnológica
FMI	Fondo Monetario Internacional
FOINS	Fondo Institucional del CONACYT
FONCICYT	Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología del CONACYT
Fondo	Fondo para el Fomento y Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica en
CIBIOGEM	Bioseguridad y Biotecnología
FORDECYT	Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación

<i>GCI</i>	Índice de Competitividad Global (por sus siglas en inglés)
GIDE	Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental
ICCM	Índice de Competitividad de las Ciudades de México
ICE	Índice de Competitividad Estatal
ICEFM	Índice de Competitividad de las Entidades Federativas Mexicanas
ICSar	Índice de Competitividad Sistémica de las Entidades Federativas
ICSar Ciudades	Índice de Competitividad Sistémica de las Ciudades Mexicanas
ICU	Índice de Competitividad Urbana
ICZU	Índice de Competitividad de las Zonas Urbanas
I+D	Investigación y Desarrollo
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
IDT	Investigación y Desarrollo Tecnológico
IDTI	Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación
IES	Instituciones de Educación Superior públicas o privadas nacionales
IMCO	Índice de Competitividad Estatal
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INCMNSZ	Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán
INE	Instituto Nacional de Ecología
INECOL	Instituto de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INEGI- CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación CONACYT - INEGI
INIFED	Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa
INIFED- CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación INIFED-CONACYT

INMEGEN	Instituto Nacional de Medicina Genómica
INMUJERES	Instituto Nacional de las Mujeres
INMUJERES- CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo INMUJERES-CONACYT
INNOVAPYME	Innovación Tecnológica para las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
INNOVATEC	Innovación Tecnológica para las Grandes Empresas
IPICYT	Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica
ISR	Impuesto sobre la renta
ISI	Industrialización por Sustitución de Importaciones
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado
ITAM	Instituto Tecnológico Autónomo de México
ITESM	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey
LCYT	Ley de Ciencia y Tecnología
LBOGM	Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados de México
LIF	Programa <i>Leaders in Innovation Fellowships</i>
MiPyMEs	Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
NASA	Administración Espacial Aeronáutica de Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OGM	Organismos Genéticamente Modificados
OLS	Mínimos Cuadrados Ordinarios (por sus siglas en inglés)
OMS	Organización Mundial de la Salud
<i>PCT</i>	Tratado de Cooperación en materia de Patentes
PECITI	Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación

PEI	Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación
PI	Propiedad Intelectual
PIB	Producto Interno Bruto
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNI	Programa Nacional de Innovación
Pp	Programa Presupuestario
PPCI	Programa para la Productividad y Competitividad Industrial
PROIAT	Programa de Apoyo para la Mejora Tecnológica de la Industria de Alta Tecnología
PRODEINN	Programa de Desarrollo Innovador
PRODEPRO	Programa de Desarrollo de Prototipos del Gobierno del Estado de Jalisco
PROINNOVA	Proyectos en Red Orientados a la Innovación
PROPIN	Programa Jalisciense de Fomento a la Propiedad Intelectual
PROSOFT	Programa para el Desarrollo de la Industria del Software y la Innovación
PyMEs	Pequeñas y Medianas Empresas
RENIECYT	Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (antes SAGARPA)
SAGARPA	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (ahora SADER)
SAGARPA- Acuacultura, CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos
SALUD	Secretaría de Salud
SAT	Servicio de Administración Tributaria
SE	Secretaría de Economía
SEA	Subcomité Especializado en Agricultura (antes CNBA)

SEB	Subsecretaría de Educación Básica
SECTUR	Secretaría de Turismo
SECTUR- CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación SECTUR - CONACYT
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social (ahora Secretaría de Bienestar)
SEDESOL- CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación para el Desarrollo Social
SEGOB	Secretaría de Gobernación
SEGOB-CNS/ CONACYT	Fondo Sectorial CONACYT-SEGOB-CNS para la Seguridad Pública
SEM	Sistema Educativo en México
SEMA	Subcomité de Medio Ambiente
SEMAR	Secretaría de Marina
SEMAR- CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo en Ciencias Navales
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEMARNAT- CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación Ambiental
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SENER	Secretaría de Energía
SENER/ HIDROCARBUROS	Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía-Hidrocarburos
SENER/ SUSTENTABILIDAD	Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía-Sustentabilidad Energética
SEP	Secretaría de Educación Pública
SEP/AFSEDF- CONACYT	Convocatoria de la Administración Federal de Servicios Educativos en el Distrito Federal

SEP- CONACYT/ Investigación Básica	Fondo Sectorial de Investigación para la Educación
SEP/SEB- CONACYT	Convocatoria de la Subsecretaría de Educación Básica
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SIICyT	Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación
SMBB	Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A.C.
SNCTI	Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación
SNI	Sistema Nacional de Innovación
SNICS	Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas
SRE	Secretaría de Relaciones Exteriores
SRE- CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación SRE - CONACYT
SS	Seguridad Social
SSA	Secretaría de Salud
SS/IMSS/ ISSTE-CONACYT	Fondo Sectorial de Investigación en Salud y Seguridad Social
TIC	Tecnologías de la Información y Comunicación
TLCAN	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
TRL	<i>Technology Readiness Levels</i>
UABC	Universidad Autónoma de Baja California
WEF	Foro Económico Mundial (por sus siglas en inglés)

Índice de Contenido

I. Introducción	1
Capítulo 1. Diseño de la investigación	5
1.1 Justificación	5
1.2 Definición del problema	7
1.3 Pregunta e hipótesis de investigación	8
1.3.1 Pregunta de investigación	8
1.3.2 Hipótesis de investigación	8
1.4 Metodología (diseño de investigación empírica)	8
1.4.1 Metodología de estudio empírico	11
1.4.1.1 Instrumento de investigación.....	11
1.4.1.2 Datos	12
1.4.1.3 Antecedentes ESIDET	14
1.4.1.4 ESIDET 2014	15
1.4.1.5 Modelos econométricos	16
1.4.1.5.1 Modelo 1. Regresión de efectos interactivos	16
1.4.1.5.2 Modelo 2. <i>Logit</i>	16
1.4.1.6 Operacionalización de las variables explicativas	16
1.4.2 Metodología de estudio de caso	18
1.4.2.1 Instrumentos de investigación	19
1.4.2.2 Operacionalización de variables	19
Capítulo 2. De la innovación a los modelos y sistemas nacionales de innovación	24
2.1 Marco teórico de la innovación	24
2.2 Modelos de Innovación	28
2.2.1 Modelo lineal de innovación	31
2.2.2 Modelo no lineal de innovación	34
2.3 Sistemas Nacionales de Innovación	39
Capítulo 3. Política de ciencia, tecnología e innovación en México	43
3.1 Política de ciencia, tecnología e innovación	43
3.2 I+D+i en México y el mundo	44
3.2.1 Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE)	45

3.3	Indicadores e índices de competitividad e innovación	46
3.3.1	Índices de competitividad	47
3.3.2	Indicadores de innovación	48
3.4	Antecedentes y evolución de la política pública de ciencia, tecnología e innovación en México	50
3.4.1	Normatividad de la política de CTI en México	53
3.5	Programas de fomento a la innovación y vinculación en las empresas	54
3.5.1	Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (PEI)	74
3.6	Retos de la política pública de ciencia, tecnología e innovación en México	76
Capítulo 4.	Factores críticos de ciclos y procesos de innovación (FCCPI)	81
Capítulo 5.	Sector de biotecnología	86
5.1	La biotecnología en México y el mundo	88
5.1.1	Desarrollo e importancia de la biotecnología en México	90
Capítulo 6.	Estudio empírico	93
6.1	Análisis econométrico	96
6.1.2	Planteamiento del modelo	93
6.1.3	Análisis de resultados	95
6.2	Estudio de caso. Impacto del PEI en una empresa del sector de biotecnología ...	98
6.2.1	Metodología para la selección del estudio de caso	98
6.2.2	Principales hallazgos del estudio de caso	111
6.2.3	Análisis general de los casos de estudio	128
II.	Conclusiones y recomendaciones de política pública	133
III.	Bibliografía	138
IV.	Anexos	149
	Anexo 1. Carta de confidencialidad y consentimiento informado de empresa 1.....	149
	Anexo 2. Carta de confidencialidad y consentimiento informado de empresa 2.....	151
	Anexo 3. Instrumento de investigación. Cuestionario Pre-entrevista	153
	Anexo 4. Instrumento de investigación. Guion de entrevista a Empresa 1.....	179
	Anexo 5. Instrumento de investigación. Guion de entrevista a Empresa 2.....	181

Índice de Tablas

Tabla 1. Factores Críticos de Ciclos y Procesos de Innovación (FCCPI)	4
Tabla 2. Estudios previos de ESIDET en México.....	12
Tabla 3. Autores destacados que incorporaron conceptos de innovación	25
Tabla 4. Clasificación de los modelos del proceso de Innovación	29
Tabla 5. Principales características de los Sistemas de Innovación	41
Tabla 6. Principales programas de fomento a la innovación y vinculación en las empresas ...	73
Tabla 7. Esquema de modalidad del PEI	75
Tabla 8. Factores Críticos de Ciclos y Procesos de Innovación (FCCPI) en modelo lineal y no lineal	83
Tabla 9. Estadística descriptiva	96
Tabla 10. Impacto del programa PEI en el modelo lineal estricto	97
Tabla 11. Impacto del programa PEI en el modelo lineal suavizado	98
Tabla 12. Cuestionario a directores de los CPI	100
Tabla 13. Total de proyectos de los CPI	102
Tabla 14. Empresas de biotecnología apoyadas con PEI en colaboración con CPI.....	103
Tabla 15. Proceso de selección de empresas para estudio de caso	103
Tabla 16. Proyectos PEI del estudio de caso (empresa KURAGO)	107
Tabla 17. Proyecto PEI del estudio de caso (empresa UNIMA)	110
Tabla 18. Análisis de preguntas a empresas	112

Índice de Figuras

Figura 1. Proceso de innovación de sectores tecnológicos de modelos lineales.....	9
Figura 2. Proceso de innovación de sectores tecnológicos de modelos no lineales.....	10
Figura 3. Esquema de relación causal de variables del estudio empírico.....	17
Figura 4. Esquema de relación causal de variables del estudio de caso	20
Figura 5. Modelo de Empuje de la Tecnología (<i>Technology Push</i>)	32
Figura 6. Modelo de Tirón de la Demanda (<i>Market Pull</i>)	32
Figura 7. Modelo por etapas departamentales	33

Figura 8. Modelo de Kline (Enlaces en cadena o cadena-eslabón)	35
Figura 9. Fases de desarrollo de producto Secuenciales (A) vs Solapadas (B) y (C).....	37
Figura 10. Ejemplo de Modelo en Red	38
Figura 11. Selección de estudio de caso	99
Figura 12. Empresas de estudio de caso	104

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Porcentaje de compañías innovadoras con o sin I+D en países miembros de la OCDE	49
Gráfico 2. Gasto como porcentaje del PIB por país, 2012.....	77
Gráfico 3. PIB de países miembros de la OCDE (Enfoque del gasto, 2013)	78
Gráfico 4. Ranking mundial de las empresas biotecnológicas y farmacéuticas por capitalización de mercado en 2019	89

I. Introducción

Las políticas gubernamentales de CTI en su diseño, implementación y resultados deben considerar las distintas necesidades del desarrollo científico e innovación tecnológica. Actualmente existe un movimiento internacional donde se retoma el poder del Estado como agente empoderado capaz de impulsar la innovación a través de reglas claras y programas que fomenten acciones encaminadas a la innovación tecnológica en el sector tanto científico como empresarial o productivo. En este sentido el Estado no es un ente pasivo, sino un actor clave para el desarrollo de la innovación, así como lo menciona Mazzucato (2013) cuando se refiere al Estado no sólo como corrector de las “fallas de mercado”, sino también como creador de riqueza y motor de la innovación. En las últimas décadas la región del Pacífico Asiático se ha convertido en un ejemplo a seguir en este sentido: países como Japón y Corea del Sur sobresalen al ser una muestra del papel primordial que tiene el Estado como promotor del desarrollo científico y tecnológico a través de políticas sustentadas en una planeación estratégica y visión del futuro en un proyecto nacional (Ivanova, Licon, Loaiza, Mendoza, Rangel, Uscanga, 2016). Es difícil no comparar a México con Corea de Sur, ya que hace 30 años ambos países tenían ingresos similares. Hoy en día Corea del Sur rebasa a México en crecimiento económico y nivel de desarrollo humano. Entre las múltiples diferencias que presentan estas naciones, el país asiático se despegó de tener una economía como la mexicana al apostar por la inversión a largo plazo en la educación y la CTI.

En realidad, son diversos los factores que dificultan evaluar el impacto que tiene el diseño e implementación de una política de innovación, pero uno de los principales es sin duda la diversidad de actores involucrados en el proceso de innovación: investigadores, academia, industria, agencias del gobierno, oficinas de transferencia de tecnología, inversionistas públicos y privados, sociedad participante, entre otros. Ante tal diversidad de intereses, lógicas organizacionales, dinámicas de interacción, tanto de competencia como de colaboración, los retos de diseñar políticas públicas congruentes y articuladas son vastos. La capacidad de coordinación con diferentes instancias gubernamentales que realizan actividades enfocadas a promover el desarrollo a través de la innovación tecnológica, el desafío de diseñar políticas públicas que pueden estar basadas en una multiplicidad de teorías y supuestos (desde económicas hasta de desarrollo científico), los recursos limitados destinados a la CTI y el riesgo

de invertir en ellos a largo plazo, y las especificidades del desarrollo tecnológico y de innovación en cada sector de conocimiento, entre otros, son elementos a considerar cuando se habla de medir y comprender las razones del éxito o fracaso de las políticas de CTI.

Este estudio se enfoca precisamente en este último punto, en cómo las políticas de CTI son afectadas en su impacto por las especificidades de los procesos de innovación en diferentes sectores del conocimiento. La literatura muestra que las lógicas y procesos de innovación varían de manera importante dependiendo del sector de conocimiento de que se trate (Godin & Gringas, 2000; March & Seoane, 2006; Cimoli, Ferraz & Primi, 2007; Salazar, Angulo & Soto, 2010). Así, de acuerdo a la lógica de cada sector, importantes aspectos de los procesos de innovación pueden variar significativamente: las etapas de desarrollo de la tecnología y la experimentación de cada campo de conocimiento, las lógicas de los procesos tecnológicos para pasar del laboratorio al diseño y/o del diseño al mercado, los riesgos de inversión propios del desarrollo de investigación, diseño y puesta en el mercado de una invención, entre otras. Esto implica que para cualquier política de CTI es determinante identificar las diferencias que obedecen a lógicas distintas del proceso de innovación, ya que en función de ello será la pertinencia del Estado para promover procesos de innovación exitosos.

De esta manera, es posible asumir que pueden existir en este sentido dos modelos de política pública de CTI: uno que llamaremos genérico o lineal y otro diversificado y especializado. El primer modelo, que crea instrumentos y apoyos que se ofertan e instrumentan como un solo “producto” de política pública aplicable para todos los sectores del conocimiento de manera homogénea. El segundo, que considera instrumentos especializados para diferentes sectores de conocimiento. La presente tesis toma como problema de investigación justamente que una política pública de CTI que sea genérica o lineal asuma una homogeneidad de los procesos de innovación de todos los sectores de conocimiento, lo que, en determinados sectores, dadas sus especificidades, podría estar generando efectos perversos, debido a que su intervención en determinados momentos críticos del proceso pudiera ser contraproducente.

En este sentido, el caso mexicano es un buen ejemplo a estudiar, particularmente el PEI del CONACYT, programa gubernamental existente desde 2009. Lo anterior debido a que este instrumento en diversas de sus características y diseño incentiva la inversión de la iniciativa privada en la innovación en México a través de una lógica de innovación genérica o lineal: su diseño e instrumentos se ofrecen de la misma manera y con los mismos mecanismos para todo

sector de conocimiento, dado que la innovación se asume como un proceso lineal que va de la invención al diseño y puesta del producto en el mercado (Kline & Rosenberg, 1986; Rothwell, 1994). El objetivo entonces es analizar los resultados del PEI, como instrumento de la política científica que sigue un modelo general y lineal, sobre un sector de conocimiento que se caracteriza por procesos de innovación con a) largos procesos de creación de conocimiento, b) complejos procesos de experimentación, c) prolongado tiempo para pasar de experimentación a diseño, d) incertidumbre asociada a cada etapa de desarrollo, e) mayor diversidad de actores involucrados, y f) altos riesgos de inversión en el desarrollo de los productos. Llamaremos a estos sectores con estas características “sectores de innovación no lineal”.

Para incrementar la posibilidad de comprender los impactos negativos, se escogerá un sector no lineal que particularmente sea de alto impacto en los procesos de innovación nacional. Analizando las dinámicas de innovación de un sector no lineal de alta importancia, y estudiando cómo los apoyos del PEI se utilizan en ese sector, buscamos comprender los efectos tanto positivos como negativos o contraproducentes. De encontrarse diferencias significativas, será evidente la necesidad de diseñar políticas públicas que atiendan las diferencias entre sectores debido a las especificidades tecnológicas que puedan presentar en el proceso de innovación. En la tabla 1 se pueden apreciar mejor las especificidades tecnológicas por sector de innovación.

¿Cómo el PEI impacta positiva o negativamente la innovación tecnológica en ciertos sectores productivos de acuerdo a sus especificidades? Es la principal pregunta que surge al desarrollar este estudio.

Comprendiendo las dinámicas de los sectores de “innovación no lineal”, el estudio parte de la hipótesis de que la política pública a través de uno de sus principales instrumentos que incentivan la innovación, el PEI, está dominado por un paradigma lineal y homogéneo que le induce a diseñar e implementar instrumentos y programas globales, no especializados por sectores. Este supuesto establece implícitamente que, al no focalizar en las necesidades y particularidades de ciertos sectores de la ciencia o el conocimiento, la política pública puede estar obteniendo resultados no sólo reducidos, sino incluso negativos. Lo anterior porque no se está maximizando el potencial que presentan ciertos sectores que se traduzcan en alta competencia a nivel internacional.

La tesis entonces tendría dos retos fundamentales: primero mostrar que el supuesto es real. Y segundo, que el paradigma de innovación del PEI tiene limitaciones importantes en

sectores que requieren de estrategias específicas, dada sus particularidades en procesos, desarrollo y comercialización.

El proceso metodológico consiste en identificar las principales diferencias entre los sectores tecnológicos que siguen una lógica lineal de aquellos que tienen una lógica distinta a la lineal. Posteriormente, partiendo del debate de los distintos modelos de innovación, analizar cómo opera el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) y la lógica causal bajo la que se establecen los instrumentos que incentivan la innovación en México, como el PEI. Más precisamente se contrastarán con el PEI las principales limitaciones que presenta este programa como instrumento clave de la política de CTI, cuando se enfrenta a las especificidades de ciertas tecnologías en áreas no tradicionales.

Las principales variables a estudiar son las especificidades en los procesos de innovación de sectores bajo un paradigma lineal y no lineal. Estas especificidades se denominan como los factores críticos del proceso de innovación en sectores de conocimiento lineales y no lineales. Dentro de los factores críticos del proceso de innovación se considera el tipo de innovación (producto, proceso o servicio), capital de inversión, riesgo de inversión, procesos regulatorios, los tiempos de desarrollo, los principales actores y validaciones, entre otros. Ver tabla 1.

Finalmente se pretende elegir como estudio de caso un sector crítico que presente estas especificidades, como puede ser el de la biotecnología, para ver los principales desafíos en el desarrollo tecnológico e innovación en México a través del PEI.

Tabla 1. Factores Críticos de Ciclos y Procesos de Innovación (FCCPI)

Sector de conocimiento	Áreas tecnológicas	Tipo de innovación	Inversión y riesgo de inversión	Fuente de financiamiento	Procesos regulatorios	Requerimiento de personal	Propiedad Intelectual (PI)	Modelo de Innovación	Teoría	Proceso que requiere más recursos tecnológicos y económicos	Autores
Sector tradicional (modelo lineal)	Automotriz Agroindustria Mecánica Electrónica	Producto o proceso	Alta – media – baja	Mayormente privada o en combinación con fondos públicos - En menor medida público	Altos – medios – bajos	Personal técnico básico – mediana y altamente capacitado	Diseño industrial Modelo de utilidad de patente Derecho de autor	Modelo lineal: - <i>Technology push</i> - <i>Market pull</i>	Economía neoclásica	Validación técnica y normativa	Schumpeter (1883-1950) Rothwell (1994) Saren (1984) Kline & Rosenberg (1985)
Sector no tradicional (modelo no lineal)	Biotecnología Nanotecnología Inteligencia artificial Aeroespacial	Producto, proceso o servicio	Alta – muy alta	Mayormente público y en combinación con fondos públicos. - En menor medida privado	Altos – muy altos	Personal alta – muy altamente capacitado	Patente	Modelo no lineal: - Por etapas. - Interactivos o mixtos - Integrados - En red	- Neo-schumpeteriana - Sistemas - Redes - Modelo triple hélice - Modelo de gobernanza	R & D, validación técnica y normativa	Comisión Europea (2004) Freeman (1987) Lundvall (1992) Lundvall et al

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 1. Diseño de la investigación

1.1 Justificación

Es necesario reconocer que la CTI tiene una enorme importancia en el desarrollo y progreso de un país. La globalización ejerce un gran impacto en el desarrollo industrial a través de la inversión en innovación. México como parte de este mundo globalizado se ve afectado en las actividades de innovación e inversión en las empresas (Teshima, 2010). En México, es clave aprovechar la CTI como palanca de desarrollo económico y social. Nuestro país a lo largo de los años ha desarrollado estructuras de presupuestos que son destinados a la ciencia y tecnología, ya que considera que la inversión destinada en CTI tiene un impacto económico en la región o estado donde se promueva. Desde finales del siglo pasado, las políticas destinadas a la promoción del desarrollo tecnológico e innovación están cada vez más vinculadas con la competitividad del sector productivo, por lo que se le ha dado más importancia al fortalecimiento de estas políticas, siendo temas estratégicos para el desarrollo e impulso de la economía.

La instrumentación de la política de CTI debe tomar en cuenta las condiciones vigentes, así como los patrones de evolución de diversos factores de carácter estructural como son: la infraestructura para la investigación, la masa crítica de recursos humanos o de empresas susceptibles de innovar, el grado de consolidación alcanzado en ámbitos como la vinculación universidad-empresa, la investigación colaborativa, la transferencia y comercialización del conocimiento por los diversos sectores que componen la economía. Aunado a esto, la política de CTI debe tener en cuenta que tanto las empresas como los Centros e Institutos de Investigación públicos nacionales (CI) se enfrentan a los nuevos retos de la globalización, que los obliga a adoptar nuevos acercamientos en el proceso de innovación en donde ya no se limitan a la estructura del proceso de innovación lineal (Necoechea-Mondragón, Pineda-Domínguez, Pérez-Reveles y Soto-Flores, 2016).

Para una descripción puntual de la política de innovación en México que justifique su relevancia teórica, empírica y de política pública es necesario establecer la importancia que representa el proceso de innovación en la política de CTI para alcanzar la promesa de la inversión en innovación. La propuesta de la innovación busca que la inversión que se realiza en investigación y desarrollo (I+D) se refleje en un progreso regional, sectorial y/o nacional que repercute en crecimiento económico con empleos mejor remunerados, mejora de la calidad de

vida y el bienestar social en general. Es relevante reconocer el modelo que la política de CTI ha adoptado para entender la lógica del proceso de innovación que tiene el Estado, de esta forma se pueden conocer, medir y evaluar los resultados de adoptar un enfoque específico en la política pública de innovación. Al tener claro cada aproximación se puede entender la adopción y preferencia de la política de CTI en México y cuáles son las principales ventajas, desventajas y los principales problemas para el diseño e implementación de la política pública.

México presenta una política científica dirigida a un modelo de innovación de Academia-Gobierno-Industria. El Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2014-2018 no menciona explícitamente algún modelo de innovación, pero si es evidente dentro de su primer objetivo establecer una cooperación para la innovación entre la academia y las empresas, en donde el Gobierno facilita la vinculación a través de programas específicos de innovación tecnológica.

Es difícil definir cuál será la mejor política pública para encaminar los esfuerzos del SNCTI que se traduzcan en beneficios a la sociedad, sobre todo, cuando no se tiene una estrategia que reconozca distintos procesos y especificidades en sectores de conocimiento que obedecen a distintas lógicas. Debido a la complejidad del proceso de innovación, a la diversidad de tecnologías y las distintas necesidades que requiere cada sector para su proceso de desarrollo y comercialización, es necesario definir estrategias específicas de acción sobre todo en sectores estratégicos. El Programa Nacional de Innovación (PNI) 2006 - 2012 consideraba indispensable incrementar la capacidad de innovación para fortalecer las ventajas comparativas, lograr una mayor diversificación de las exportaciones y una penetración más importante en nuevos mercados. Más adelante, el Programa de Desarrollo Innovador (PRODEINN) 2013 – 2018 contemplaba las directrices de una política de fomento industrial y de innovación, en un ambiente de competencia y libre concurrencia, avanzando hacia una mejora regulatoria integral.

El PEI como un instrumento sustantivo de la política de CTI de México estaba sustentado en una lógica lineal que podía producir efectos adversos, especialmente en áreas con ciertas especificidades, como el de la biotecnología o nanotecnología, en donde un paradigma lineal podría producir resultados negativos. Un área como el de la biotecnología, que presenta especificidades distintas de las áreas tradicionales, se construye a partir de una lógica de red en la innovación, distinta al paradigma lineal.

1.2 Definición del problema

Los modelos de innovación tecnológica propuestos a la fecha tratan de abstraer cómo funciona el proceso de innovación, pero en realidad es difícil atrapar en un modelo un fenómeno tan complejo, ya que deja de lado etapas del proceso que pueden ser críticas en sectores específicos de conocimiento. Un modelo preestablecido como el modelo lineal o tradicional tiene dificultades para distinguir entre tipos de tecnologías (alta, media, baja), y el sector o área tecnológica, ya que cada área muestra diferencias en el proceso de innovación (*e.g.* biotecnología, nanotecnología, tecnologías de la información,¹ inteligencia artificial), aunado a estas características distintivas, también se precisan tiempos distintos para su desarrollo y comercialización. Es importante distinguir entre modelos lineales o tradicionales y no lineales. Entre otras características, los modelos lineales se enfocan principalmente en grandes y medianas empresas, mientras que los modelos no lineales consideran tanto grandes y medianas empresas, como pequeñas y micro empresas, especialmente las nuevas empresas de base tecnológica. Los modelos lineales no exponen cómo es el proceso cuando faltan o son escasos los recursos e infraestructura suficiente para desarrollar nuevos productos, ni consideran distintas modalidades de comercialización donde la estrategia pueda ser el licenciamiento de un prototipo o desarrollo tecnológico a través de una planta industrial más sofisticada.

Es relevante saber que cada vez más empresas y CI, en especial de los sectores no tradicionales, han adoptado nuevos acercamientos al proceso de innovación con el fin de hacer frente a los retos de la globalización, un ejemplo son las redes globales de innovación para lanzar nuevos productos al mercado (Necoechea-Mondragón et al., 2017).

Por lo anterior, es necesario considerar el proceso de innovación en sectores de conocimiento no lineales, ya que obedecen a una lógica distinta que requieren de necesidades específicas, tiempos indefinidos y un alto riesgo de inversión en donde se demandan políticas públicas enfocadas en promover su desarrollo.

¹ Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son todos aquellos recursos, herramientas y programas que se utilizan para acceder, producir, procesar, administrar, presentar y compartir la información mediante diversos soportes tecnológicos, tales como: computadoras, teléfonos móviles, televisores, reproductores portátiles de audio y video o consolas de juego.

1.3 Pregunta e hipótesis de investigación

Esta parte del diseño de investigación se enfoca en la formulación de la pregunta de investigación y las hipótesis que surgen para intentar contestar la pregunta. A partir de la pregunta e hipótesis de investigación es que se diseña la metodología de investigación que dará sustento a esta tesis.

1.3.1 Pregunta de investigación

La pregunta que surge de la problemática de la política de CTI es la siguiente: ¿Cuáles son los efectos positivo y negativos de implementar un programa gubernamental basado en un paradigma homogéneo y lineal de innovación en sectores de innovación no lineal, es decir, con factores críticos de ciclos y procesos de innovación distintos de los sectores de conocimiento lineales? Esta pregunta da pauta a la formulación de la siguiente hipótesis de la investigación.

1.3.2 Hipótesis de investigación

Comprendiendo las dinámicas de los sectores de “innovación no lineal”, la hipótesis central es que una política gubernamental de CTI que parte de un paradigma de innovación lineal tiene importantes efectos negativos y contradictorios cuando se aplican en apoyar la innovación en sectores del conocimiento que no tienen procesos de innovación lineal. A través de la metodología de investigación descrita a continuación es que se intenta contestar la hipótesis de investigación de esta tesis.

1.4 Metodología (diseño de investigación empírica)

Este trabajo analiza la relación entre la política pública en México enfocada en fomentar el desarrollo tecnológico y competitividad en las empresas, que sigue preferentemente un modelo lineal y el proceso de innovación en sectores de conocimiento no lineales. Para ello se utiliza al PEI, principal instrumento de la política pública de CTI al PEI que operó de 2009 a 2019.

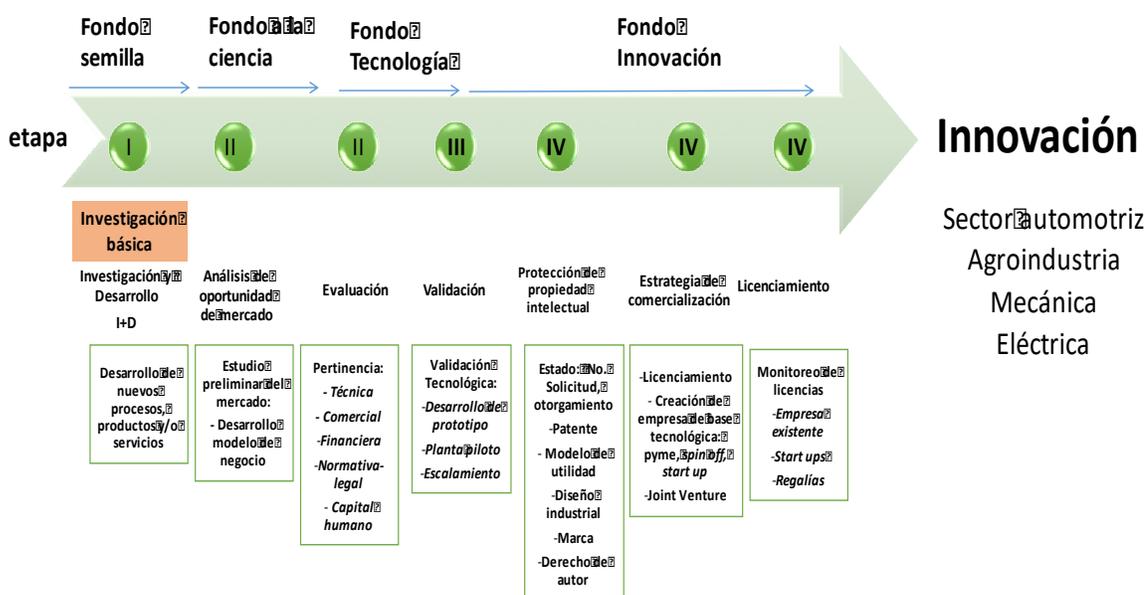
El punto central de la investigación es analizar el efecto que tiene un paradigma lineal de política pública de innovación en un sector tecnológico no lineal. Para esto se analiza el modelo de la política pública de CTI que asume una cadena causal lineal. La lógica de un modelo lineal de innovación se refiere a los procesos en donde la investigación básica (I) conlleva de manera natural a la investigación aplicada y desarrollo tecnológico (II), para que después se genere la

producción (III) y con la comercialización del producto en el mercado se pueda hablar de innovación tecnológica (IV) y de los beneficios que esto conlleva. Ejemplos de sectores que pueden seguir el paradigma lineal son el sector automotriz, eléctrico, mecánico, entre otros (ver figura 1).

Figura 1. Proceso de innovación de sectores tecnológicos de modelos lineales.

Modelo lineal

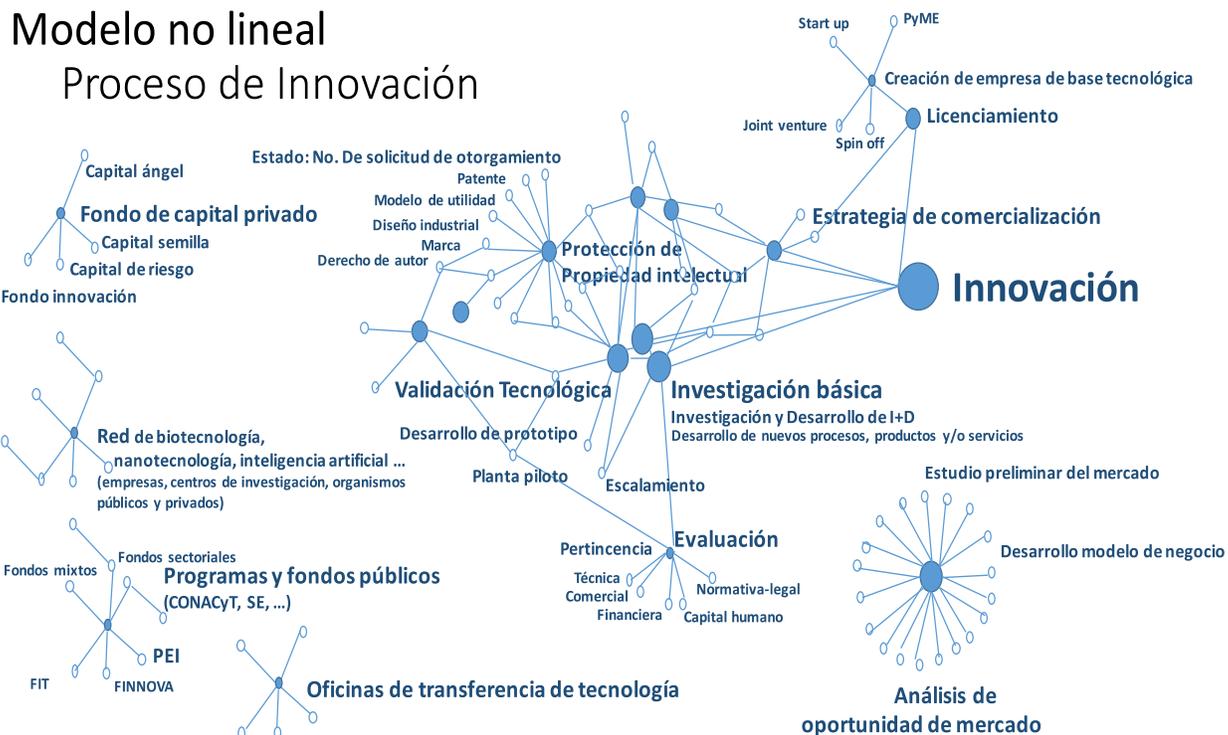
Proceso de Innovación



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso es analizar las características de un sector no lineal en donde la lógica causal no asume necesariamente un proceso lineal secuenciado, por lo que hay diferencias en los tiempos que cada proceso lleva, además hay un ir y venir en las distintas etapas, en donde la comercialización de producto no es ni garantía de éxito ni de fin del proceso. Algunos ejemplos de sectores tecnológicos que no siguen el paradigma lineal son la biotecnología, nanotecnología, inteligencia artificial, tecnologías de la información y la comunicación (TIC), entre otros (ver figura 2).

Figura 2. Proceso de innovación de sectores tecnológicos de modelos no lineales.



Fuente: Elaboración propia.

En este estudio surgen dos preguntas de investigación que están relacionadas, pero son distintas, que requieren de metodología e instrumentos de investigación diferentes. En un primer estudio se hace una investigación microeconómica sobre la situación de un sector no lineal, en este caso es sobre el sector de biotecnología. Mientras que en el segundo estudio se requiere un estudio de casos específicos, es decir empresas del sector biotecnológico.

Las preguntas de investigación que se buscan responder con este trabajo son las siguientes:

1. *¿Cuál es el efecto que tiene una política pública que sigue un modelo lineal en un sector de innovación no lineal?*
2. *¿Cuál es el impacto que tiene el PEI como instrumento de una política pública lineal en empresas de un sector no lineal?*

La primera pregunta de investigación es un estudio empírico que busca conocer si el PEI tiene un efecto en el sector de innovación de biotecnología, es decir, si el PEI tiene un impacto

agregado específicamente dentro del sector biotecnológico. En este estudio se analiza al sector y su medio ambiente, que es más amplio que las mismas empresas, en donde además intervienen otros elementos del sector. Este estudio sirve como preámbulo para la investigación de casos que se llevará a cabo en el estudio cualitativo.

1.4.1 Metodología de estudio empírico

Para responder la primera pregunta, el diseño de investigación requiere información y datos específicos sobre las empresas del sector de biotecnología, ya que para este primer estudio se considera como objeto de estudio al sector biotecnológico. Para ello se requiere un modelo econométrico que permita medir la innovación del sector de biotecnología que se refiere al sector con una lógica no lineal. En este estudio se busca entender si la variable independiente PEI tiene un efecto o no en un sector no lineal de innovación.

Con datos suficientes se puede conocer el efecto de la variable independiente (PEI) en un sector no lineal (biotecnología). Con ayuda de agregados de variables que ayuden a medir el grado de innovación global del sector no lineal, considerando que algunas empresas innovan más que otras o que algunas empresas tuvieron más éxito que otras después de la variable independiente.

1.4.1.1 Instrumento de investigación

La metodología utilizada permite especificar un modelo econométrico con bases de datos que corresponden a la siguiente encuesta: *Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología 2014 (ESIDET-MBN)*, que proporciona información relacionada con los recursos humanos y financieros que se destinaron a las actividades de la investigación y desarrollo tecnológico (IDT) en los sectores privado no lucrativo, educación superior, gobierno y productivos para 2012 y 2013, las actividades relacionadas con el uso de biotecnología, y nanotecnología; así como de las actividades de innovación, factores que favorecen y obstaculizan a la innovación tecnológica en el sector productivo en los mismos años.

1.4.1.2 Datos

Para probar el análisis del modelo empírico, se confía en la fuente de información como veraz y seria. El modelo econométrico utiliza bases de datos correspondientes a la ESIDET-MBN² 2014, que proporciona información respectiva con los recursos humanos y financieros que se designaron a las actividades de la IDT para los años 2012 y 2013, así como las actividades de biotecnología, y nanotecnología. Es importante destacar que las ESIDETs se ha utilizado para analizar la innovación en correlación con la productividad y el impacto de las empresas en la innovación, desarrollo industrial, transferencia de tecnología, por nombrar algunos estudios previos. En el siguiente apartado se desarrolla el origen y evolución de las ESIDETs, pero antes se muestra la tabla 2 con algunas investigaciones que se han realizado usando la ESIDET, así como la metodología empleada.

Tabla 2. Estudios previos de ESIDET en México.

Autor	Estudio	País y Base de datos	Periodo de tiempo	Método	Principales hallazgos
1. Teshima (2010)	Desarrollo Industrial en la economía global. Innovación e inversión de empresas mexicanas.	México: ESIDET (2002 & 2004), Encuesta Industrial Anual & Sistema de Información de Empresas Mexicanas (2001)	2000 – 2003	Panel ³	Reducción de tarifas, en bienes producidos por empresas mexicanas, inducidas por aquellas empresas que incrementaron el total de I+D.
2. Merrit (2015)	El papel del capital humano en la cooperación Universidad-empresa. El caso de México.	México (ESIDET 2010)	2009	Análisis de la encuesta.	La colaboración en la investigación representa una fuente vital de conocimiento para las empresas industriales cuando requieren vincularse en colaboraciones continuas con otras organizaciones.

² Todos los análisis de datos confidenciales se trabajaron en el Laboratorio de Microdatos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de acuerdo a las leyes mexicanas de confidencialidad.

³ En estadística y econometría, el término de datos de panel se refiere a datos que combinan una dimensión temporal con otra transversal. Un conjunto de datos que recoge observaciones de un fenómeno a lo largo del tiempo se conoce como serie temporal.

3. Guerrero & Urbano (2016)	El impacto de los agentes de la triple hélice en el rendimiento de la innovación emprendedora: Una mirada al interior de las empresas ubicadas en un economía emergente.	México (ESIDET 2006-2012)	2006 - 2012	Tobit ⁴	La empresa en economías emergentes coopera con sus iguales, otras empresas involucradas en el sistema, universidades y CI, y también desarrollan cooperaciones mixtas. Estos tipos de cooperación producen efectos positivos en su desempeño de la innovación y ésta es reforzada cuando la empresa tiene una orientación de alto crecimiento.
4. Santacreu-Vasut & Teshima (2016)	Empleados extranjeros como canales de transferencia de tecnología: Evidencia de compañías multinacionales subsidiarias en México.	México: ESIDET 2002, ITAM/GMA* 1999	1999 - 2000	OLS ⁵	Empleados extranjeros son más eficientes al lidiar con la tecnología matriz. El costo de los insumos locales es más alto para un empleado extranjero que para un empleado doméstico. Más allá de eso, la desventaja del costo del empleado extranjero decrece con mejoras en las instituciones.
5. Guerrero, Urbano & Herrera (2017)	Prácticas de innovación en economías emergentes. ¿Importan las asociaciones universitarias?	México (ESIDET 2012)	2010 – 2011	Modelo de regresión multinomial ⁶	El papel relevante de las universidades en las prácticas de exploración de innovación dentro de las empresas, así como también, en el acceso a subsidios de investigación en I+D.
6. Gutiérrez & Teshima (2017)	Gastos de reducción, elección de tecnología y desempeño ambiental: Evidencia de las empresas responde a la competencia en la importación en México.	México: ESIDET (2002 & 2004), Encuesta Industrial Anual & Sistema de Información de las Empresas Mexicanas (2001)	2000 - 2003	Panel	La competencia en la importación inducida por plantas en México para incrementar la eficiencia energética, reducción de emisiones, y a la vez reducir inversiones directas en protección medioambiental. Los resultados sugieren que cualquier política de efecto incremental de la tecnología en general

⁴ El modelo Tobit es un modelo estadístico para describir la relación entre una variable dependiente no negativa y_i y una variable independiente (o vector) x_i .

⁵ OLS se refiere a los mínimos cuadrados ordinarios o mínimos cuadrados lineales. En estadística, es el nombre del método para encontrar los parámetros poblacionales en un modelo de regresión lineal. Este método minimiza la suma de las distancias verticales entre las respuestas observadas en la muestra y las respuestas del modelo.

⁶ En estadística, la regresión logística multinomial generaliza el método de regresión logística para problemas multiclase, es decir, con más de dos posibles resultados discretos.

					puede ser un importante determinante de mejora al ambiente en países en desarrollo, y que este efecto no puede ser capturado en las bases de datos.
7. De Fuentes, Santiago & Temel (2018)	Percepción de las barreras de innovación por innovadores exitosos y no exitosos en economías emergentes.	México (ESIDET 2010) & Turquía (<i>TurkStat</i> 2010)	México (2008–2009) Turquía (2008–2009)	<i>Probit</i> ⁷	La importancia de la empresa y las características del contexto como determinantes de la percepción de las barreras de innovación de una empresa, cuando hay diferencias entre los innovadores exitosos y los innovadores no exitosos.

* Información obtenida de la percepción de los abogados de la eficiencia judicial en términos de protección de contratos financieros, para cada estado mexicano.

Fuente: Elaboración propia.

1.4.1.3 Antecedentes ESIDET

Contar con información sobre las actividades de CTI en México a través de estadísticas creadas para este fin permite tener insumos para la toma de decisiones en políticas públicas en esta materia. La Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) nació en 1994 a partir de un proyecto en colaboración entre el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el CONACYT. Desde entonces, se han realizado las siguientes encuestas: Encuesta sobre Actividades de Ciencia y Tecnología en Empresas Privadas (ESACTEP) 1994, 1996 y 1998, que capturaba información sobre recursos financieros y humanos efectuados por las empresas para la IDT en México; Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Experimental (ESIDE) 1996 y 1998; ESIDET 2000,⁸ 2002,⁹ 2004, 2006, 2008, 2010, 2012, y 2017, las ESIDETs permiten obtener información sobre las actividades de IDT en sectores privado no lucrativo, educación superior, gobierno y productivo, también surgió una temática con el Módulo sobre Uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (ESIDET-MTIC)

⁷ Modelo *Probit* es un tipo de regresión donde la variable dependiente puede tomar solo dos valores, por ejemplo, casados o no casados. La palabra es un acrónimo, viene de *probability + unit*.

⁸ Esta encuesta la llevó a cabo CONACYT sin cooperación con el INEGI. Asimismo, en 1997 CONACYT llevó a cabo la primera encuesta sobre innovación tecnológica en el sector manufacturero y posteriormente, en el año 2001, el CONACYT y el INEGI realizaron la segunda encuesta sobre innovación incorporando al sector servicios.

⁹ Esta encuesta agregó a su cuestionario información referente a los gastos e ingresos de los diferentes sectores, a la compra y venta de servicios científicos y tecnológicos, así como a la generación de recursos humanos especializados en actividades científicas y tecnológicas.

2004;¹⁰ ESIDET de los módulos de innovación tecnológica (MIT) 2001, 2006¹¹ y 2008, los MIT forman parte de las ESIDET 2006 y 2008 respectivamente y su antecedente más temprano se tiene en la Encuesta Nacional de Innovación 2001; ESIDET y Módulo sobre Cooperación Internacional y Desarrollo Tecnológico (ESIDET-MOCI) 2010; y la ESIDET y Módulo sobre Actividades de Biotecnología y Nanotecnología 2012¹² y 2014 (ESIDET-MBN), que proporciona información relacionada con los recursos humanos y financieros que se destinaron a las actividades de la IDT en los sectores privado no lucrativo, educación superior, gobierno y productivos para 2010 y 2011, y para 2012 y 2013 las actividades relacionadas con el uso de biotecnología, y nanotecnología; así como de las actividades de innovación, factores que favorecen y obstaculizan a la innovación tecnológica en el sector productivo en los mismos años.

1.4.1.4 ESIDET 2014

Antes de ahondar en los datos utilizados de la encuesta, se describe brevemente la ESIDET 2014. Los temas que se abordan en la encuesta son los siguientes: Datos generales de la empresa, IDT extramuros e intramuros, recursos humanos en IDT intramuros, expectativas en IDT intramuros, biotecnología, nanotecnología, educación en ciencia y tecnología, gastos en servicios científicos y tecnológicos, transferencia de tecnología, apoyos gubernamentales, madurez tecnológica de la empresa, innovación de la empresa y percepción de los factores de innovación. La cobertura es geográfica (nacional y por entidad federativa), y sectorial (50, 611 del sector productivo y por rama OCDE, 142 del sector gobierno, 505 del sector privado no lucrativo, y 561 del sector educación superior). Considerando ajustes a la muestra por no respuesta (6.15%), la muestra real fue de 13,903 empresas. Cabe destacar que los datos sobre investigación y desarrollo tecnológico y en específico sobre las actividades realizadas con el uso y aplicación de la biotecnología son de gran utilidad para la planeación y definición de políticas públicas que coadyuven al desarrollo del país a través de la CTI. La toma de decisiones en CTI es imprescindible para competir en un entorno cada vez más desafiante donde ciertas áreas tecnológicas son relevantes para participar en mercados altamente competitivos. Entre los

¹⁰ Esta encuesta agregó información para evaluar el posicionamiento tecnológico de las empresas.

¹¹ A partir de este año la temática de innovación se incorpora de manera definitiva al cuestionario de las encuestas sobre investigación y desarrollo tecnológico.

¹² Primera vez se llevó a cabo este módulo con un levantamiento con representatividad a nivel entidad federativa.

principales resultados que se pueden observar de la ESIDET es que, de una muestra de 10,200 empresas, solo 890 (8.72%) reportaron la introducción de un producto nuevo o mejorado al mercado; 1 227 (12.02%) manifestaron inversión en actividades innovadoras y 348 (3.41%) invirtieron en capacitación del recurso humano para la investigación y desarrollo en México (Moyeda & Arteaga, 2016).

1.4.1.5 Modelos econométricos

Con la información de las bases de datos que arroja la ESIDET-MBN 2014, se construyen los siguientes modelos econométricos:

1.4.1.5.1 Modelo 1: Regresión de efectos interactivos

Para medir el impacto del PEI en la intensidad de innovación de productos o servicios de las empresas de un sector no lineal (biotecnología).

$$Inno = \beta_0 + \beta_1 (PEI) + \beta_2 (model_innov) + \beta_3 (PEI * model_innov) + \beta_4 (competitiv) + \beta_5 (maturity) + \varepsilon_{...i}$$

1.4.1.5.2 Modelo 2: Logit.

Para medir el efecto del PEI en la innovación de productos y/o servicios de las empresas.

$$\ln \left[\frac{Pr(innovation=1)_i}{1-Pr(innovation=1)_i} \right] = \beta_0 + \beta_1 (PEI)_i + \beta_2 (model_innov) + \beta_3 (PEI) * (model_innov) + \beta_4 (competitiv) + \beta_5 (maturity) + \varepsilon_i$$

1.4.1.6 Operacionalización de las variables explicativas

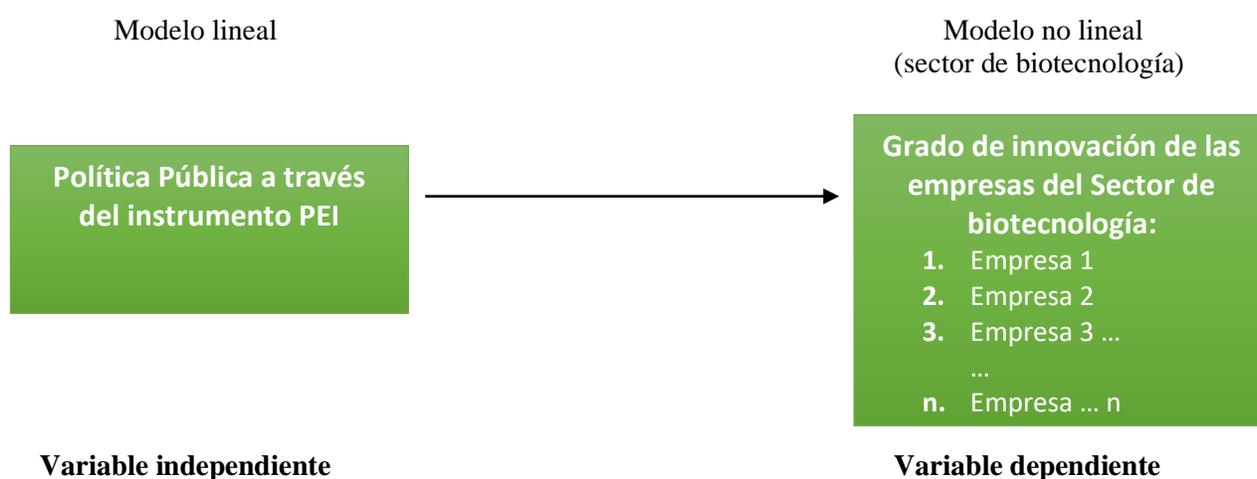
Con el modelo econométrico se busca aislar el impacto del PEI para saber si tuvo o no un efecto estadístico en un sector que sigue un modelo no lineal de innovación. Es por ello que se utilizan bases de la ESIDET en actividades específicas de biotecnología.

En el modelo, la variable dependiente es un *proxy* de innovación, para conocer si la empresa innovó o no. En el modelo *logit*, esta variable es una *dummy*¹³ para contestar la pregunta

¹³ En estadística y econometría, particularmente en el análisis de regresión, *dummy* se refiere a una variable ficticia que toma solo el valor 0 o 1 para indicar la ausencia o presencia de algún efecto categórico que se puede esperar que cambie el resultado.

de si la empresa introdujo en el mercado un producto o servicio nuevo o mejorado en el periodo 2012 – 2013. Las variables independientes son PEI y *model_innov*. En la encuesta ESIDET, se pueden capturar los apoyos de programas del gobierno federal, especificando las tres modalidades del PEI: Innovapyme, Innovatec y Proinnova. PEI es una variable independiente e interviniente. PEI es el instrumento de política pública de CTI que tiene efecto en sectores de innovación lineales y no lineales, por lo que ayuda a conocer el impacto del programa en las decisiones de las empresas para innovar o no. La variable *model_innov* es una variable independiente que se refiere al sector, concretamente las empresas (empresa 1, empresa 2, empresa 3, ... empresa *n*). El sector se refiere al conjunto de empresas de ciertas características, y ayuda a conocer más específicamente qué empresas que siguen un modelo lineal o no lineal de innovación (biotecnología) tienen más innovaciones con el programa PEI (ver Figura 3).

Figura 3. Esquema de relación causal de variables del estudio empírico



Fuente: Elaboración propia.

Con el modelo econométrico se busca aislar el impacto del PEI para saber si tuvo o no un efecto estadístico en actividades específicas del sector de biotecnología. Para conocer el efecto del PEI en la innovación de empresas del sector de biotecnología, se utiliza la regresión de efectos interactivos ya que la interacción de dos variables *dummys* ayuda a comparar el efecto del PEI en el sector lineal y no lineal.

1.4.2 Metodología de estudio de caso

Para este estudio, el diseño de investigación considera un estudio cualitativo para profundizar en un sector que obedece a un modelo de innovación no lineal. Entre los distintos instrumentos de política pública de CTI, se utilizó el PEI, como programa de la política pública de innovación que buscaba incentivar a las empresas que invertirían en proyectos de investigación, desarrollo de tecnología e innovación. Debido a que el PEI no discriminaba en sectores tecnológicos ni especificaba procesos diferentes entre sectores, este estudio se enfoca en procesos de sectores que no obedecen al paradigma lineal. El objetivo es conocer los efectos de un programa que seguía preferencialmente un paradigma lineal en su propuesta de proceso de innovación (I – II – IV – V) en un sector que obedece a un modelo no lineal. Se busca identificar los efectos perversos que pueden generarse cuando un sector con paradigma no lineal se quiere ajustar a un programa de innovación que es específico en los procesos, tiempos y resultados esperados. Por lo anterior se deben visualizar las distintas necesidades de un sector no lineal, los distintos procesos, tiempos, requerimientos, elementos y actores involucrados para poder generar un producto o servicio de innovación tecnológica.

Para contestar esta segunda pregunta se requiere conocer casos específicos de empresas del sector de innovación no lineal, para conocer cómo el PEI afecta los procesos de las empresas dentro del sector de biotecnología. En este estudio, el sector sirve como categoría para construir el concepto del modelo no lineal, ya que hay sectores de conocimiento con especificidades que se denominan como los factores críticos de ciclos y procesos de la innovación (FCCPI). Los casos de estudio permiten analizar la lógica causal de lo que se sucede a nivel nacional y cómo se puede explicar a nivel individual.

Lo que se puede observar en este estudio es el PEI en las empresas. Con estudios de casos se analizan las empresas, su estructura, cómo son financiadas y cómo generan innovación. En algún momento del proceso interviene el PEI (con su lógica lineal) y genera un impacto positivo o negativo en sectores de innovación no lineales. Con el análisis a profundidad de las empresas se puede conocer el momento en que reciben financiamiento para generar la innovación de un producto o servicio biotecnológico y saber en qué momento interviene el PEI para que se consolide parte del desarrollo del producto innovador. Con la intervención del PEI, se podrá conocer el impacto del programa en los FCCPI, es decir si el financiamiento se recibió en tiempo y forma, si es suficiente, si se considera el riesgo de la inversión, si los tiempos que

contempla el programa coinciden con los tiempos del proceso de innovación de la empresa y si el proceso de innovación es lineal o más bien un ciclo en donde se regresa a la etapa inicial para seguir construyendo el proceso de innovación.

1.4.2.1 Instrumentos de investigación del estudio de caso

Los instrumentos de investigación para este segundo estudio son cuestionarios y entrevistas a profundidad para los estudios de caso. Se seleccionarán empresas del sector no lineal (biotecnología) que hayan participado con un proyecto a través del PEI y conocer su proceso después del financiamiento con el PEI.

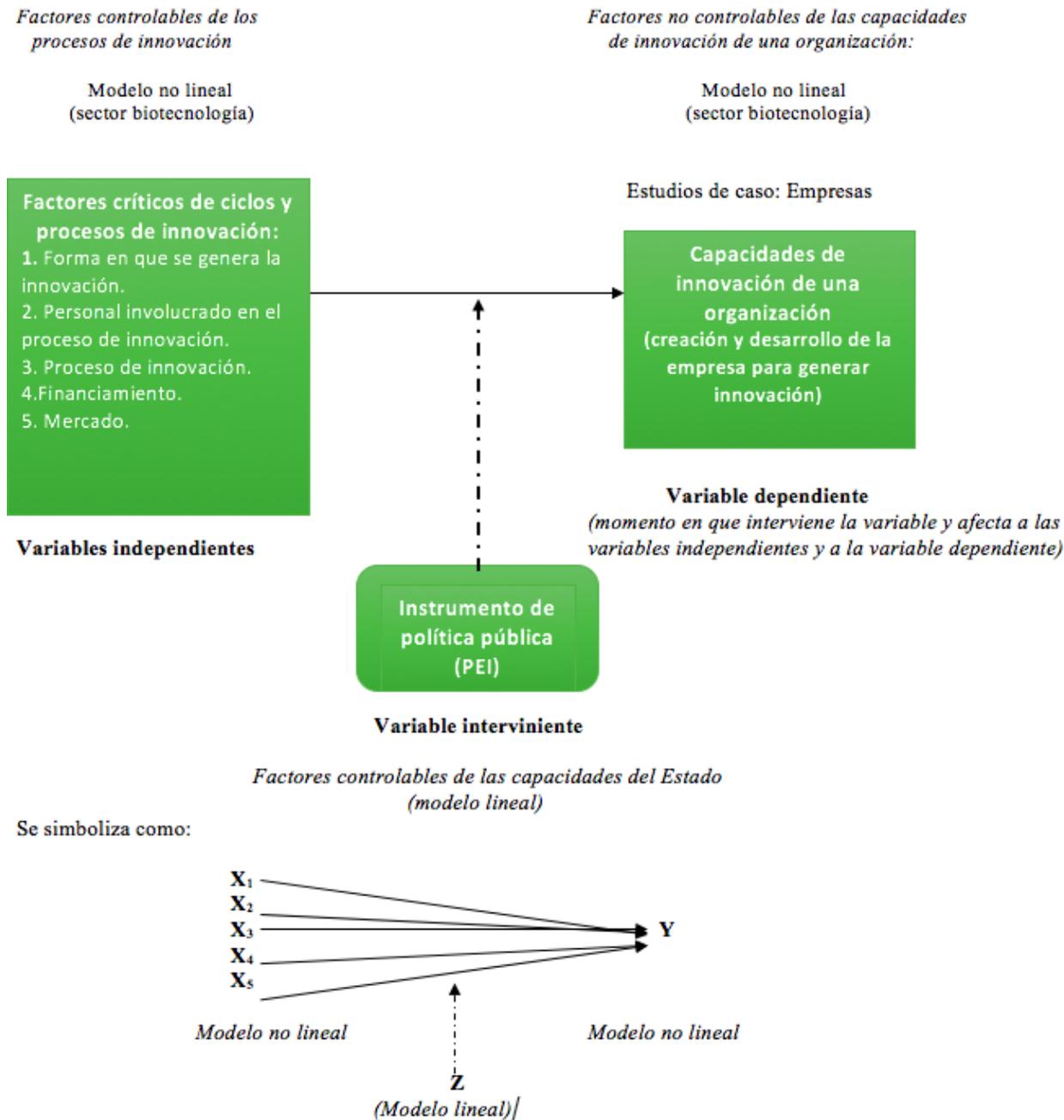
El cuestionario estará compuesto por tres partes: La primera parte consistirá en preguntas sobre características generales de la empresa (nombre de la empresa con razón social, dirección fiscal, año de creación de la empresa, tamaño, origen del capital, entidad federativa, sector, subsector, y ámbito territorial. La segunda parte consistirá en preguntas sobre los FCCPI (forma en que se genera la innovación, personal involucrado en la innovación, ciclos y procesos de innovación, financiamiento y mercado), y la tercera parte consistirá en preguntas sobre los resultados y desempeño en proyectos a través del PEI.

Para ahondar en la investigación, se realizarán entrevistas a profundidad con empresas que hayan participado con proyectos a través del PEI.

1.4.2.2 Operacionalización de variables

El modelo conceptual que se utiliza para ilustrar la hipótesis causal multivariada de este estudio se puede apreciar en el siguiente esquema (Figura 4):

Figura 4. Esquema de relación causal de variables del estudio de caso



Fuente: Elaboración propia.

Las principales variables a estudiar son los FCCPI en sectores de conocimiento no lineales y las acciones de implementación de la política pública. Es decir, se analiza la política de CTI en su implementación, con el proceso de innovación tecnológica de un sector que sigue un modelo no lineal para conocer los efectos que presenta en un programa de paradigma lineal. Dentro de los

FCCPI se consideran: a) forma en que se genera la innovación (origen innovación), b) personal involucrado en la innovación (actores) c) ciclos y procesos de innovación (tiempos de desarrollo), d) financiamiento y riesgos de inversión (capital), y e) mercado.

En síntesis, el proceso metodológico consiste en constatar la homogeneidad de la política de CTI en México. Más precisamente se contrastarán con el PEI las principales limitaciones que presenta este programa como instrumento clave de la política de CTI, cuando se enfrenta a las especificidades de ciertas tecnologías en áreas no tradicionales.

Para ello se pretende elegir como estudios de caso un sector crítico que presente estas especificidades, como el de la biotecnología, para ver los principales desafíos en el desarrollo tecnológico e innovación en México a través del programa propuesto (PEI).

Los resultados podrán mostrar que ciertos FCCPI como el origen de la innovación, actores, tiempo de desarrollo, capital y mercado, tienen una influencia directa en sectores de innovación no lineal. Lo que se podrá conocer con el desarrollo de esta investigación son los efectos de una política pública lineal a través de un instrumento como el PEI sobre sectores de innovación no lineales.

Se identifican los factores críticos de los ciclos y procesos de innovación (FCCPI) en sectores de conocimiento no lineales. Lo anterior para seguir con el progreso de la caracterización del proceso de innovación, haciendo uso de herramientas útiles que puedan arrojar evidencia factual de interés para los tomadores de decisiones de la política de innovación.

La variable independiente: factores críticos de ciclos y procesos de innovación (FCCPI) se mide a través de cinco dimensiones:

a) Forma en que se genera la innovación (origen innovación). Puede ser de manera aislada o a partir de redes de individuos u organizaciones interactivas. A través del campo unidisciplinario o de la multi, inter y transdisciplina. El conocimiento puede surgir desde la empresa, desde la academia o en vinculación academia-empresa.

b) Personal involucrado en la innovación (actores). La innovación puede surgir a partir del personal técnico capacitado a nivel básico o puede requerir personal altamente capacitado en sectores de conocimiento no tradicional, desde la generación del conocimiento, desarrollo e interacción en varias etapas del proceso. Esta dimensión también mide la inversión en capital humano especializado y capacitado.

c) Ciclos y procesos de innovación (tiempos de desarrollo). Pueden ser procesos secuenciales de la innovación a través de pasos predecibles y establecidos que dan certeza en cada etapa del proceso, o procesos dinámicos que conllevan distintas fases. El tipo de innovación que se genera puede ser de productos y procesos, o de servicios. La innovación que se genera puede ser fácilmente adaptable a las ventajas existentes en el mercado y a las políticas de distribución, además de coincidir con la segmentación de mercado y con las políticas del producto, o puede exigir unas políticas de marketing, distribución y ventas exclusivas para educar a los consumidores, además de que la demanda puede no coincidir con los segmentos de mercado establecidos, distorsionando el control de diversas visiones de la empresa.

d) Financiamiento y riesgos de inversión (capital). Se puede contar con capital privado para el proceso de innovación, recurrir a los fondos públicos para generar desarrollos más amplios y sofisticados o para economizar en recursos que estén disponibles para las empresas. O puede que dependa en su gran mayoría de fondos públicos para poder financiar el desarrollo de la innovación desde etapas muy tempranas y continuar hasta llegar a un punto que sea atractivo para el capital privado y continuar con el desarrollo. El tipo de inversión puede ser baja y de bajo riesgo, o alta y de alto riesgo. Los ciclos de inversión pueden ser cortos o largos.

e) Mercado. Puede ser un mercado maduro con intenciones claras de los inversionistas, o puede ser un mercado imperfecto con manifiestas asimetrías de información entre los desarrolladores de tecnología y los inversionistas. La demanda puede ser conocida y predecible del mercado, con un rápido reconocimiento y aceptación del mercado, y certidumbre en la rentabilidad de los mercados. O la demanda potencial puede ser grande pero poco predecible, donde no es previsible una reacción imitadora de la competencia rápida, y existe incertidumbre en la rentabilidad de los mercados.

La variable dependiente: Capacidades de innovación de una organización obedecen a su lógica lineal o no lineal del proceso de innovación. Estas capacidades construyen las especificidades de los factores críticos del proceso de innovación que pueden ser propias de un modelo lineal o no lineal, dependiendo del modelo de innovación que siga el sector tecnológico en cuestión.

La variable interviniente: Instrumento de política pública lineal – PEI interviene y afecta cada una de las variables independientes, de manera positiva o negativa, y a la vez afecta a la variable dependiente que es la capacidad de innovación de la organización. Para este estudio, se

parte de que el PEI sigue una lógica lineal, de acuerdo a los procesos que sigue en su implementación y los requisitos que deben cumplir las empresas u organizaciones para poder ser beneficiarias de los apoyos establecidos.

Capítulo 2. De la innovación a los modelos y sistemas nacionales de innovación

Para entender mejor algunos conceptos que se encuentran implícitos en la pregunta de investigación e hipótesis del presente trabajo, se presentan algunas definiciones de innovación, política de ciencia, tecnología e innovación, sistema nacional de innovación, paradigma lineal de innovación y paradigma no lineal de innovación, principalmente. De esta forma se aborda la evolución de conceptos clave para esta investigación como es el caso del concepto de innovación, su evolución en los distintos modelos de innovación hasta llegar al sistema nacional de innovación y cómo la política de ciencia, tecnología e innovación en México entiende y aborda estos conceptos para la elaboración de los instrumentos de política pública que buscan fomentar la innovación.

2.1 Marco teórico de la innovación

El estudio de la innovación ha generado diversas concepciones con distintos enfoques o aproximaciones epistemológicas, sin estar muy bien definida se insinúa como el resultado entre la ciencia y tecnología, expresado en un producto, servicio o proceso aplicado en el mercado. De la misma forma, la correlación entre innovación y empleo (Zuniga y Crespi, 2012), innovación e investigación en negocios (Olavarrieta y Villena, 2013), pero sobre todo la relación entre innovación y productividad (Crepon, Duguet y Mairesse, 1998; Mulkay, Hall y Mairesse, 2001; Janz, Löf y Peters, 2003; Griffith, Huergo, Mairesse y Peters, 2006; Huergo, 2006; Benavente, 2006; Piga y Atzeni, 2007; Hall, Lotti y Mairesse, 2009; Hall, 2010, 2011; Crespi y Zuniga, 2012; Alvarez y Crespi, 2015; Morris, 2018; entre otros), entre otras variables de interés han originado múltiples estudios que dan cuenta de la importancia de la innovación para prolongar la ventaja competitiva de una empresa en el mercado. Es decir, en la práctica la innovación es un factor determinante en la productividad y competitividad, sin embargo, existe una distancia entre el marco conceptual desarrollado en la literatura y la praxis de la política de CTI en México, reconociendo que la implementación de la política requiere la participación de distintos actores comprometidos con el proceso de innovación. Lo anterior se refleja en los lentos avances en la construcción de la sociedad del conocimiento, alejándose de los beneficios que genera impulsar una economía basada en el conocimiento. Esto nos orilla a cuestionar el papel del gobierno en la formulación e implementación de políticas públicas de innovación.

La innovación, como objeto de conocimiento, se puede abordar bajo distintos intentos teóricos de explicación, que exponen su desarrollo, cambio y evolución. En el análisis de innovación es importante distinguir entre los principales conceptos para tener instrumentos de medición adecuados para su estudio y evaluación. Además de identificar quiénes son los actores sustanciales que generan innovación —empresas, academia, gobierno—, también es necesario saber cuáles son los modelos de innovación que se utilizan y cómo funcionan los sistemas de innovación nacionales. Lo anterior para conocer cuáles podrían ser las implicaciones en política pública al diseñar, implementar y evaluar la política de CTI.

En las últimas cuatro décadas, el estudio de la innovación ha estado en constante crecimiento, actualmente el tema es bastante recurrente no sólo en el medio académico y científico —con aplicaciones en áreas de salud, alimentación, seguridad, energía, educación, entretenimiento, comunicaciones y transporte, entre otros—, sino también en el mundo de los negocios, de las políticas públicas, la administración pública y en diversos medios de comunicación.

En la literatura teórica del enfoque economicista existe una convención de que la innovación genera crecimiento de los ingresos (Schumpeter, 1942; Romer, 1989; Aghion & Howitt, 1992; Grossman & Helpman, 1991), y se puede contrastar con diversos autores que han incorporado diversos conceptos de innovación (Rogers, 1962; Porter, 1979; Drucker, 1985; Cohen & Levinthal, 1989; Christensen, 1997; Chesbrough, 2005), sin embargo, la evidencia empírica utiliza diferentes indicadores de la innovación, dificultando la manera en que se puede medir correctamente la innovación para evaluar el impacto económico. La mayoría de los estudios utilizan proxis como los gastos de I+D o los indicadores de patentes para estimar el impacto de la innovación en la economía y desarrollo de un país.¹⁴ En la siguiente tabla (3) se sintetizan los principales conceptos aportados por los autores más reconocidos en el tema de innovación:

Tabla 3. Autores destacados que incorporaron conceptos de innovación

<i>Autor</i>	<i>Concepto teórico</i>
Joseph A. Schumpeter (1942)	La “destrucción creativa” es un concepto que muestra su importancia para el desenvolvimiento del desarrollo económico y la vigencia de la ciencia económica en el marco de una transición de ciclos económicos

¹⁴ En el capítulo 3. Política de ciencia, tecnología e innovación en México, se profundiza sobre la medición de la innovación.

	en el tiempo y espacio. La innovación tecnológica desplaza las viejas tecnologías y propicia la "destrucción creativa".
Michael E. Porter (1979)	Introduce los siguientes conceptos: el “modelo de las cinco fuerzas”, ¹⁵ “estrategia competitiva”, ¹⁶ “cadena de valor”, ¹⁷ “ventaja competitiva”, ¹⁸ “estrategia empresarial” ¹⁹ y el concepto de “clúster”. ²⁰
Paul M. Romer (1989)	La “teoría del crecimiento endógeno” señala que el crecimiento económico es el resultado de factores endógenos y no de fuerzas externas (teoría neoclásica). Asimismo mantiene que el capital humano, la innovación y el conocimiento contribuyen de manera significativa a potenciar el crecimiento.
Clayton Christensen (1997)	La “innovación disruptiva” crea un nuevo mercado y red de valor que eventualmente interrumpe un mercado y a red de valor existente, desplazando del mercado establecido principales empresas, productos y alianzas.
Henry Chesbrough (2005)	La “innovación abierta” permite a las empresas ir más allá de los límites internos de su organización y poder cooperar con profesionales externos, con la intención de generar procesos de innovación más ricos.
W. Chan Kim & Renée Mauborgne (2005)	La “estrategia del océano azul” deja a un lado la competencia entre las empresas, ampliando el mercado a través de la innovación. Lo que las compañías necesitan para lograr ser exitosas en el futuro es dejar de competir entre sí. ²¹

¹⁵ Este modelo establece un marco para analizar el nivel de competencia dentro de una industria y poder desarrollar una estrategia de negocio. Deriva en la articulación de las cinco fuerzas que determinan la intensidad de competencia y rivalidad en una industria, y por lo tanto, en cuan atractiva es esta industria en relación a oportunidades de inversión y rentabilidad. Las cinco fuerzas de Porter incluyen tres fuerzas de competencia horizontal: Amenaza de productos sustitutos, amenaza de nuevos entrantes o competidores en la industria, y la rivalidad entre competidores, y también comprende dos fuerzas de competencia vertical: El poder de negociación de los proveedores, y el poder de negociación de los clientes (Porter, 1979).

¹⁶ Es el conjunto de empresas en un sector industrial que tienen modelos de negocio similares (Porter, 1980).

¹⁷ Describe el desarrollo de las actividades de una organización empresarial generando valor al cliente final (Porter, 1985).

¹⁸ "La ventaja competitiva crece fundamentalmente del valor que una empresa es capaz de crear ... El valor es lo que los compradores están dispuestos a pagar, y el valor superior proviene de ofrecer precios más bajos que los competidores por beneficios equivalentes o proporcionar beneficios únicos que compensan con creces los precios más altos." (Porter, 1985, p 3).

¹⁹ Se define como la forma mediante la cual una empresa se enfrenta a sus competidores para intentar obtener un rendimiento superior al de ellos. La base fundamental para obtener esa rentabilidad superior es lograr una ventaja competitiva sostenida, y para ello se debe seguir una estrategia empresarial (Porter, 1987).

²⁰ Se refiere a las concentraciones de empresas e instituciones interconectadas en un área geográfica o en sector de aplicación, que incluye proveedores de insumos y de tecnología, grupos académicos y de investigación, así como consumidores y aplicadores, e incluso empresas de servicios orientadas al sector de aplicación. Ayuda al análisis de factores que permiten a una industria específica incorporar nuevos eslabones en su cadena productiva, los factores que determinan el uso de nuevas tecnologías en sus procesos, y los factores determinantes de la generación de actividades de aglomeración (Porter, 1990).

²¹ El “océano azul” representa a las ideas que buscan crear mercados que no aparezcan en la actualidad y que, por lo tanto, son viables debido a que son oportunidades de generar un crecimiento rentable a futuro; por lo general, estos nacen a partir de los océanos rojos —todas las industrias existentes en la actualidad—. El océano azul se define como aquel espacio perteneciente al mercado y que aún no ha sido utilizado o explotado, y que por consiguiente generará una oportunidad para el crecimiento rentable, que tiene muchas ventajas (Kim & Mauborgne, 2005).

OCDE (2006) ²²	Innovación es la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología. Las actividades de innovación incluyen todas las actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación.
---------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

Al analizar las principales definiciones de innovación propuestas por los autores más influyentes en el tema, destaca la del economista austriaco Joseph Schumpeter, quien aportó el concepto de innovación a la literatura económica, y la definió como *“la introducción de un bien (producto) nuevo para los consumidores o de mayor calidad que los anteriores, la introducción de nuevos métodos de producción para un sector de la industria, la apertura de nuevos mercados, el uso de nuevas fuentes de aprovisionamiento, o la introducción de nuevas formas de competir que lleven a una redefinición de la industria”* (Schumpeter, 1942). El principal trabajo de Schumpeter consistió en entender ampliamente la naturaleza y consecuencias económicas del desarrollo tecnológico. Para ello planteó dos posturas: 1) que la innovación incrementa más que proporcionalmente con el tamaño de la empresa, y 2) que la innovación aumenta con la concentración del mercado.

Del sinnúmero de definiciones de innovación, la más precisa podría ser la de la OCDE: *“Innovación es la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología. Las actividades de innovación incluyen todas las actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación”* (OCDE, 2006), pero

²² La definición más reciente de innovación tecnológica es la del Manual de Oslo, aprobado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Este Manual ha servido de base para la recogida de datos estadísticos sobre la innovación, en particular de las encuestas nacionales realizadas en el marco de la Encuesta Comunitaria de la Innovación, que ha apoyado la Comisión (DGXIII y Eurostat) y ha servido para recoger datos comparables de unas 40,000 empresas de 13 países.

Sin embargo, presenta algunos puntos débiles e insuficiencias, particularmente en lo que se refiere a la innovación social y organizativa y a la innovación en el sector de servicios, éste último desempeña actualmente un papel de primer orden en la producción de riqueza, empleo y la utilización de nuevas tecnologías (Comisión Europea, 1995).

incluso este organismo va modificando la manera en que define este concepto. Por ejemplo, en el Manual de Oslo se define innovación como “la implementación de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio) o proceso, un nuevo método de marketing o un nuevo método organizacional en prácticas de negocios, organización del lugar de trabajo o relaciones externas” (OCDE, 2006). Aun así, para este estudio se considera la definición de innovación de la OCDE por ser la que se acerca más a los objetivos de esta investigación, sin menospreciar las demás definiciones que han realizado diversos autores.

2.2 Modelos de Innovación

En este trabajo se hace mención sobre el paradigma lineal y el paradigma no lineal de innovación. Por lo anterior, se hace referencia a los modelos de innovación que se desarrollan en sus diferentes etapas de evolución, desde el modelo lineal hasta la propuesta de modelo en redes que conlleva a los sistemas de innovación. De manera general, la revisión de la literatura más allá de proponer un modelo de innovación universal, identifica una evolución del proceso de innovación que da lugar a la distinción entre estos dos modelos. Lo anterior porque se reconoce la complejidad del proceso de innovación y los problemas que dificultan el manejo, explicación y estudio para el desarrollo de modelos generalizados (Saren, 1984), en gran parte se debe a la dificultad que implica representar en un modelo la realidad de la innovación como un proceso o resultado. Las características distintivas de cada modelo obedecen a lógicas muy diferenciadas en la generación de la innovación, desde la producción del conocimiento, el proceso secuencial o no en el que se produce y transfiere el conocimiento para que se convierta en innovación, y los actores y acciones que intervienen en los distintos procesos (Casas, 2001).

Históricamente, la evolución del proceso de innovación distingue diferentes modelos que explican la generación de innovaciones. Dentro de los modelos lineales se ubican al Modelo de Empuje de la Tecnología y Tirón de la Demanda; y de los modelos no lineales se encuentra el Modelo por Etapas, los Modelos Interactivos o Mixtos, y el Modelo de Red. Aunque cada uno cuenta con un amplio reconocimiento científico, más adelante se exponen las limitaciones y alcances de los modelos lineales y no lineales.

El paradigma lineal de innovación obedece a una lógica secuencial en el proceso de innovación tecnológica en donde se desarrollan preferentemente tecnologías tradicionales que siguen un proceso progresivo de la innovación. Es decir, parte de la investigación básica,

seguido de la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico que termina con la producción y comercialización de la innovación tecnológica. Por el contrario, el paradigma no lineal de innovación comprende procesos de diversas fases que no necesariamente son secuenciales, presenta temporalidades distintas, y obedece a necesidades muy específicas de la tecnología. Estas especificidades son las que determinan el proceso que seguirá la tecnología para su desarrollo en innovación. Sectores tecnológicos no tradicionales obedecen a la lógica del paradigma no lineal por la particularidad de sus procesos, tiempos, recursos y riesgo de inversión. Dentro de los sectores no tradicionales se puede encontrar la biotecnología, nanotecnología, inteligencia artificial, entre otros.

Desde los años sesenta se empieza a plasmar de manera explicativa las propuestas de distintos autores sobre los modelos de innovación. En la tabla 4 se simplifican de manera cronológica el desarrollo de los principales modelos de innovación por autor.

Tabla 4. Clasificación de los modelos del proceso de Innovación

Autor	Modelos del proceso de innovación
Saren (1983)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de Etapas Departamentales (<i>Departmental-Stage Models</i>) • Modelos de Etapas de Actividades (<i>Activity-Stage Models</i>) • Modelos de Etapas de Decisión (<i>Decision-Stage Models</i>) • Modelos de Proceso de Conversión (<i>Conversion Process Models</i>) • Modelos de Respuesta (<i>Response Models</i>)
Forrest (1991)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de Etapas (<i>Stage Models</i>) • Modelos de Conversión y Modelos de Empuje de la Tecnología Tirón de la Demanda (<i>Conversion Models and TechnologyPush/Market-Pull Models</i>) • Modelos Integradores (<i>Integrative Models</i>) • Modelos Decisión (<i>Decision Models</i>)
Rothwell (1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de innovación de primera generación: Empuje de la Tecnología (<i>Technology-Push</i>) • Proceso de innovación de segunda generación: Tirón de la Demanda (<i>Market-Pull</i>)

	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso de innovación de tercera generación: Modelo Interactivo • (<i>Coupling Model</i>) • Proceso de innovación de cuarta generación: Proceso de Innovación Integrado (<i>Integrated Innovation Process</i>) • Proceso de innovación de quinta generación (<i>System Integration and Networking</i>)
Padmore, Schuetze y Gibson (1998)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo lineal (<i>Linear model</i>) • Modelo de enlaces en cadena (<i>Chain link model</i>) • Modelo en ciclo (<i>Cycle model</i>)
Hidalgo, León y Pavón (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo Lineal: Empuje de la Tecnología / Tirón de la Demanda • Modelo Mixto (Marquis, Kline, Rothwell y Zegveld) • Modelo Integrado
Trott (2002)	<ul style="list-style-type: none"> • Serendipia (<i>serendipity</i>) • Modelos lineales (<i>Linear models</i>) • Modelos simultáneos de acoplamiento (<i>Simultaneous coupling model</i>) • Modelos interactivos (<i>Interactive model</i>)
Escorsa y Valls (2003)	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo Lineal • Modelo de Marquis • Modelo de la London Business School • Modelo de Kline
Comisión Europea (2004)	<ul style="list-style-type: none"> • Innovación derivada de la ciencia (<i>Technology Push</i>) • Innovación derivada de las necesidades del mercado (<i>Market Pull</i>) • Innovación derivada de los vínculos entre actores en los mercados • Innovación derivada de redes tecnológicas • Innovación derivada de redes sociales

Fuente: Velasco, Zamanillo e Intxaurburu, 2007.

El estudio del proceso de innovación en México, aunque escaso, ha encontrado algunas regularidades empíricas: las empresas manufactureras tienen un bajo dinamismo tecnológico, con escasas actividades tecnológicas propias enfocadas a la expansión de la producción y la mejora incremental de los procesos productivos. Estas actividades descansan en la acumulación de *know-how* interno, en particular de los ingenieros, dado que se tienen muy pocas relaciones con otros agentes de mercado o institucionales (Estrada & Pacheco-Vega, 2009). Ahora es importante distinguir las especificidades de cada modelo de innovación:

2.2.1 Modelo lineal de innovación

Es el modelo de conocimiento en donde principalmente la innovación se genera a partir de la investigación básica desarrollada en las universidades, posteriormente el sector privado o las empresas desarrollan la investigación aplicada y el gobierno facilita la interrelación entre estos dos actores. De manera general, como lo menciona Barreto y Petit (2017) el modelo lineal de innovación se refiere al modelo de empuje de la tecnología y tirón de la demanda. Autores como Nuchera, León y Pavón (2002) explican de manera más amplia el proceso de innovación tecnológica en el modelo lineal en sus fases de desarrollo. A continuación, se muestra una revisión sobre lo más relevante del modelo lineal de innovación.

De acuerdo a este modelo de innovación, el proceso inicia con la investigación básica, para pasar a la investigación aplicada que permite desarrollar el prototipo, y termina con la producción y comercialización de la innovación. La revisión de la literatura muestra que el modelo lineal surge a partir de los modelos de primera y segunda generación (Rothwell, 1994). Estos modelos son una interpretación del acto de innovar que teorizan la secuencia lógica del proceso de innovación, es decir conciben a la innovación como un proceso lineal. Destacan dos modelos desde donde se origina el proceso de innovación. El primero en desarrollarse es el modelo de empuje de la tecnología (*technology push*) que contempla el proceso de innovación desde la investigación básica desarrollada en las universidades, posteriormente a través de un proceso progresivo, secuencial y ordenado el sector privado o las empresas desarrollan la investigación aplicada y el gobierno facilita la interrelación entre estos dos actores para que el producto o servicio tecnológico desarrollado llegue a la comercialización. Este modelo (Figura 5) considera al desarrollo de innovación como un proceso secuencial y ordenado, que a partir del conocimiento científico que pasa por distintas fases, comercializa un producto en el

mercado. Destaca su linealidad en el avance progresivo de cada fase desde la fuente de innovación hasta la comercialización.

Figura 5. Modelo de Empuje de la Tecnología (*Technology Push*)



Fuente: Rothwell, 1994.

Posteriormente, dentro del proceso de innovación, se da mayor atención al mercado, y se propone el modelo de tirón de la demanda (*market pull*) en donde las necesidades de los consumidores son el primer paso para iniciar el proceso de innovación (ver Figura 6).

Figura 6. Modelo de Tirón de la Demanda (*Market Pull*)



Fuente: Rothwell, 1994.

Estos modelos lineales, como se verá a continuación, presentan grandes limitaciones, entre las que se encuentran, que considera la innovación como un proceso que puede ser planificado, controlado y desagregado en actividades para facilitar su gestión, le da mayor importancia a la I+D como crucial del proceso de innovación, y no reconoce que la tecnología cuenta con estructuras de conocimientos propios obtenidos a través de la observación empírica, es decir, el proceso de innovación no necesariamente comienza con la investigación básica, sino también de aprovechar los resultados de otras investigaciones ya existentes.

Una variante del modelo lineal de innovación, es el modelo por etapas. Este modelo es muy similar al modelo lineal, ya que concibe a la innovación como una actividad secuencial al considerar el proceso de innovación como etapas consecutivas o departamentos independientes de I+D. Este modelo es una evolución inmediata del modelo lineal de innovación, sin alejarse totalmente de la propuesta lineal de innovación. Una de las principales características de este

modelo es que incluye los elementos del modelo de empuje de la tecnología y tirón de la demanda. Una manera de simplificar el modelo es en dos etapas, la primera es la generación de la idea o invención y la segunda etapa es la comercialización de la idea. Utterback y Abernathy (1975) coinciden con esta simplificación, pero añaden otra etapa de actividades más, quedando el proceso en tres etapas: concepción de la idea (utilizando distintas fuentes), solución de problemas o desarrollo de la idea (invención), y llevar la solución o invento al mercado, que involucra la ingeniería, prototipo, manufactura, marketing y promoción (implementación y difusión). Por otro lado, Mansfield (Audretsch y Lehmaan, 2005) propone un modelo de cinco etapas que incluyen desde actividades de investigación hasta el proceso de producción. Algunos autores más consideran ocho etapas, que incluye una etapa anterior a la innovación (pre-innovación), y una etapa posterior (post-innovación) (López, Blanco & Guerra, 2005). Finalmente, la propuesta más aceptada es el modelo por etapas departamentales de Saren (1984) (ver Figura 7), parte de la idea que se convierte en *input* para el departamento de I+D, consecutivamente pasa por cada uno de los departamentos de diseño, ingeniería, producción, y marketing, para que al final se pueda obtener el *output* del proceso, que es el producto.

Figura 7. Modelo por etapas departamentales



Fuente: Saren, 1984.

Aunque los modelos lineales muestran de manera muy simple el proceso de innovación, no se puede dar por hecho que en realidad el proceso de innovación sea un proceso ordenado, secuencial y progresivo ya que las tecnologías no obedecen a un proceso lineal cuando las características de la tecnología y del mercado muestran particularidades que requieren pasos adicionales o en ocasiones no requieren de todas las etapas del proceso, en muchas ocasiones es un proceso interactivo con saltos en etapas, idas y vueltas que van perfeccionando y definiendo el proceso de una tecnología en particular.

El modelo lineal, aunque es útil para entender de forma simple y racional el proceso de innovación, es el que presenta más desventajas porque no es un modelo realista, es demasiado rígido para describir un proceso al proponer una estricta separación entre invención, innovación

y comercialización. Además, es un modelo cerrado que no contempla factores externos como los socioculturales y el entorno global económico. Por último, depende del empuje de la ciencia y tecnología como medio para iniciar el proceso. El modelo lineal se encuentra mayormente en sectores tradicionales de conocimiento como el automotriz, la agroindustria, el de mecánica y electrónica, por mencionar los más comunes.

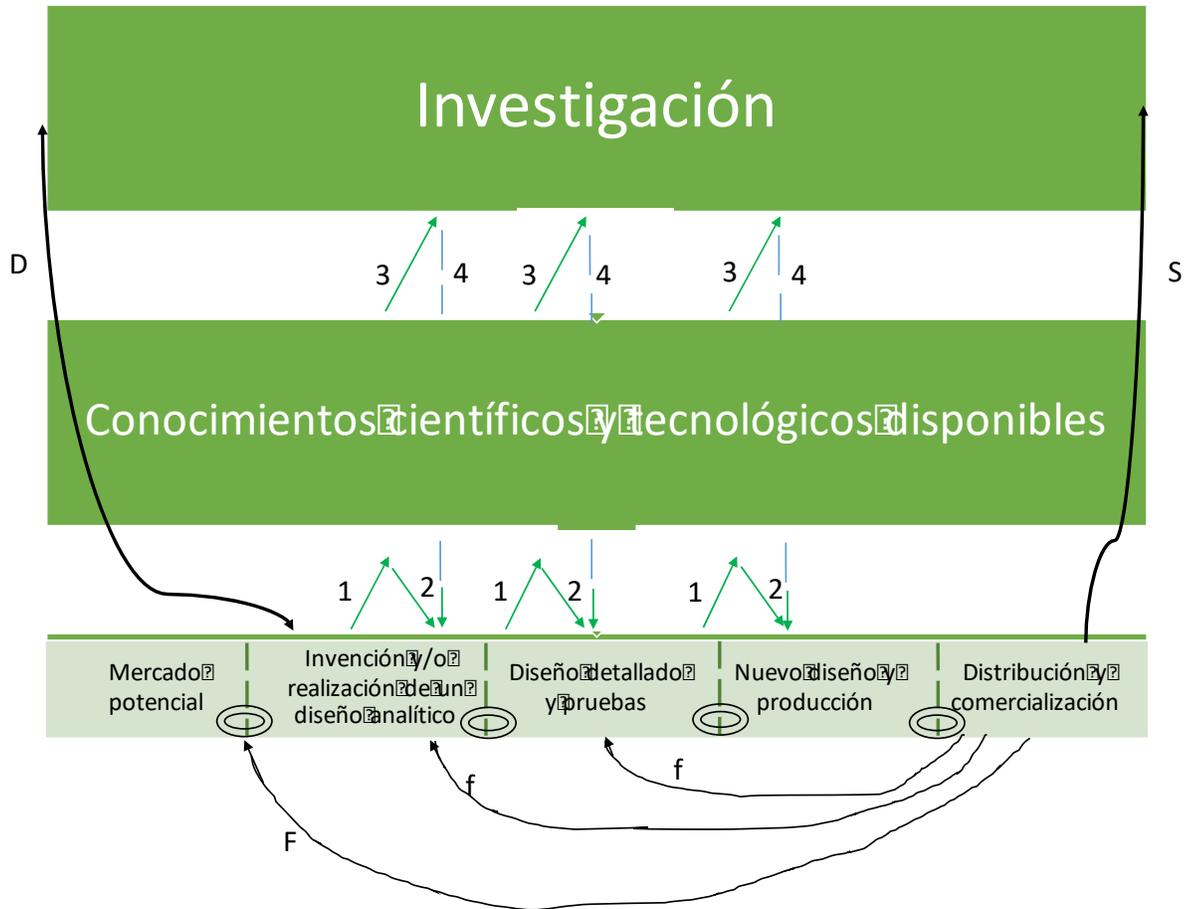
2.2.2 Modelo no lineal de innovación

Existe una literatura extensa que aborda el agotado modelo lineal y la necesidad de utilizar modelos más adecuados a las necesidades del mercado y a nuevos y diferentes procesos de innovación (Casas, 2001; Casalet, 1999, 2000; Doz & Wilson, 2012). Mientras que el modelo lineal es un modelo anticipado diseñado para comprender la relación entre la ciencia y la tecnología, que inicia en la investigación básica, continúa con la investigación aplicada para su desarrollo y difusión; el modelo no lineal de innovación alude a una nueva forma de generar innovación, desde el modo en que se produce el conocimiento, supone la existencia de diferentes mecanismos de generar conocimiento y de comunicarlo, más actores procedentes de disciplinas diferentes y con historiales distintos, pero, por encima de todo, lugares diferentes donde se produce el conocimiento (Gibbons, et al., 1997). Dentro del modelo no lineal de innovación, se pueden encontrar varias propuestas, entre las más destacadas están los modelos interactivos o mixtos, el modelo integrado, y el modelo en red. A continuación, se explica cada uno para entender su importancia y evolución de estos modelos para acercarse a los sistemas nacionales de innovación.

- a) Modelos interactivos o mixtos. Rothwell denomina a estos modelos como de tercera generación (1994). Surgen a finales de la década de los setenta hasta mediados de los ochenta, en donde las empresas se enfrentan a elevadas tasas de inflación y desempleo. Ante estos nuevos retos, el uso racional de los recursos y control de costes son estrategias empleadas por las empresas como mejores prácticas o *best practices*. Estos modelos ponen especial atención a la interacción entre las capacidades tecnológicas y las necesidades del mercado. Entre los modelos interactivos o mixtos se encuentran los siguientes modelos: de Marquis, de Roberts, de Rothwell y Zegveld, y el de Kline. De estos modelos, el que más destaca es el modelo de Kline, conocido como modelo de enlaces en cadena o modelo cadena-eslabón (*chain-link-model*). Este modelo en lugar

de tener un solo curso principal de actividad como lo tiene el modelo lineal, éste tiene cinco (Kline y Rosenberg, 1986). Estos trayectos conectan las principales áreas del proceso de innovación: investigación, conocimiento y cadena central del proceso de innovación tecnológica (ver figura 8)

Figura 8. Modelo de Kline (Enlaces en cadena o cadena-eslabón)



Fuente: Kline y Rosenberg (1986)

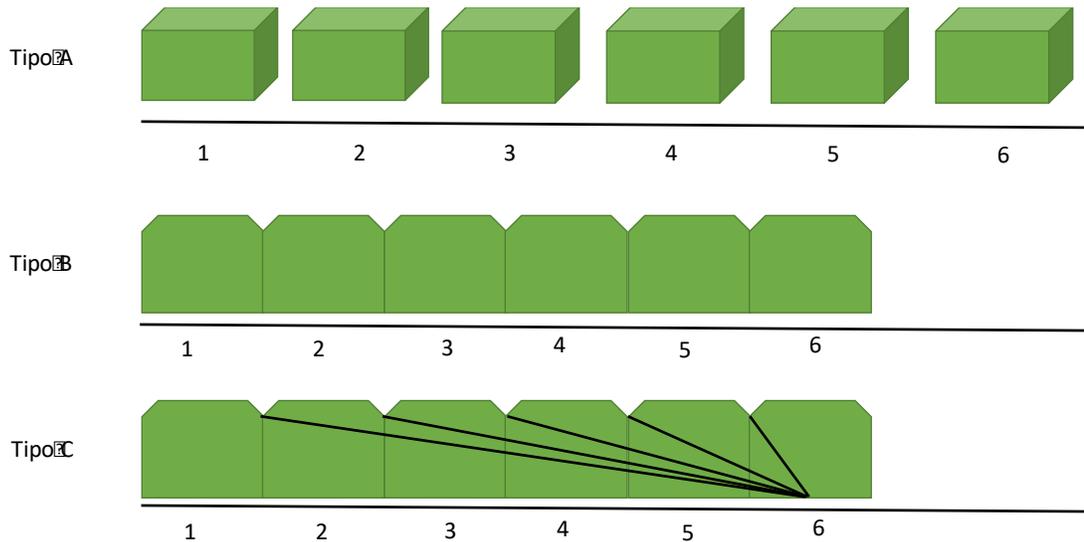
En la ilustración del modelo de Kline se pueden observar los trayectos del proceso de innovación. El primer trayecto es la cadena central de innovación, que inicia con la idea y se materializa en un invento o diseño analítico que obedece a una necesidad del mercado. El segundo trayecto corresponde a una serie de retroalimentaciones (*feedback links*) y se pueden ubicar en los pequeños círculos que conectan cada fase de la cadena central. Las flechas “f” representan la información de las necesidades del mercado a las fases precedentes del proceso de innovación, ya que el producto final puede presentar deficiencias que obliguen a realizar correcciones en las etapas anteriores. La flecha “F” representa la retroalimentación del mercado

o producto final al producto comercial, es la posibilidad de desarrollo de nuevas aplicaciones industriales (Kline y Rosenberg, 1986). El tercer trayecto se refiere al eslabón entre el conocimiento y la investigación con la cadena central de innovación. La línea “1” refleja la acción de acudir al conocimiento (unión entre la invención y el conocimiento), cuando los conocimientos proporcionan los datos necesarios de conceptos o teoría, se transfiere la información al invento o diseño analítico (flecha 2), pero cuando no existe la información, se realiza una investigación (flecha 3) y los resultados se agregan al *stock* de conocimientos (línea 4). El cuarto trayecto es la conexión entre la investigación y la invención (flecha D). Por último, las conexiones directas entre el mercado y la investigación se representan con la flecha S. La diferencia del modelo de Kline con los modelos lineales es que relaciona la ciencia y tecnología en todas las etapas del modelo y no únicamente al principio, pero mantiene el carácter lineal del proceso, que afecta la eficacia de los sistemas de retroalimentación para la rápida difusión de información. Otras críticas al modelo de Kline es que la duración del proceso es excesiva –supone un fracaso por un lanzamiento tardío de la innovación al mercado–, el modelo no hace referencia al trabajo en equipo interdisciplinario –no garantiza la integración funcional–, y los numerosos procesos de retroalimentación entre las funciones y actividades pueden retrasar la toma de decisiones (Morcillo, 1997). Hobday (2005) añade una crítica adicional, al referirse a las interacciones con el entorno, ya que ninguna profundiza en la influencia de los factores del entorno organizativo. Algunas de estas fallas de los modelos interactivos o mixtos se pueden resolver con la propuesta de los modelos integrados.

- b) Modelos integrados. Rothwell (1994) se refiere a ellos como Modelos de Cuarta Generación. Se desarrollan en el periodo que comprende de los años ochenta a finales de los noventa. En este periodo las empresas se centran en la esencia del negocio y las tecnologías esenciales. Este enfoque aunado al sentido de estrategia global incita a las empresas a formar alianzas estratégicas, en algunos casos con apoyo de los gobiernos. Rothwell (1994) enfatiza que la reducción del ciclo de vida de los productos obliga a las empresas a competir utilizando estrategias para incrementar la velocidad de desarrollo. En este enfoque de modelos integrados, el proceso de desarrollo de producto se desenvuelve a través de diversas interacciones de un grupo multidisciplinar cuyos miembros trabajan juntos de principio a final (Takeuchi y Nonaka, 1986). La figura 9 muestra las diferencias entre el modelo tradicional de desarrollo de producto o modelo

lineal (A), el modelo solapado, en donde los solapamientos ocurren sólo en los límites de las fases contiguas (B), y el modelo en donde los solapamientos suceden a lo largo de las diversas etapas.

Figura 9. Fases de desarrollo de producto Secuenciales (A) vs Solapadas (B) y (C)



Fuente: Takeuchi y Nonaka (1986)

Este modelo representa a las empresas líderes japonesas en sus procesos de innovación en los años ochenta y noventa, ya que integran a los proveedores en el proceso de desarrollo del nuevo producto desde las etapas tempranas, y a la vez integran las actividades de los distintos departamentos involucrados. Este trabajo se realiza simultáneamente o en paralelo en vez de secuencialmente o en serie (Rothwell, 1994).

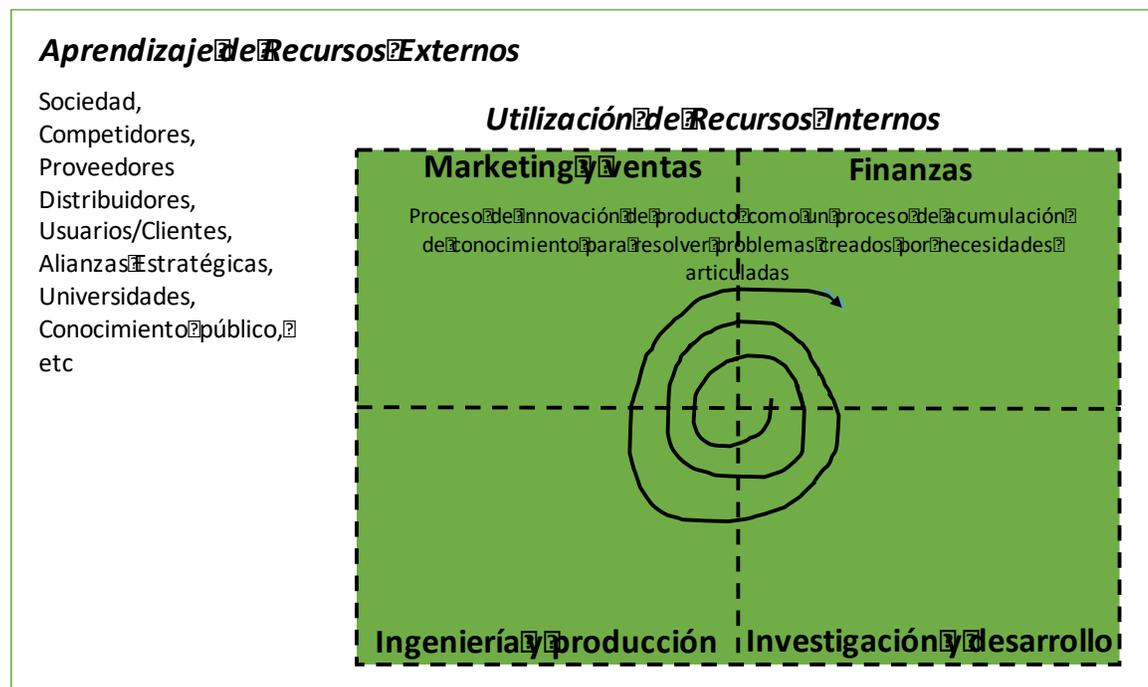
Existe otro modelo que se puede incluir en los Modelos Integrados, el Modelo Schmidt-Tiedemann o modelo en concomitancia, considerado como de los modelos más prácticos (Forrest, 1991). Este modelo considera las tres áreas funcionales del proceso de innovación: de investigación (básica y aplicada), técnica (evaluación técnica, identificación de necesidades de *know-how* y desarrollo), y comercial (investigación de mercado, ventas y distribución). Se le llama modelo en concomitancia porque las tres áreas funcionales del proceso de innovación se acompañan a lo largo del proceso con interacciones casi continuas (Schmidt-Tiedemann, 1982).

Los Modelos Integrados buscan capturar el alto grado de integración funcional que presentan las empresas, así como la integración de actividades con otros actores, como pueden ser otras empresas, proveedores, clientes, universidades e instituciones gubernamentales (Hobday, 2005).

Hidalgo, León y Pavón (2002) realizan dos críticas importantes a los Modelos Integrados. Primero que, aunque incorporan procesos retroactivos de comunicación entre las etapas, siguen siendo modelos secuenciales, es decir, el comienzo de una etapa depende de la conclusión de la etapa anterior. Y segundo, que las fases del proceso de innovación se gestionan a través de procesos solapados o simultáneos, en vez de procesos no secuenciales.

- c) Modelo en red. Considerado como modelo de quinta generación por Rothwell, en donde las empresas establecen redes estratégicas para llegar al mercado a mayor velocidad y ser más competitivas, además de que son más flexibles y adaptables desde el punto de vista organizacional, productivo y de productos (1994). En la figura 10 se muestra un ejemplo de modelo de red. El modelo en red o Modelo de Integración de Sistemas y Establecimiento de Redes retoma el aprendizaje que sucede dentro y entre las empresas para ver a la innovación como un proceso distribuido en red (Hobday, 2005).

Figura 10. Ejemplo de Modelo en Red



Fuente: Trott, 2002.

El Modelo en Red coincide con la idea sobre innovación de la Comisión Europea, que las empresas innovadoras están asociadas a un conjunto muy diverso de agentes a través de redes de colaboración y de intercambio de información (Comisión Europea, 2004). Este modelo da mayor importancia a las fuentes de información externas de la empresa, como son los clientes, proveedores, consultorías, laboratorios públicos, organismos gubernamentales, universidades y centros de investigación, esto hace que la innovación se derive de redes tecnológicas. A esto último, Hobday (2005) hace una fuerte crítica al modelo, al mencionar que no está demostrado que la adopción de las TIC genere beneficios, principalmente porque algunos estudios remarcan los aspectos negativos del uso de las TIC, como costos elevados, largas y difíciles curvas de aprendizaje y ganancias irreales. Por esta razón, se reconoce la necesidad de contar con fuertes competencias y capacidades internas como pre-requisito para la utilización exitosa de las TIC en tareas tan complejas como la innovación.

Finalmente, el Modelo en Red es la aproximación más cercana a los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), que en el proceso evolutivo de los modelos de innovación retoma los aprendizajes, aciertos y fallas de los modelos anteriores para comprender al proceso de innovación en su complejidad, no como un proceso lineal y sus subsecuentes propuestas “no lineales”, sino como un sistema abierto a las necesidades que se presentan, con la interacción constante y repetida de procesos y actores diversos.

1.3 Sistemas Nacionales de Innovación (SNI)

Una aproximación a la política de CTI son los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI). Aunque la formación del concepto se acerca a la teoría económica neoclásica como un proceso evolutivo, institucional y neo-schumpeteriano, los SNI reflejan el proceso de innovación como un enfoque holístico e interdisciplinar porque consideran los principales componentes del proceso que incluyen los factores organizacionales, sociales, económicos y políticos. Este término aparece por primera vez en la literatura con Freeman (1987),²³ más adelante Lundvall (1992) lo desarrolla ampliamente²⁴ y lo define como los elementos y relaciones que interactúan en la producción, difusión y uso de conocimiento nuevo y útil desde el punto de vista económico

²³ Freeman define al SNI como las redes de instituciones en el sector público y privado cuyas actividades e interacciones inician, importan y difunden nuevas tecnologías (Freeman, 1987).

²⁴ En *National systems of production, innovation and competence building*, los autores abordan el despliegue y difusión del concepto, así como los retos del concepto y su incorporación al desarrollo económico (Lundvall, Johnson, Sloth Andersen & Dalum, 2002).

que están localizados en una región determinada (Lundvall, 1992). Actualmente es un concepto utilizado por académicos y tomadores de decisiones de políticas públicas a nivel local, nacional o internacional, así mismo también es adoptado por organismos como la OCDE, el Banco Mundial (BM) y el Fondo Monetario Internacional (FMI). El SNI implica la existencia de un conjunto de componentes y relaciones entre ellos, con funciones claramente definidas. La determinación de las funciones que desempeña un sistema se encuentran estrechamente relacionadas con los límites y fronteras del mismo sistema. La función general de un SNI es la producción, difusión y uso de las innovaciones en un espacio y tiempo determinado.

Los límites del SNI son tanto espaciales como sectoriales, los primeros se refieren a un ámbito nacional, sin negar fenómenos como la globalización o los análisis regionales. Los límites sectoriales están ligados a los diferentes procesos del cambio tecnológico, de estos límites se generan los sistemas sectoriales de innovación, que se diferencian a la vez de los sistemas tecnológicos. Los sistemas tecnológicos se definen como una red o redes de agentes que interactúan en un área tecnológica específica, bajo una particular infraestructura institucional, con el propósito de generar, difundir y utilizar tecnología (Carlsson, 1994), mientras que los sistemas sectoriales de innovación se definen como un grupo de empresas activas en el desarrollo y fabricación de los productos de un sector y en la generación y utilización de las tecnologías de dicho sector (Breschi & Malerba, 1997). El enfoque de sistemas sectoriales de innovación permite mensurabilidad y verificación empírica en una amplia gama de industrias.

Los SNI se pueden estudiar bajo distintos tipos de análisis. Una aproximación es el nivel micro, que se centra en las capacidades internas de la empresa y sus vínculos, además explora sus relaciones de conocimiento con otras empresas y con otros actores del sistema de innovación, para identificar vínculos óptimos en la cadena de valor. Este tipo de análisis es de interés principalmente para las mismas empresas del sistema, aunque también ayuda a los tomadores de decisiones de política en la comprensión de interacciones más amplias. Un análisis de nivel meso analiza los vínculos de conocimiento entre empresas de características comunes por agrupación sectorial, espacial o funcional. Finalmente, un estudio de nivel macro, puede ser de dos tipos, uno que contempla la economía como un nivel de clústeres sectoriales interconectados, de tal forma que se analizan todos los clústeres diferentes en la economía de un país (macro-clusterización). El segundo es el análisis funcional, que contempla a la economía

como una red de instituciones y crea mapas de las interacciones de conocimiento entre ellos. En este sentido el enfoque colectivista es compatible con el argumento funcionalista de la teoría de sistemas.

Otra alternativa de estudiar los sistemas de innovación es a través de distintos niveles y alcances. De esta forma, los de mayor alcance son los SNI, en segundo término, los Sistemas Regionales de Innovación (SRI), y finalmente los Sistemas Sociales de Innovación y Producción (SSIP) (Morales, Ortíz y Arias, 2012). A continuación (tabla 5), se presenta un breve resumen donde se muestran las principales características en los distintos niveles de los sistemas de innovación:

Tabla 5. Principales características de los Sistemas de Innovación

Sistemas de Innovación	Características
Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) (Lundvall, 1985; Nelson, 1993; Edquist, 1997; Kuhlmann & Arnold, 2011; Vargas, 2005).	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo interactivo que promueve procesos de innovación entre agentes institucionales. - Se favorece por los efectos de la globalización. - Existencia de vínculos o relaciones entre agentes, redes y sistemas de información. - Incluye las condiciones de competencia, incentivos, aprendizaje continuo, uso y generación de nuevas tecnologías.
Sistemas Regionales de Innovación (SRI) (Castells y Hall, 1994; Marshall, 1932; Ohmae, 1997; Porter, 1991; y Saxenian, 1994; Cooke, 1998; Arancegui, 2009).	<ul style="list-style-type: none"> - Estudia la innovación como un fenómeno regional o sistémico. - Se basa en los conceptos de distritos industriales, clústeres, crecimiento del Estado regional, complejos tecnológicos regionalizados y <i>tecnópolis</i>. - La innovación puede darse desde el entorno hacia las empresas o desde la estructura interna de las empresas hacia el entorno (Pineda, Morales y Ortiz, 2011).
Sistemas Sociales de Innovación y Producción (SSIP) (Misas, 2010).	<ul style="list-style-type: none"> - Son los marcos institucionales o reglas del juego. - El sector productivo se desarrolla, enfatizando en que existen seis subsistemas que afectan el desempeño innovador de una organización: científico, tecnológico, industrial, educativo, mercado de trabajo y financiero, los cuales deben desarrollarse y estar articulados para que pueda funcionar adecuadamente el SSIP.

Fuente: Adaptado de Morales, et al. (2012)

Los sistemas de innovación se encuentran mejor comprendidos en los SNI, por la extensión de su estudio y por su fácil adaptación a distintos niveles. Propuestas como los sistemas sociales tienen menor alcance y estudio, pero se pueden adaptar sin problema a los SNI con especial énfasis en los subsistemas.

Capítulo 3. Política de ciencia, tecnología e innovación en México

Este capítulo se estructura de la siguiente manera. Primeramente, se realiza una descripción puntual de la política de innovación en México y se justifica su relevancia teórica, empírica y de política pública. A continuación, se realiza una revisión de la situación de la innovación en México en el contexto internacional como resultado del diseño de la política pública en CTI durante casi cuatro décadas de implementación. Lo anterior para contar con un diagnóstico actual que sirva de antesala para conocer la situación del país en el tema de innovación y cuáles son principales retos de la política pública. Más adelante se muestra una revisión de los principales indicadores de competitividad e innovación utilizados alrededor del mundo en perspectiva histórica para después conocer las nuevas propuestas para medir los avances e impacto de la innovación en México. El uso de indicadores confiables ayuda a una mejor toma de decisiones sobre los instrumentos de la política de (CTI) que promuevan la I+D+i²⁵ en México. Posteriormente se muestra un análisis comparativo de la política de (CTI) de México y países de América Latina. En seguida se describen los principales programas de fomento a la innovación y vinculación en las empresas. Finalmente se detalla sobre el principal instrumento de política pública en materia de innovación, el PEI, para conocer su operación, estructura e implementación.

3.1 Política de ciencia, tecnología e innovación

La política de CTI es la política pública enfocada específicamente en la promoción y desarrollo de la investigación científica e innovación tecnológica a través de instrumentos que faciliten alcanzar sus objetivos. Estrada y Pacheco-Vega (2009) se aproximan a una definición más puntual, cuando la definen como aquella de fomento transversal que incluye desde la investigación básica, investigación aplicada, desarrollo experimental, hasta la creación de productos y procesos novedosos e incluso de empresas de base tecnológica que no sólo buscan fomentar la oferta con una visión lineal (ciencia, tecnología e innovación) sino atender a las interacciones y procesos de retroalimentación entre ciencia, técnica y mercado, con innovaciones con alto contenido científico y técnico y con instrumentos científicos que utilizan nuevos componentes y prestaciones en los mercados, así como oportunidades que se detectan

²⁵ Investigación y desarrollo + innovación.

en los potenciales usuarios del conocimiento. Para el caso de México, el CONACYT es el rector de la política científica del país, responsable de elaborar, diseñar e implementar políticas públicas de CTI.²⁶

Una política pública de CTI puede tener distintos enfoques que determinan el modelo de acción del proceso de innovación. El enfoque más tradicional es el neoclásico, en donde la política de CTI se basa en el supuesto de que la tecnología es información, generada y transmitida por los actores a través de un proceso lineal que envuelve oferta y demanda de conocimiento. Este enfoque asume que los vínculos principales emergen de las fallas de mercado y del gobierno relacionadas con la incertidumbre y la baja apropiabilidad. Por otro lado, el enfoque sistémico concibe a la tecnología como combinaciones de conocimiento tácito y codificado en donde la generación de conocimiento se da a través de procesos no lineales y dinámicos (Dutrénit, 2008). El enfoque sistémico permite analizar a los actores del proceso de innovación como elementos clave para la generación y absorción del conocimiento (Teubal, 2002). Este enfoque adoptado por la política de CTI en México a través del SNI, ayuda a explicar el proceso de innovación como resultado de la interacción de distintos actores. El nivel de agregación del enfoque sistémico, reconoce los roles de los actores, no sólo como individuos independientes, sino como parte de un ecosistema en donde cada organismo cumple su rol en relación a los demás participantes del sistema.

3.2 I+D+i en México y el mundo

Organismos internacionales como la OCDE, el BM, el FMI, y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) principalmente, ejercen presión sobre países en desarrollo para incrementar sus niveles de competitividad. México, como miembro y beneficiario de los apoyos otorgados por estos organismos, se ve obligado a incorporar las recomendaciones emitidas en el diseño e implementación de políticas públicas que encaminen esfuerzos a incrementar la competitividad del país. Uno de los instrumentos que pueden orientar sobre el avance en el crecimiento y desarrollo económico es el índice de competitividad, que puede ser global, donde se ubica a México en comparación con el resto del mundo, y los nacionales, donde se ven los resultados por regiones, a distintos niveles de análisis: estatales, de ciudades y a nivel de municipios.

²⁶ Artículo 3º de la Ley de Ciencia y Tecnología.

3.2.1 Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE)

Aquellos países que invierten en CTI cuentan con un indicador que hace comparable dicha inversión: el Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) (CONACYT, 2015). Aunque más adelante se detalla sobre el tema de los indicadores, este apartado se enfoca en el principal indicador para medir el estado de innovación en México. Conocer este indicador ayuda a entender en qué posición se encuentra México respecto al resto del mundo. El GIDE²⁷ como porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) es un indicador que se captura anualmente por el Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SIICyT) y se presenta en el Informe de Logros anual. El método de cálculo es el siguiente:

$$GPt = (GIDEt/PIBt) * 100$$

Donde:

GIDEt: Gasto en Investigación y Desarrollo Tecnológico en el año t²⁸

PIBt: Producto Interno Bruto a precios de mercado en el año t²⁹

El GIDE se obtiene de la ESIDET y se sustenta en un marco legal, ya que el PECITI 2014-2018, se desprende del objetivo 3.5 del Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018.³⁰ *"Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible"* (PND, 2013). Este objetivo reconoce la evidencia empírica que demuestra que las sociedades que ponen al conocimiento en la base de su transformación y desarrollo acceden a mejores niveles de bienestar. La estrategia 3.5.1 se enfoca específicamente a la meta concreta del GIDE: *"Contribuir a que la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico crezca anualmente y alcance un nivel de 1% del PIB"* (PECITI, 2014-2018).

²⁷ Es el porcentaje que representa el Gasto en Investigación y Desarrollo Tecnológico respecto al PIB a precios de mercado en un año dado (SIICyT-CONACYT).

²⁸ La frecuencia de medición de esta variable es bienal como resultado de la ESIDET.

²⁹ La frecuencia de medición de esta variable es anual con la Cuenta de la Hacienda Pública Federal de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

³⁰ Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (DOF, 2013)

3.3 Indicadores e índices de competitividad e innovación

Esta parte se enfoca en una revisión de la literatura sobre los principales indicadores e índices de competitividad e innovación. Los indicadores e índices son un conjunto de herramientas y sistema de métricas que miden la competitividad y la capacidad innovadora. Existe un consenso de que el incremento de la competitividad se logra al destinar más recursos a las actividades de I+D+i en las empresas. En este sentido el comportamiento tecnológico de las empresas tiene tanto importantes consecuencias en sus competencias individuales, como fuertes implicaciones en el desarrollo adoptado por el país (Lugones, Peirano, Giudicatti y Raffo, 2002; Callejón, 2007).

Antes de continuar con la medición de la competitividad e innovación es importante entender las relaciones entre innovación y competitividad, para ello se retoma el concepto de innovación abordado en el capítulo anterior, que ayuda a comprender la relación con la competitividad y sus diferencias. Como se ha mencionado, la innovación ha sido sinónimo de desarrollo económico y creación de bienestar social. En principio la innovación no se refiere sólo a una idea nueva o a la creación de un nuevo producto, sino a un proceso integrado por varias etapas en donde la etapa final aterriza el producto en el mercado. El resultado de este proceso se ha relacionado con la panacea a los problemas de rezago económico de un país. Desde la introducción del término de innovación por Schumpeter (1942) han surgido múltiples definiciones que tratan de aproximar el tema a la realidad desde distintas perspectivas, la más cambiante es la de la OCDE (2006), cuya definición más reciente de innovación tecnológica es la del Manual de Oslo.³¹ Respecto al concepto de competitividad, se considera la más influyente por el impacto que tiene en los índices propuestos a nivel global. Para el Foro Económico Mundial, la competitividad es “el conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de un país. Los niveles de productividad determinan las tasas de retorno de las inversiones, las cuales a su vez juegan un papel fundamental en el crecimiento de la economía” (WEF).³²

³¹ Innovación es la concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados. Los cambios innovadores se realizan mediante la aplicación de nuevos conocimientos y tecnología que pueden ser desarrollados internamente, en colaboración externa o adquiridos mediante servicios de asesoramiento o por compra de tecnología. Las actividades de innovación incluyen todas las actuaciones científicas, tecnológicas, organizativas, financieras y comerciales que conducen a la innovación (OCDE, 2006).

³² Foro Económico Mundial, (WEF, por sus siglas en inglés).

Considerando que lo que no se mide, no se gestiona, ni se mejora, para gestionar y mejorar la competitividad y la innovación es necesario el uso de indicadores e índices confiables que auxilien en la instrumentación de la política pública. Lo anterior facilita el conocer el estado en que se encuentra el país, decidir hacia donde se quiere llegar en estos temas y lo que se necesita para alcanzar nuestras metas. De la misma forma, los indicadores también son necesarios para el monitoreo, seguimiento y evaluación de resultados que ayudan a medir el impacto de la intervención de la política pública de CTI. El uso de indicadores e índices permite la comparación en distintos niveles de análisis (ciudad, estado, región, y países), además de comparar distintas unidades dentro del mismo nivel de análisis. Los resultados de los indicadores e índices son de gran utilidad para diseñar una política de incentivos basados en la innovación.

3.3.1 Índices de competitividad

La competitividad preocupa tanto a las agencias de gobiernos como a los sectores empresariales y académicos de todo el mundo (Lall, 2001). La OCDE (2006) reconoce la utilidad de los índices como herramientas para el seguimiento del pulso económico y de competitividad de los territorios, pero advierte de sus desventajas cuando están débilmente contruidos y de cómo pueden conducir a interpretaciones parciales por parte de los usuarios de la información y a formulaciones inapropiadas de políticas públicas, si en el proceso de construcción los índices no son transparentes y exhiben debilidades de carácter estadístico o conceptual. Sobre los índices globales, destacan los siguientes:

- *Global Competitiveness Report*³³ de 1979 del Foro Económico Mundial.
- *Global Competitiveness Index*³⁴ (GCI), 2004. bases micro y macroeconómicas para medir la competitividad de una nación. El indicador se construye a partir de 12 factores que explican la competitividad y posicionamiento de los países y que se agrupan en tres etapas:
 - Economías impulsadas por aumentos en los factores productivos.
 - Economías impulsadas por mejoras de eficiencia.
 - Economías impulsadas por la innovación.

³³ Reporte Global de Competitividad

³⁴ Índice de Competitividad Global (GCI, por sus siglas en inglés)

En el ámbito internacional se pueden encontrar diferencias significativas en el desarrollo de la competitividad entre naciones debido a las estructuras de los SNI. En México desde hace más de 20 años han surgido distintos índices de competitividad que tratan de medir su comportamiento a través de diversas metodologías, variables, niveles de análisis y conceptos. Entre los más relevantes por sus resultados se encuentran los siguientes:

Por entidades:

- “La competitividad de los estados mexicanos” (EGAP-ITESM), 1995. (8 estudios).
- Índice de Competitividad de las Entidades Federativas Mexicanas (ICEFM). Colef y UABC, 1999. (79 variables en 19 ámbitos)
- Índice de Competitividad Sistémica de las Entidades Federativas (ICSar), 2005. (158 indicadores).
- Índice de Competitividad Estatal (IMCO), 2006. (88 indicadores)

Por ciudades:

- Índice de Competitividad de las Ciudades de México (ICCM), CIDE 2003. (56 indicadores).
- Índice de Competitividad de las Zonas Urbanas (ICZU), IMCO 2004. (122 indicadores).
- Índice de Competitividad Sistémica de las Ciudades Mexicanas (ICSar Ciudades), 2007.
- Índice de Competitividad Urbana (ICU). INEGI-CONAPO 2012. (60 indicadores).

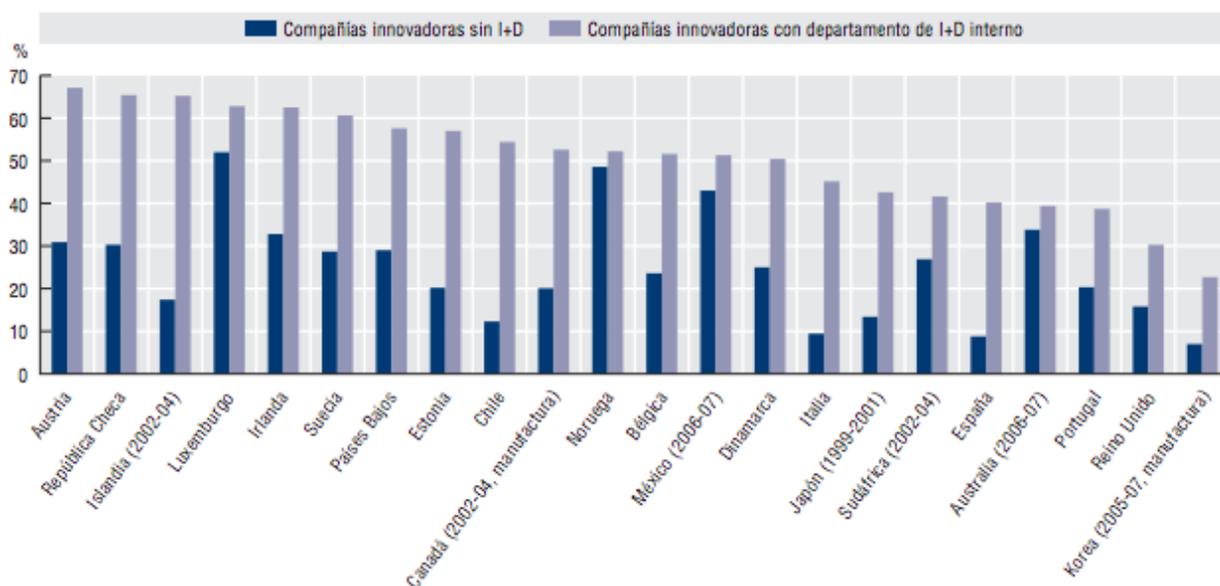
3.3.2 Indicadores de innovación

Respecto a los indicadores de innovación, la revisión de la literatura arroja una diversidad de indicadores que miden los procesos de innovación. El BID organiza los indicadores en tres módulos: Estrategias innovativas, resultados de las actividades de innovación y apropiación, y obstáculos a la innovación, fuentes de financiamiento y aprovechamiento de instrumentos públicos. Por otro lado, la OCDE junto con el Foro Consultivo Científico y Tecnológico

(FCCyT) proponen una nueva perspectiva de la medición de la innovación.³⁵ Estos organismos consideran que las cifras muestran que la innovación es fundamental en el diseño de las políticas públicas orientadas a la consecución del bienestar social, pero también reconocen que medir la innovación no es tarea sencilla y los esfuerzos que se han hecho hasta hoy resultan insuficientes, ya que hacen falta indicadores adecuados que cuantifiquen el papel que desempeña la innovación en la economía actual (OCDE & FCCyT, 2012).

El estudio que realiza la OCDE y el FCCyT³⁶ analiza los indicadores tradicionalmente utilizados y las nuevas propuestas que intentan cubrir los vacíos en la medición de la innovación. Lo interesante de esta propuesta es que incluye algunos indicadores experimentales que ofrecen una perspectiva sobre nuevas áreas de interés político.³⁷ Pensar en indicadores novedosos es ir más allá de la I+D, ejemplo de esto son Australia y Noruega (Ver gráfico 1) donde se muestra que las empresas pueden introducir nuevos productos en el mercado sin participar en I+D.

Gráfico 1. Porcentaje de compañías innovadoras con o sin I+D en países miembros de la OCDE



Fuente: OCDE & FCCyT, 2012

³⁵ La medición de la innovación: Una nueva perspectiva, es la primera de siete obras publicadas por la OCDE que integran la serie: “Estrategias de Innovación”. Esta obra ofrece una reflexión de los indicadores que tradicionalmente se han utilizado para medir el estado de la CTI y propone otras opciones como los indicadores de la educación, del ambiente, de la sociedad, de la economía, de actividades emprendedoras, y de la competitividad.

³⁶ Se refiere a los indicadores basados en patentes y en publicaciones científicas.

³⁷ La intención es presentar indicadores de “posicionamiento” tradicionales que se han usado y se siguen utilizando para mostrar el punto en el que se encuentran los países en un aspecto en particular y, por otro lado, presentar indicadores más sofisticados o experimentales que sean más que simples “parámetros” (OCDE & FCCyT, 2012).

Los indicadores de innovación se pueden dividir en cuatro tipos: económicos, de intensidad, de eficacia y de cultura.

1. Económicos
2. Intensidad
3. Eficacia
4. Cultura

En el mundo desde hace treinta años se utilizan las encuestas de innovación. En México se utiliza la ESIDET, instrumento que ayuda a medir la innovación en el país al capturar insumos y productos de innovación. La ESIDET adapta el sistema de indicadores simples desarrollado por la OCDE.

3.4 Antecedentes y evolución de la política pública de ciencia, tecnología e innovación en México

Este apartado expone un análisis de la evolución de la política pública de CTI en México, por lo que se mencionan los antecedentes de la política pública científica, para entender el momento y necesidad del surgimiento del CONACYT, así como una descripción de la actual normatividad de la Política de (CTI). Se narra un proceso de agenda pública y cómo se han incorporado al PECITI los conceptos de la nueva economía basada en el conocimiento como motor de crecimiento para el país. Dicho de otra manera, se realiza una revisión de los precedentes de la Política de (CTI) en México, la normatividad de la política de CTI, las principales atribuciones del CONACYT y los procesos de formación de agenda pública para incorporar los nuevos conceptos de la nueva economía basada en el conocimiento en el PECITI. Por último, se incorpora un breve análisis sobre la desigualdad de oportunidades para poder crear empresas de base tecnológica y mantenerse en el mercado, consideradas estas empresas como aquellas que pueden significar un cambio en el desarrollo económico del país.

La política de CTI en México ha atravesado por vaivenes socioeconómicos (micro y macro), pero sobre todo políticos que la han limitado en el cumplimiento de sus objetivos, además de no permitirle estabilidad y adaptabilidad a la realidad. Uno de los objetivos en deuda con la nación es destinar el 1% del PIB a la ciencia y tecnología, decreto en ley que está lejos de cumplirse por las acciones tomadas en las anteriores y actual administración. Actualmente el porcentaje que México destina al rubro de CTI es de alrededor el 0.5% del PIB, por debajo de

Argentina (0.6%) y Brasil (1.2%) si lo comparamos con países latinoamericanos. Y en contraste con los países que más invierten en CTI, México está muy lejos del 4% de Corea del Sur y del 3% de Japón.

La Política de CTI surge en México en un momento donde el país presenta un auge de desarrollo industrial, al reducir las importaciones norteamericanas, esto se da en la posguerra (1950), cuando se crea el Instituto Nacional de la Investigación Científica. En la década de 1970 hay un marcado intervencionismo tecnológico, en que el Estado da un empuje a la ciencia, se promueven las leyes regulatorias de la inversión extranjera y la transferencia de tecnología. Para darle mayor autonomía y fortaleza a la institución que se estableció para orientar la política científica y tecnológica, se crea el CONACYT, como rector de la política científica del país, responsable de elaborar, diseñar e implementar políticas públicas de ciencia y tecnología en México.

Durante el periodo de 1980 a 2000 factores macroeconómicos dieron un viraje en los objetivos estratégicos de la nación. Debido a la caída de los precios del petróleo, los altos niveles de inflación y al crecimiento de la deuda externa, se da prioridad al desarrollo de libres mercados y desregulación, con esta medida y aunado a las crisis de deuda de los 80', la política industrial cayó en desuso. México con grandes deudas en moneda extranjera, aceptó las exigencias de sus acreedores: apertura comercial y abandono de políticas de industrialización por sustitución de importaciones (ISI), en favor de políticas para una industrialización orientada a exportaciones. Con el abandono del modelo ISI, la política científica y tecnológica busca un nuevo modelo, que a la fecha no ha definido totalmente. Finalmente, con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), se agudizan los grandes cambios que adopta México, se toman medidas de ajuste a las prácticas internacionales en materia de inversión, propiedad intelectual (PI) y otras impulsadas principalmente desde la OCDE.

La necesidad de enfocar recursos y atención a la CTI, se orienta a la economía basada en el conocimiento, que se refiere a tomar el conocimiento y la innovación que se genera en el país para el crecimiento económico y desarrollo sustentable, que se traduzca en crecimiento incluyente y sostenible, desarrollo humano, justicia social, democracia y soberanía nacional. El conocimiento de los campos de la física, química, biotecnología, ingenierías en tecnologías aplicadas, para la innovación de productos, procesos y servicios que hagan más competitivas a las empresas, reduciendo costos e incrementando la productividad. Impulsar la innovación en

México es crucial para el crecimiento y la productividad. La evidencia empírica sugiere que el crecimiento sostenido de la productividad depende de la creciente generación y absorción de conocimiento (Banco Mundial, 2015).

En 2007, la OCDE publicó el reporte “Estudios de la OCDE sobre Políticas de Innovación en México”. Este reporte presenta un diagnóstico del sistema de innovación mexicano, analiza sus debilidades y fortalezas e incluye una serie de recomendaciones entre las que destaca la necesidad de mejorar las políticas de estímulo para empresas innovadoras. El reporte hace énfasis en ampliar y diversificar las opciones de financiamiento para las empresas innovadoras como detonante de una mayor inversión privada en este tipo de actividades. Así mismo, recalca la importancia de fomentar y consolidar la vinculación entre la investigación pública y el sector privado de manera que las actividades de investigación se traduzcan en innovaciones concretas.

En 2008 se presenta el PECITI (2008-2012), con objetivos alineados a las recomendaciones de la OCDE y a las líneas de política del PND. Con el PECITI se inició la reflexión oficial sobre innovación, ya que se incluye, por primera vez, una mención explícita a la innovación en el título del Programa y en el quinto objetivo, la noción de evaluar las políticas públicas en materia de CTI (CONACYT, 2010). Con estas acciones, México ha realizado importantes esfuerzos para elevar su nivel de inversión en actividades relacionadas con la innovación y la I+D.

Como parte de la Estrategia Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 en México, uno de los objetivos de desarrollo sostenible y la visión de país hacia 2030, es construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación (Gobierno de México, 2019). Este hecho cobra relevancia al destacar que la innovación es base del crecimiento económico sostenido y de la prosperidad, y se ha convertido en una prioridad para los gobiernos en los países desarrollados (OCDE, 2012a), además de que economías menos avanzadas también ven en la innovación un medio para fortalecer su competitividad y transitar hacia actividades de mayor valor agregado (OCDE, 2012b). Esto es de gran importancia para México porque significa un avance en el camino de implementar prácticas y políticas exitosas en otros países. El elemento que complementa esta política, y que no ha sido considerado en México, es la medición de la innovación para una evaluación efectiva de resultados y retroalimentación para las nuevas políticas públicas en CTI (OCDE, 2012b).

3.4.1 Normatividad de la política de CTI en México

La normatividad comprende las reglas del juego contenidas y especificadas en la política de (CTI), constituye los límites y alcances de las acciones de los participantes involucrados. La normatividad de la política pública se encuentra en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024 (PND), y en la Ley de Ciencia y Tecnología (LCYT) 2002, con las reformas de 2011, 2012 y 2014. En 2002 se establece primeramente el PECITI, y ahora este instrumento de política pública es el resultado de un intenso proceso de consulta nacional mediante la cual científicos, tecnólogos, empresarios, académicos y gobernantes contribuyeron en su elaboración para el desarrollo científico y tecnológico de México. La LCYT señala en su Artículo 3° que la formulación del PECITI, su contenido y proceso general de elaboración, es responsabilidad del CONACYT. El PECITI es el instrumento de planeación sectorial que establece las acciones a realizar en materia CTI en el país en el corto, mediano y largo plazo. Este documento, además de identificar prioridades en el sector, proporciona un marco para establecer acciones concretas a través de los programas sectoriales y otros instrumentos y esquemas de apoyo. Dentro de los objetivos del PECITI, destacan los siguientes:

- Establecer políticas a corto, mediano y largo plazo para fortalecer la cadena educación, ciencia básica y aplicada, tecnología e innovación.
- Potenciar el desarrollo regional a través de la descentralización de las actividades científicas, tecnológicas y de innovación.
- Fomentar mayor financiamiento de la ciencia básica, aplicada, la tecnología y la innovación.
- Aumentar la inversión en infraestructura científica, tecnológica y de innovación.
- Evaluar la aplicación de los recursos públicos para garantizar el mayor impacto social y económico posible.

A principios de la presente década, la política científica y tecnológica en México ha presentado importantes cambios orientados al desarrollo de la innovación y la competitividad en México. Lo anterior a favor del desarrollo tecnológico del país, en la que se involucran diversas instituciones gubernamentales en la formulación e implementación de estas iniciativas de política pública. Como se ha mencionado, el CONACYT es el responsable de la política pública de CTI, atribución que toma desde su creación. En 1999 adopta la reforma para coordinar y promover el desarrollo científico y tecnológico, donde establece su meta y visión.

La meta del CONACYT es consolidar un SNCTI que responda a las demandas prioritarias del país, que dé solución a problemas y necesidades específicos, y que contribuya a elevar el nivel de vida y el bienestar de la población; para ello requiere de contar con una política de Estado en la materia, incrementar la capacidad científica y tecnológica del país, y elevar la calidad, la competitividad y la innovación de las empresas. La visión a largo plazo es contribuir conjuntamente con otras dependencias y entidades del Gobierno Federal, así como del sector productivo a que México tenga una mayor participación en la generación, adquisición y difusión del conocimiento a nivel internacional, y a que la sociedad aumente considerablemente su cultura científica y tecnológica, disfrutando de los beneficios derivados de esta. (CONACYT, 2016).

3.5 Programas de fomento a la innovación y vinculación en las empresas

En México, el gobierno federal ofrece distintos esquemas y programas de apoyo para las empresas innovadoras que requieren un apoyo adicional para el desarrollo de productos, procesos y/o servicios de innovación. El CONACYT, como rector de la política pública de CTI, es quien ofrece la mayoría de los apoyos. Lo anterior, ya que la LCYT en su artículo 23, establece que podrán constituirse Fondos, identificándolos en su fracción II como Fondos CONACYT, los cuales se crearán y operarán con arreglo a lo dispuesto en la LCYT, y cuyo soporte operativo estará a cargo del CONACYT. Los Fondos CONACYT podrán tener distintas modalidades, entre ellas, los Sectoriales regulados por los artículos 25 y 26. De igual forma la LCYT, en su artículo 25 decreta que “las Secretarías de Estado y las Entidades de la Administración Pública Federal podrán celebrar convenios con el CONACYT, cuyo propósito sea determinar el establecimiento de Fondos Sectoriales que se destinen a la realización de IDTI, formación de recursos humanos especializados, becas, creación, fortalecimiento de grupos o cuerpos académicos de IDTI, divulgación científica y tecnológica, y fortalecimiento de la infraestructura que requiera el sector que se trate”, en cada caso dichos convenios se celebrarán y se constituirán y dichos fondos se operarán con apego a las bases establecidas en las fracciones I y III del artículo 24 y I, III, IV, V, VI, VII, VIII y IX, del artículo 26 de la LCYT. El CONACYT busca atender las necesidades de financiamiento que permitan el cumplimiento de los objetivos de las líneas de acción estratégicas, definidas tanto por la LCT, el PECITI y el PND. Los programas presupuestales del CONACYT destinados al otorgamiento de apoyos para

el crecimiento, fortalecimiento y vinculación del sector de la CTI se clasifican en fondos sectoriales, fondos institucionales, apoyos institucionales, PEI, y Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología (EFIDT). A continuación, se desglosa cada uno de estos fondos con sus características de apoyo:

1. Fondos Sectoriales. Son Fideicomisos que las Dependencias y Entidades conjuntamente con el CONACYT constituyen con el objeto de destinar recursos para la IDTI en el ámbito sectorial correspondiente. Los objetivos de los Fondos Sectoriales son promover el desarrollo y la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas en beneficio de los sectores, y canalizar recursos para coadyuvar al desarrollo integral de los sectores mediante acciones científicas y tecnológicas. Estos recursos van dirigidos a las universidades e Instituciones de Educación Superior públicas o privadas nacionales (IES), CI, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas que se encuentren inscritas en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENIECYT) que puedan brindar soluciones científicas y/o tecnológicas a las problemáticas de los sectores. Los Fondos Sectoriales se dividen de la siguiente manera:
 - A) Fondo Sectorial ASA.³⁸ Es el Fondo Sectorial de Investigación para el Desarrollo Aeroportuario y la Navegación Aérea (ASA – CONACYT). Es un Fideicomiso creado para brindar soluciones a las principales problemáticas en materia aeroportuaria y navegación aérea.
 - B) Fondo Sectorial CFE.³⁹ Es el Fondo Sectorial para Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía (CFE-CONACYT). Es un Fideicomiso creado para brindar soluciones a las principales problemáticas, así como atender oportunidades del sector eléctrico nacional mediante la promoción de la IDTI. Este fondo está dirigido a las universidades e IES, CI, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas que se inscriban en el RENIECYT que establece la LCYT.
 - C) Fondo Sectorial INEGI. Es el Fondo Sectorial de Investigación CONACYT – INEGI. Este fondo tiene como objeto el otorgamiento de apoyos y financiamientos para la realización de IDTI, el registro nacional e internacional de PI, y la formación de recursos

³⁸ Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA)

³⁹ Comisión Federal de Electricidad (CFE)

humanos especializados, becas, creación y fortalecimiento de grupos o cuerpos académicos o profesionales de IDTI, divulgación de CTI, y de la infraestructura que se requiere en materia de producción, análisis, difusión, promoción y conservación de información de Estadística y Geografía.

D) Fondo Sectorial SENER⁴⁰ Hidrocarburos. Es el Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía-Hidrocarburos (CONACYT – SENER / Hidrocarburos). Es un Fideicomiso creado para atender las principales problemáticas y oportunidades en materia de hidrocarburos a través del desarrollo de tecnología y la formación de recursos especializados. Este fondo tiene por objeto:

- La IDTI, tanto a la explotación, exploración y refinación de hidrocarburos, como a la producción de petroquímicos básicos,
- La adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico en las materias señaladas en el inciso anterior; y
- La formación de recursos humanos especializados en la industria petrolera, a fin de complementar la adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico que impulsará el Fideicomiso.

El CONACYT - SENER / Hidrocarburos está dirigido a las universidades e IES, CI, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas que se inscriban en el RENIECYT que establece LCYT.

E) Fondo Sectorial SENER Sustentabilidad. Es el Fondo Sectorial CONACYT-Secretaría de Energía-Sustentabilidad Energética (CONACYT – SENER / Sustentabilidad Energética). Es un Fideicomiso creado para atender las principales problemáticas y oportunidades en materia de Sustentabilidad Energética del país. Este fondo tiene por objetivo impulsar la IDTI, así como la adopción, innovación, asimilación y desarrollo tecnológico en materia de:

- Fuentes renovables de energía,
- Eficiencia energética,
- Uso de tecnologías limpias, y
- Diversificación de fuentes primarias de energía.

⁴⁰ Secretaría de Energía (SENER)

El CONACYT - SENER / Sustentabilidad Energética está dirigido a los IES del país, así como otros actores con base a lo establecido en las Convocatorias y a lo dispuesto en el artículo 254 Bis de la Ley Federal de Derechos.

- F) Fondo Sectorial CONAFOR.⁴¹ Es el Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal (CONAFOR – CONACYT). Es un Fideicomiso creado para brindar soluciones a las principales problemáticas que afectan al sector forestal.
- G) Fondo Sectorial CONAGUA.⁴² Es el Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua (CONAGUA – CONACYT). Es un instrumento de política científica para apoyar los requerimientos del sector hídrico en materia de IDTI mediante el apoyo a proyectos con recursos del fideicomiso conformado con las aportaciones del CONACYT y la CONAGUA. El objeto del Fondo es promover la IDTI, mediante la canalización de recursos a proyectos de investigación, que puedan generar conocimiento, desarrollos tecnológicos o innovaciones para el sector hídrico. De esta manera el Fondo contribuye al fortalecimiento de las capacidades en CTI en materia hídrica. Pueden participar en este fondo las IES, CI, laboratorios, empresas públicas y privadas, y demás personas dedicadas a la IDTI que se encuentren inscritas en el RENIECYT referido en el artículo 25, fracción II de la LCYT y que desarrollen sus actividades en los temas de las Convocatorias. Con esa finalidad los expertos del sector analizan las prioridades del PECITI, del Programa Especial de la CONAGUA y de los logros obtenidos para determinar los temas que se abordarán en las convocatorias.
- H) Fondo Sectorial CONACYT – SEGOB⁴³ – CNS.⁴⁴ Es el Fondo Sectorial CONACYT-SEGOB-CNS para la Seguridad Pública. Este fondo tiene por objetivo el desarrollo y consolidación de las capacidades de CTI; proyectos de investigación científica y/o desarrollo de alta calidad; formación de recursos humanos de alta especialidad que impulsen el desarrollo requerido por instancias encargadas de la seguridad pública en el país; proyectos científicos y tecnológicos que respondan de manera integral a problemáticas interestatales; y la divulgación de CTI relevante requerida por el sector.

⁴¹ Comisión Nacional Forestal (CONAFOR)

⁴² Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

⁴³ Secretaría de Gobernación (SEGOB)

⁴⁴ Comisión Nacional de Seguridad (CNS)

- I) Fondo Sectorial CONAVI.⁴⁵ Es el Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico para el Fomento de la Producción y Financiamiento de Vivienda y el Crecimiento del Sector Habitacional (CONAVI-CONACYT). Es un instrumento de política científica para apoyar los requerimientos del sector habitacional en materia de IDTI mediante el apoyo a proyectos con recursos del fideicomiso conformado con las aportaciones del CONACYT y la CONAVI. El objeto del Fondo es promover la IDTI, mediante la canalización de recursos a proyectos de investigación, que puedan generar conocimiento, desarrollos tecnológicos o innovaciones para el sector habitacional. De esta manera el Fondo contribuye al fortalecimiento de las capacidades en CTI en materia de vivienda. Pueden beneficiarse de este fondo las IES, CI, laboratorios, empresas públicas y privadas, y demás personas dedicadas a la IDTI que se encuentren inscritas en el RENIECYT referido en el artículo 25, fracción II de la LCYT y que desarrollen sus actividades en los temas de las Convocatorias. Con esa finalidad los expertos del sector analizan las prioridades del PECITI, del Programa Especial de la CONAVI y de los logros obtenidos para determinar los temas que se abordarán en las convocatorias.
- J) Fondo Sectorial ECONOMÍA⁴⁶ - CONACYT / INNOVACIÓN. Es el Fondo PROSOFT⁴⁷ – INNOVACIÓN, Fondo Sectorial de Innovación. El objetivo de este Fondo Sectorial es la realización de IDTI; el registro nacional e internacional de PI; la formación de recursos humanos especializados; becas; creación, fortalecimiento de grupos o cuerpos académicos o profesionales de IDTI; divulgación de CTI. Así como la infraestructura que requiera el sector del que se trate; la conformación y desarrollo de redes y/o alianzas regionales tecnológicas y/o de innovación, empresas y actividades de base tecnológica, unidades de vinculación y transferencia de conocimiento redes y/o alianzas tecnológicas, asociaciones estratégicas, consorcios, agrupaciones de empresas o nuevas empresas generadoras de innovación. También considera las actividades de vinculación entre generadores de CTI y los sectores productivos y de servicios; la conformación de empresas o asociaciones cuyo propósito sea la creación de redes científicas y tecnológicas y de vinculación entre los generadores de CTI y los sectores productivos y de servicios; la realización de proyectos de innovación para el desarrollo

⁴⁵ Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI)

⁴⁶ Secretaría de Economía (SE)

⁴⁷ Programa para el Desarrollo de la Industria del Software y la Innovación (PROSOFT)

regional identificados y definidos como prioritarios por las redes y/o alianzas regionales de innovación. Y, finalmente, el establecimiento de sistemas de gestión de la tecnología en las empresas; la creación de fondos semilla y de capital e riesgo para la formación de empresas basadas en el conocimiento; la creación y consolidación de parques científicos y tecnológicos; la conformación de instrumentos de capital de riesgo para la innovación, y los que se determinen para el fomento y desarrollo de la innovación en la LCYT, para fortalecer las capacidades de investigación y desarrollo del sector económico, así como realizar los gastos de operación y administración requeridos para el cumplimiento de los fines del Fondo Sectorial.

K) Fondo de Innovación Tecnológica (FIT). Este fondo tiene como objetivo fomentar iniciativas de innovación de Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MiPyMEs) de Base Tecnológica, así como de *start ups*⁴⁸ y personas físicas con actividad empresarial que realicen proyectos de innovación tecnológica significativos y con alto potencial de ser colocados en el mercado como innovaciones tecnológicas. El FIT también impulsa propuestas que consideren la incorporación de recursos humanos de alto nivel académico y demás recursos materiales de laboratorios y adecuación de áreas de prueba que refuercen sus capacidades tecnológicas internas para el desarrollo de nuevos productos, procesos, método de comercialización u organización. Los proyectos a desarrollar, con apoyo del FIT, deben estar y/o alcanzar una de las siguientes etapas de maduración tecnológica, de acuerdo a la metodología *TRL*⁴⁹ de la Administración Espacial Aeronáutica de Estados Unidos (*NASA*):

- Etapa 4. Validación de componente en un ambiente operativo simulado.
- Etapa 5. Componentes validados en ambientes significativamente reales.
- Etapa 6. Prototipos validados y demostrados en ambientes significativamente reales.

⁴⁸ *Start up* es una empresa de nueva creación que comercializa productos y/o servicios a través del uso intensivo de las TIC, con un modelo de negocio escalable el cual le permite un crecimiento rápido y sostenido en el tiempo. A diferencia de una Pyme, la *start up* se basa en un negocio que será escalable más rápida y fácilmente, haciendo uso de tecnologías digitales.

⁴⁹ *Technology Readiness Levels (TRL)* es una medida para describir la madurez de una tecnología. Este concepto surge en la NASA pero se ha generalizado para ser utilizado en el desarrollo de proyectos de cualquier tipo de industria y no sólo para proyectos espaciales.

- Etapa 7. Prototipos demostrados en ambientes operativos (simulaciones con parámetros reales/industriales/pruebas clínicas fases II y III).
 - Etapa 8. Sistemas/productos terminados (certificaciones).
 - Etapa 9. Sistemas/productos demostrados en ambientes/usuarios reales (primer lote de productos en el mercado).
- L) Fondo Sectorial INIFED.⁵⁰ Es el Fondo Sectorial de Investigación INIFED-CONACYT. Es un Fideicomiso creado para apoyar proyectos de IDTI que contribuyan a generar el conocimiento requerido para atender los problemas, necesidades u oportunidades en materia de infraestructura física educativa.
- M) Fondo Sectorial INMUJERES.⁵¹ Es el Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo INMUJERES – CONACYT. Es un instrumento de política científica para apoyar los requerimientos del sector en materia de IDTI mediante el apoyo a proyectos con recursos del fideicomiso conformado con las aportaciones del CONACYT y el INMUJERES. El objeto del Fondo es promover la IDTI, mediante la canalización de recursos a proyectos de investigación, que puedan generar conocimiento, desarrollos tecnológicos o innovaciones para el sector que atiende los problemas y necesidades de las mujeres. De esta manera el Fondo contribuye al fortalecimiento de las capacidades en CTI en la materia. Pueden participar en este Fondo las IES, CI, laboratorios, empresas públicas y privadas, y demás personas dedicadas a la IDTI que se encuentren inscritas en el RENIECYT referido en el artículo 25, fracción II de la LCYT y que desarrollen sus actividades en los temas de las Convocatorias. Con esa finalidad los expertos del sector analizan las prioridades del PECITI, del Programa Especial del INMUJERES y de los logros obtenidos para determinar los temas que se abordarán en las convocatorias.
- N) Fondo Sectorial SAGARPA.⁵² Es el Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos (SAGARPA-CONACYT). Es un fideicomiso creado entre la SAGARPA y el CONACYT para resolver los problemas e impulsar el desarrollo en el sector.

⁵⁰ Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa (INIFED)

⁵¹ Instituto Nacional de las Mujeres (INMUJERES)

⁵² Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGARPA) ahora SADER.

- O) Fondo Sectorial SECTUR.⁵³ Es el Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica en Turismo (SECTUR-CONACYT). Es un Fideicomiso creado para brindar soluciones a las principales problemáticas que afectan al sector del turismo.
- P) Fondo Sectorial SEDESOL.⁵⁴ Es el Fondo Sectorial de Investigación para el Desarrollo Social (SEDESOL-CONACYT). Es un instrumento de política científica para apoyar los requerimientos del sector en materia de IDTI mediante el apoyo a proyectos con recursos del fideicomiso conformado con las aportaciones del CONACYT y de la Secretaría de Bienestar. El objeto del Fondo es promover la IDTI, mediante la canalización de recursos a proyectos de investigación, que puedan generar conocimiento, desarrollos tecnológicos o innovaciones para el sector que atiende los problemas y necesidades sociales. De esta manera el Fondo contribuye al fortalecimiento de las capacidades en CTI en la materia. Pueden acceder a este Fondo las IES, CI, laboratorios, empresas públicas y privadas, y demás personas dedicadas a la IDTI que se encuentren inscritas en el RENIECYT referido en el artículo 25, fracción II de la LCYT y que desarrollen sus actividades en los temas de las Convocatorias.
- Q) Fondo Sectorial SEMAR.⁵⁵ Es el Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo en Ciencias Navales (SEMAR-CONACYT). Es un Fideicomiso creado para brindar soluciones a las principales problemáticas que se presentan en el sector naval.
- R) Fondo Sectorial SEMARNAT.⁵⁶ Es el Fondo Sectorial de Investigación Ambiental (SEMARNAT-CONACYT). Es un instrumento de política científica para apoyar los requerimientos del sector ambiental en materia de IDTI mediante el apoyo a proyectos con recursos del fideicomiso conformado con las aportaciones del CONACYT y la SEMARNAT. El objeto del Fondo es promover la IDTI, mediante la canalización de recursos a proyectos de investigación, que puedan generar conocimiento, desarrollos tecnológicos o innovaciones para el sector que atiende los problemas y necesidades ambientales. De esta manera el Fondo contribuye al fortalecimiento de las capacidades en CTI en la materia. Pueden participar en este fondo las IES, CI, laboratorios, empresas

⁵³ Secretaría de Turismo (SECTUR)

⁵⁴ Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) ahora Secretaría de Bienestar

⁵⁵ Secretaría de Marina (SEMAR)

⁵⁶ Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

públicas y privadas, y demás personas dedicadas a la IDTI que se encuentren inscritas en el RENIECYT referido en el artículo 25, fracción II de la LCYT y que desarrollen sus actividades en los temas de las Convocatorias.

S) Fondo Sectorial SEP⁵⁷ – CONACYT / Investigación Básica. Es el Fondo Sectorial de Investigación para la Educación. Es un fideicomiso creado con el fin de cumplir con uno de sus principales objetivos de apoyar proyectos de investigación científica básica que generen conocimiento de frontera y contribuyan a mejorar la calidad de la educación superior y a la formación de científicos y académicos, divulgación científica, creación y fortalecimiento de grupos o cuerpos académicos de investigación, desarrollo de la infraestructura de investigación y desarrollo que requiera el Sector Educación. Este fondo se desglosa por área de conocimiento en diez temas principales:

I.- Físico-matemáticas

II.- Ciencias de la Tierra

III.- Biología

IV.- Química

V.- Medicina y Ciencia de la Salud (M)

VI.- Humanidades y Ciencia de la Conducta (H)

VII.- Sociales y Economía (S)

VIII.- Biotecnología y Ciencias Agropecuarias (Z).

IX.- Ingeniería (Y)

X.- Multidisciplinarias (R).

T) Fondo SEP/AFSEDF⁵⁸ – CONACYT. Es la Convocatoria de la Administración Federal de Servicios Educativos en el Distrito Federal. El CONACYT y la AFSEDF de la SEP alientan a estudiar y analizar la realidad de la Educación Básica del Distrito Federal. A formular propuestas de política y programas especiales aplicables al mejoramiento del sistema en su conjunto, con objeto de fomentar el conocimiento de los factores relacionados con el estado actual que guarda la Educación Básica en el Distrito Federal, así como identificar aquellos que contribuyan de manera significativa al mejoramiento

⁵⁷ Secretaría de Educación Pública (SEP)

⁵⁸ Administración Federal de Servicios Educativos en el Distrito Federal (AFSEDF)

de la calidad, la equidad, la participación social y a una administración centrada en la escuela.

- U) Fondo SEP/SEB⁵⁹ – CONACYT. Es la Convocatoria de la Subsecretaría de Educación Básica. El CONACYT y la SEB de la SEP, alientan a estudiar y analizar la realidad de la Educación Básica para que con los conocimientos y aplicaciones que generes se pueda retroalimentar la política y los programas de acción orientados al mejoramiento de la calidad, equidad y atención a la diversidad en los niveles, tipos y modalidades que constituyen la educación básica en México. Lo anterior tendrá que permitir, asimismo, revisar y adecuar las facultades normativas, de investigación e innovación educativa y de coordinación institucional que le confiere el Estado Mexicano a la SEB en lo que se refiere al currículum nacional de la educación básica, la producción de materiales educativos, la formación y actualización de profesores, los modelos educativos de atención a grupos sociales específicos y el impulso al programa escuelas de calidad, a las condiciones, necesidades y capacidades de las respectivas secretarías de educación de los estados. Todo ello con la perspectiva de convertir a las escuelas, sus aulas y el aprendizaje de los alumnos como el centro de gravedad de la política educativa.
- V) Fondo Sectorial SRE⁶⁰- CONACYT. Es el Fondo Sectorial de Investigación SRE – CONACYT. Es un Fideicomiso creado para atender y dar solución a las principales problemáticas que afectan al Sector que representa la SRE.
- W) Fondo Sectorial SALUD.⁶¹ Es el Fondo Sectorial de Investigación en Salud y Seguridad Social (SS⁶²/IMSS⁶³/ISSSTE⁶⁴-CONACYT). Es un instrumento de política científica para apoyar los requerimientos del sector salud en materia de IDTI mediante el apoyo a proyectos con recursos del fideicomiso conformado con las aportaciones del CONACYT y del sector salud. El objeto del Fondo es promover la IDTI, mediante la canalización de recursos a proyectos de investigación, que puedan generar conocimiento, desarrollos tecnológicos o innovaciones para el sector que atiende los problemas de salud. De esta manera el Fondo contribuye al fortalecimiento de las capacidades en CTI en la materia.

⁵⁹ Subsecretaría de Educación Básica (SEB)

⁶⁰ Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)

⁶¹ Secretaría de Salud (SALUD)

⁶² Seguridad Social (SS)

⁶³ Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)

⁶⁴ Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE)

Pueden participar en este fondo las IES, CI, laboratorios, empresas públicas y privadas, y demás personas dedicadas a la IDTI que se encuentren inscritas en el RENIECYT referido en el artículo 25, fracción II de la LCYT y que desarrollen sus actividades en los temas de las Convocatorias.

2. Fondos Institucionales. A la fecha se han constituido cuatro Fondos Institucionales con fundamento en los artículos 23 y 24 de la LCYT, y cuya operación está a cargo de las diferentes áreas del CONACYT.

A. Fondo Institucional del CONACYT (FOINS). Es uno de los cuatro Fondos Institucionales constituidos por el CONACYT, con base en los artículos 23, 24 y 26 de la LCYT, cuya operación técnica y operativa está a cargo de las diferentes áreas sustantivas del CONACYT; y fue creado para dar respuesta a las demandas de apoyos que realiza la comunidad científica y tecnológica del país al CONACYT. Sus objetivos son los siguientes:

- Otorgar apoyos y financiamientos para actividades directamente vinculadas al desarrollo de la investigación científica y tecnológica;
- Otorgar becas y apoyar la formación de recursos humanos especializados;
- Apoyar la realización de proyectos específicos de IDTI y el registro nacional e internacional de los derechos de PI que se generen;
- Vincular la ciencia y la tecnología con los sectores productivos y de servicios;
- Apoyar la divulgación de la CTI, y
- Apoyar la creación, desarrollo o consolidación de grupos de investigadores y centros de investigación, así como para otorgar estímulos y reconocimientos a investigadores y tecnólogos, en ambos casos asociados a la evaluación de sus actividades y resultados.

Las modalidades del FOINS son:

- Investigación científica y tecnológica, básica y aplicada.
- Desarrollo tecnológico e innovación.
- Formación de capital humano especializado.
- Creación y fortalecimiento de infraestructura científica y tecnológica.

- Planeación, difusión y divulgación.
- Demás modalidades de apoyo que se deriven del PECITI y de la LCYT.
- Las necesarias para el cumplimiento del objeto del FOINS.

Son sujetos de apoyo del FOINS las universidades e instituciones de educación superior públicas y privadas, centros de investigación, laboratorios, empresas públicas y privadas y demás personas físicas y morales que se encuentren inscritas en el RENIECYT y cuyas solicitudes hayan sido aprobadas por el Comité Técnico y de Administración del FOINS para recibir el apoyo correspondiente. Para efectos de los programas de formación de capital humano y las redes temáticas científicas y académicas, éstos podrán no estar inscritos en el RENIECYT.

B. Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología del CONACYT (FONCICYT). Es uno de los tres Fondos Institucionales constituidos por el CONACYT, con base en los artículos 23 y 24 de la LCYT, cuya operación técnica y operativa está a cargo de las diferentes áreas sustantivas del CONACYT. Este fondo fue creado para atender las actividades de la agenda internacional que permitan crear y fortalecer las relaciones de México con sus principales socios en el plano de la CTI. El objeto del FONCICYT es administrar los recursos de su patrimonio, a efecto de promover acciones de CTI de alto impacto y la formación de recursos humanos especializados que contribuyan al desarrollo nacional e internacional. Los apoyos otorgados deberán contener elementos de colaboración y/o vinculación internacional, deberán ser aprobados por el Comité Técnico y de Administración del Fondo y deberán pertenecer a alguna de las siguientes modalidades.

- Colaboración en esquemas de fondeo con terceros o por cuenta propia
- Formación y movilidad de recursos humanos de alto nivel
- Apoyo a la creación, desarrollo o consolidación de grupos de investigadores y tecnólogos
- Redes, consorcios, alianzas estratégicas vinculadas a la investigación científica, desarrollo tecnológico o innovación
- Desarrollo de proyectos de IDTI

- Apoyo a la creación, desarrollo o consolidación de infraestructura relacionada con IDTI
- Otorgamiento de estímulos y reconocimientos a investigadores y tecnólogos en ambos casos asociados a la evaluación de sus actividades y resultados
- Representaciones de cooperación científica y tecnológica en el exterior
- Difusión y divulgación de la CTI, incluido el desarrollo de portales
- Pago de la asistencia técnica local, actividades estratégicas de coordinación e información y visibilidad
- Otras que se consideren pertinentes para el cumplimiento del objeto del Fondo y cumplan con los requisitos establecidos

C) Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT). Es un instrumento que tiene, entre otros fines, promover acciones de CTI, así como la formación de recursos humanos especializados que contribuyan al desarrollo regional, a la colaboración e integración de las regiones del país, y al fortalecimiento de los sistemas locales, estatales y regionales de CTI. En conjunto con los Fondos Mixtos conforman el Programa Presupuestario (Pp) Fomento Regional de las Capacidades Científicas, Tecnológicas y de Innovación. El objetivo del FORDECYT es promover acciones de CTI, así como la formación de recursos humanos de alto nivel que contribuyan al desarrollo regional, a la colaboración e integración de las regiones del país y al fortalecimiento de los sistemas regionales de CTI. Los beneficios del FORDECYT son:

- Enfocar la atención a Demandas Regionales, con proyectos o intervenciones de CTI de alta pertinencia y sentido social.
- Operar mediante un proceso de consulta, consenso y concertación con personas y sectores de opinión claves del desarrollo regional.
- Generar entornos participativos acordes con el reto de integración regional y definición de problemas del desarrollo que puedan atenderse con CTI.
- Distribuir la Bolsa de forma equitativa acorde a las 6 regiones CONACYT y una Bolsa global a proyectos con relevancia y alta calidad técnica de cualquiera de las 6 regiones.

El FORDECYT está dirigido a las IS, CI, laboratorios y empresas públicas y privadas dedicadas a la IDTI, que se encuentren inscritas en el RENIECyT.

D) Fondo para el Fomento y Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología (Fondo CIBIOGEM). Es uno de los cuatro Fondos Institucionales constituidos por el CONACYT, con base en los artículos 23, 24 y 26 de la LCYT, cuya operación técnica y operativa está a cargo de las diferentes áreas sustantivas del CONACYT; y fue creado para dar respuesta a las demandas de apoyos que realiza la comunidad de CTI del país al CONACYT. El objetivo del CIBIOGEM es el otorgamiento de apoyos y financiamientos para actividades directamente vinculadas a la IDTI y a la formación de recursos humanos especializados, así como al desarrollo de actividades que den cumplimiento a la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados de México (LBOGM), sus reglamentos y demás disposiciones legales aplicables en materia de bioseguridad de organismos genéticamente modificados (OGM). Las modalidades de apoyo del CIBIOGEM son:

- Proyectos de IDTI para el desarrollo de la Bioseguridad y la Biotecnología;
- Proyectos y estudios especiales a solicitud expresa de la CIBIOGEM, que guarden relación con el objeto del Fondo CIBIOGEM;
- Diligencias, actividades y acciones que den cumplimiento a la LBOGM.
- Adquisición de material y equipo para el desarrollo de las actividades relacionadas con la implementación de la LBOGM;
- Gastos de operación para asegurar la ejecución de los diferentes procesos inherentes a los fines del Fondo CIBIOGEM;
- Proyectos para apoyar a IES, CI que así lo requieran, para los productos desarrollados por éstas cumplan con las regulaciones pertinentes, previas a la posible liberación comercial o piloto de productos biotecnológicos;
- Estudios y consultorías que contribuyan al cumplimiento de la LBOGM y sus reglamentos, y
- Pago de cuotas de instrumentos internacionales por acuerdo previo de la CIBIOGEM y conforme a la legislación vigente en la materia.

Son sujetos de apoyo las IES, CI, laboratorios, empresas públicas y privadas o personas físicas y morales dedicadas a la IDTI que se encuentren inscritas en el RENIECYT, o

las personas físicas o morales que por excepción y en términos de la LCYT sean susceptibles de recibir recursos del Fondo CIBIOGEM, sin necesidad de contar con dicha inscripción.

3. Apoyos institucionales. El CONACYT cuenta con un esquema de otorgamiento de apoyos institucionales, es el Programa de Apoyos para Actividades Científicas Tecnológicas y de Innovación, un programa presupuestario del CONACYT cuyo objetivo es, apoyar, incentivar y potenciar Proyectos en investigación, desarrollo, comunicación pública de la ciencia y vinculación, orientados a incrementar y mejorar el acervo de las capacidades y habilidades científicas y tecnológicas, que fortalezcan el SNCTI. Como objetivos específicos el Programa tiene los siguientes:

- Favorecer las actividades directamente vinculadas al desarrollo de acciones de CTI.
- Financiar Proyectos de investigación científica, básica o aplicada, destinada a incrementar el acervo del conocimiento nacional.
- Incentivar las actividades productivas tecnológicas o de innovación que resulten en nuevos productos, procesos o servicios.
- Fortalecer, consolidar y renovar la infraestructura para el desarrollo de actividades de CTI.
- Contribuir a la atención de los temas nacionales mencionados en el PECITI.
- Coadyuvar y fomentar la cooperación internacional en CTI.
- Potenciar y fortalecer la colaboración científica a través de Redes Temáticas de Investigación.
- Fomentar la formación e inclusión de recursos humanos especializados para el desarrollo de actividades de CTI, en sectores estratégicos.
- Apoyar la comunicación pública de la CTI.

Las modalidades de apoyo son las siguientes:

- Aportaciones a fideicomisos de CTI conforme lo señalado en los artículos 23 fracciones I, II y III, y 26 de la LCYT;
- Apoyo a organizaciones académicas de CTI para el desarrollo de sus actividades sustantivas y en su caso complementarias, que contribuyan directamente al crecimiento y fortalecimiento del sector de la CTI;

- Comunicación pública de la CTI y difusión;
- Congresos, convenciones, seminarios, simposios, exposiciones, talleres y demás eventos relacionados con el fortalecimiento del sector de CTI;
- Consorcios y Redes de CTI;
- Cuotas o membresías a organismos internacionales;
- Encuestas, estudios y evaluaciones;
- Formación y movilidad de recursos humanos de alto nivel en sus diferentes etapas y modalidades;
- Habilidades y capacidades de vinculadores;
- Igualdad de género en el ámbito de la CTI;
- Proyectos en el ámbito de la IDTI;
- Laboratorios nacionales;
- Premios de CTI;
- Infraestructura en CTI y servicios asociados;
- Otras relacionadas con el objeto del CONACYT.

La población objetivo del Programa son aquellas personas físicas y morales que tienen rezago en sus capacidades de CTI que cuenten con RENIECYT vigente o CVU,⁶⁵ y que no tengan adeudos económicos por apoyos otorgados con anterioridad mediante el Programa, o algún procedimiento de litigio abierto con el CONACYT.

4. Programa de Estímulos a la Innovación (PEI). Es el programa de apoyo para las empresas que invierten en proyectos de IDTI dirigidos al desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios. El objetivo general es incentivar la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la IDTI a través del otorgamiento de estímulos complementarios, de tal forma que estos apoyos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía nacional. El PEI está dirigido a empresas mexicanas inscritas en el RENIECYT, que realicen actividades de IDTI en el país, de manera individual o en vinculación con IES y/o CI.
5. Estímulo Fiscal a la Investigación y de Desarrollo de Tecnología (EFIDT). Es un estímulo otorgado a través de un crédito fiscal al contribuyente que realice gastos e

⁶⁵ Curriculum Vitae Único (CVU). El CVU de CONACYT es el currículum en formato establecido. Es la forma en que inician todos los trámites ante el CONACYT, ya sean becas, proyectos, estancias, entre otros.

inversiones en IDT, es acreditable contra el ISR⁶⁶ de los contribuyentes y puede ser ejercido en un periodo de 10 años, hasta agotarlo. El estímulo es equivalente al 30% de los gastos e inversiones incrementales en IDT, respecto al monto de gastos e inversiones promedio en los tres ejercicios anteriores al ejercicio en el cual se solicite el estímulo o un monto máximo de 50 millones de pesos. El objetivo del EFIDT es incrementar la inversión privada en la IDT en el país, propiciando así diversos efectos de derrama positivos asociados a dicha actividad. Pueden aplicar al EFIDT todos los contribuyentes del ISR que efectúen proyectos de IDT:

- Contribuyentes de todos los tamaños que tengan al menos 3 años realizando IDT.
- Quienes tengan proyectos que no estén siendo apoyados por otro programa CONACYT.
- Que el monto del proyecto(s) a presentar tenga un incremental respecto al promedio de gasto en IDT de los tres años anteriores.
- Quienes estén al corriente con el pago de impuestos al SAT.⁶⁷
- Quienes tengan un número de RENIECYT actualizado.
- Quienes no estén bajo algún régimen fiscal especial de acuerdo al Art. 182, 187 y 202 de la Ley ISR.
- Sociedades que hubieran optado por el régimen opcional de grupos de sociedades
- Contribuyentes que lleven a cabo operaciones de maquila
- Fideicomisos dedicados a la adquisición o construcción de inmuebles (FIBRAS)⁶⁸

Estos fondos le permiten al CONACYT interactuar tanto con las Secretarías de Estado, los Gobiernos Estatales y las Entidades Federativas, como con las instituciones del ámbito académico y científico, las organizaciones de la sociedad civil y las empresas privadas. Todos

⁶⁶ Impuesto sobre la renta (ISR). Es un impuesto que grava la utilidad de las personas, empresas, u otras entidades legales.

⁶⁷ Servicio de Atención Tributaria (SAT). Órgano desconcentrado de la SHCP de México, que tiene la responsabilidad de aplicar la legislación fiscal y aduanera, con el fin de que las personas físicas y morales contribuyan proporcional y equitativamente al gasto público, de fiscalizar a los contribuyentes para que cumplan con las disposiciones tributarias y aduaneras, de facilitar e incentivar el cumplimiento voluntario y de generar y proporcionar la información necesaria para el diseño y la evaluación de la política tributaria.

⁶⁸ Fideicomisos de Inversión en Bienes Raíces (FIBRAS). Son inversiones de capital para obtener ganancias de la renta de inmuebles como oficinas, locales comerciales y hoteles, entre otros. Las FIBRAS dan la oportunidad de participar en el financiamiento de proyectos inmobiliarios a inversionistas; que reciben como ingreso el dinero de la renta mensual de los inmuebles comerciales. Las FIBRAS también cotizan en Bolsa y, el dividendo de las acciones se reparte entre propietarios y accionistas del Fideicomiso, en forma proporcional.

estos actores integran en su conjunto al SNCTI. En la Tabla 4 se pueden apreciar de manera reducida los principales programas de fomento a la innovación para las empresas mexicanas. Además del CONACYT, otras dependencias gubernamentales ofrecen programas de fomento a la innovación:

1. Secretaría de Economía. La Subsecretaría de Industria, Comercio y Competitividad fomenta el desarrollo económico sustentable mediante el establecimiento de políticas que favorezcan la innovación, competitividad, productividad y competencia dentro de un entorno global. Se ha articulado una política industrial que privilegia el incremento en la productividad, la cual se basa en cinco principales prioridades estrechamente vinculadas entre sí: Fomento industrial, Fortalecimiento del mercado interno, Promoción de la innovación, Incremento a la digitalización en las empresas y Protección de la economía familiar. Los programas que destacan son los siguientes:

A) Programa para la Productividad y Competitividad Industrial (PPCI). Es un programa del Gobierno Federal orientado a favorecer el incremento de la productividad de las medianas y grandes empresas en los sectores estratégicos. Está dirigido a personas morales que pertenezcan a alguno de los sectores estratégicos y cuenten con una plantilla laboral a partir de 51 trabajadores registrados en el IMSS. Los tipos de apoyo que otorga el PPCI son:

1. Certificaciones y/o recertificaciones para formación de capital humano, y/o mejora de procesos y/o productos. Nivel técnico, profesional, para procesos y productos.
2. Fortalecimiento y desarrollo sectorial. Encuentro de negocios sectoriales.
3. Modernización de la planta productiva. Modernización de los procesos productivos.
4. Centro de Transformación Industrial (CTIN).

B) Programa de Apoyo para la Mejora Tecnológica de la Industria de Alta Tecnología (PROIAT). Tiene como objetivo general contribuir a que las industrias de alta tecnología incrementen sus capacidades para adoptar nuevas tecnologías, e impulsar la participación de las empresas en actividades de mayor valor agregado, mediante la especialización del capital humano, la certificación de capacidades productivas y humanas, la generación de información especializada y la transferencia y/o desarrollo

tecnológico. La población objetivo son las empresas fabricantes de las industrias: maquinaria y equipo, automotriz, autopartes, eléctrica, electrónica, aeronáutica, de embarcaciones, ferroviaria y metalmecánica, registradas en el Sistema de Información Empresarial Mexicano, que requieren incrementar sus capacidades para adoptar nuevas tecnologías y elevar el valor agregado que generan.

C) Programa *Leaders in Innovation Fellowships* (LIF). El objetivo de este programa es fortalecer las capacidades de las y los emprendedores, investigadores e innovadores de nuestro país en el emprendimiento y la comercialización de su tecnología. La convocatoria está dirigida a empresas científico-tecnológicas (*spin-offs*⁶⁹ y *start ups*), así como a mujeres y hombres investigadores, ingenieros y/o tecnólogos que se encuentren desarrollando proyectos con contenido tecnológico e innovador y que busquen obtener financiamiento de capital privado para impulsarlos. El programa LIF es apoyado por la SE y el *Newton Fund*.⁷⁰ Además, es coordinado con la Embajada del Reino Unido en México, la *Royal Academy of Engineering*⁷¹ y la Red OTT México.⁷² Dicho programa propone identificar desarrollos tecnológicos con alto potencial de innovación, generados por las mismas *spin-offs*, *start ups*, investigadores, ingenieros y/o tecnólogos que tengan proyectos innovadores en etapas de madurez tecnológica con *TRL 7* en adelante.

2. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). Cuenta con los siguientes programas que fomentan la producción e innovación:

A) Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura, que fomenta las actividades primarias de pequeña y mediana escala que contribuyan a la autosuficiencia alimentaria y rescate del campo, con énfasis en la pesca y la acuicultura.

B) Producción para el Bienestar. Es un programa prioritario del Gobierno de México. Su meta es la autosuficiencia alimentaria y el rescate del campo. El programa otorga apoyos

⁶⁹ Empresa u organización nacida como extensión de otra mediante la separación de una división subsidiaria.

⁷⁰ Programa diseñado por el gobierno británico cuyo objetivo es apoyar la ciencia y la innovación en potencias emergentes en colaboración con el Reino Unido. El fondo consiste en £375 millones repartidos entre los países asociados, de los cuales £20 millones han sido destinados a México, con un financiamiento igualado por instituciones clave mexicanas, lo que equivale a un total de £40 millones de financiamiento igualado.

⁷¹ Academia Nacional de Ingeniería del Reino Unido

⁷² Es la Red Mexicana de Profesionales en Innovación y Transferencia de Tecnología, una asociación privada sin fines de lucro que agrupa a las Oficinas de Transferencia de Tecnología, así como empresas, organizaciones, profesionistas y emprendedores interesados en apoyar y promover la innovación, comercialización y transferencia de tecnología.

directos y oportunos para la producción de granos (maíz, frijol, trigo panificable, arroz, amaranto, chía y milpa, entre otros).

Respecto a los programas estatales de fomento a la innovación, cada entidad cuenta con distintos mecanismos para promover la innovación a través de las distintas dependencias de Estado. En la tabla 6 se resumen los principales programas de fomento a la innovación que las empresas mexicanas pueden encontrar.

Tabla 6. Principales programas de fomento a la innovación y vinculación en las empresas

Programas Federales

- **CONACYT**
 - Fondos Sectoriales (ASA, CFE, INEGI, SENER, CONAFOR, CONAGUA, SEGOB-CNS, CONAVI, PROSOFT, FIT, INIFED, INMUJERES, SAGARPA, SECTUR, SEDESOL, SEMAR, SEMARNAT, SEP, SRE, SALUD)
 - Fondos Institucionales (FOINS, FONCICYT, FORDECYT, CIBIOGEM)
 - Apoyos Institucionales. Programa de Apoyos para Actividades Científicas Tecnológicas y de Innovación
- **PEI (INNOVAPYME, INNOVATEC, PROINNOVA)**
 - Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología (EFIDT)
- **SE**
 - PPCI
 - PROIAT
 - LIF
 - Fondo Nacional Emprendedor
- **SADER**
 - Programa de Fomento a la Agricultura, Ganadería, Pesca y Acuicultura
- **SRE**
 - AMEXCID

Programas estatales de fomento a la innovación

- Organismos estatales de CTI
- Secretarías de Desarrollo Económico
- Fundaciones Produce

Programas de fomento a la innovación a través de la Banca de Desarrollo

- Nafin
- Bancomext
- Fira
- COMCE
 - LAFISE
 - CUASAR
 - SANTANDER

Otros

- **Fondos de capital privado**
 - Startup México, AMEXCAP, EMPEA, LAVCA, Fondo de Fondos, PE Hub, Private Equity Council, PC Capital, SURA, EMX Capital, Alta Ventures Mexico, Fazenda Capital, Capital Indigo, Dila Capital, New Ventures, Angel Ventures, Founders into Funders, Gerbera Capital, Global Proteus, LIV Capital, ALLVP, ON Ventures, EMX Capital, Soldiers Field Angels, SV Latam Capital, MITA Ventures, Open Future, XB Ventures
- **Programas de formación de capital humano**
 - Nacionales: CVT (CAINTRA), FESE
 - Estatales
 - Nacionales – Internacionales: ICGEB
 - Internacionales: IIASA, ROC Taiwan
- **Programas de fomento a la vinculación**
 - Nacionales
 - Estatales
- **Programas de fomento a la propiedad intelectual: PATENTA (IMPI- FUMEC-NAFIN)**
- **Programas internacionales de fomento a la innovación**
 - BID
 - FOMIN
 - IADB

Fuente: Elaboración propia

3.5.1 Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (PEI)

En 2007 la OCDE publicó un documento con el objetivo de incrementar el impacto de la innovación en el desarrollo económico de México (OCDE, 2007). Este reporte⁷³ incluye una serie de recomendaciones entre las que destaca la necesidad de mejorar la oferta de programas de apoyo para empresas innovadoras, fortalecer la vinculación entre la academia y el sector privado, promover el desarrollo y movilidad de capital humano de alto valor, e incrementar las capacidades regionales del sector de ciencia y tecnología. El CONACYT sigue las recomendaciones de la OCDE y empieza a diseñar un programa que cubra estas necesidades. En 2009 lanza el Programa de Estímulo a la Innovación (PEI) con la intención de proporcionar apoyo a empresas innovadoras que invierten en proyectos de IDT dirigidos al desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios. El PEI surge como un instrumento de política pública de innovación que busca fomentar la inversión privada en actividades de IDT para fortalecer las capacidades en el sector empresarial, específicamente en recursos humanos e infraestructura física que permitiera incrementar la competitividad del país. Al mismo tiempo que promoviera la articulación entre las instituciones académicas y el sector privado. El PEI fue coordinado por el CONACYT desde su creación hasta el 2019 como un instrumento de política pública de CTI para incentivar y promover el crecimiento y competitividad de las empresas. A la fecha se encuentra vigente dentro de los programas de CONACYT, pero no hay convocatoria en curso.

El objetivo general del PEI es incentivar, a nivel nacional, la inversión de las empresas en actividades y proyectos relacionados con la IDT, de tal forma que estos apoyos tengan el mayor impacto posible sobre la competitividad de la economía nacional. El PEI opera a través de un esquema de apoyo directo dirigido a empresas⁷⁴ que desarrollan proyectos innovadores, de manera que los estímulos funjan como inversiones complementarias a las que las empresas normalmente realizan. Los objetivos específicos del PEI son los siguientes:

- Fomentar el crecimiento anual de la inversión del sector productivo nacional en IDTI. Es importante resaltar que el programa otorga apoyos económicos complementarios, sin que ello signifique la sustitución de la inversión que las empresas realizan en actividades de IDTI durante el ejercicio fiscal.

⁷³ Estudios de la OCDE sobre Políticas de Innovación en México (OCDE, 2008)

⁷⁴ Dentro de los requisitos del PEI, las empresas mexicanas postulantes deben estar inscritas en el RENIECYT y realizar actividades relacionadas a la IDTI en el país, de manera individual o en vinculación con IES y/o CI.

- Propiciar la vinculación de las empresas en la cadena del conocimiento “educación-ciencia-tecnología-innovación” y su articulación con la cadena productiva del sector estratégico que se trate.
- Formar e incorporar recursos humanos especializados en actividades de IDTI en las empresas.
- Generar nuevos productos, procesos y servicios de alto valor agregado, y contribuir con esto a la competitividad de las empresas.
- Contribuir a la generación de PI en el país y a la estrategia que asegure su apropiación y protección.
- Ampliar la base de cobertura de apoyo a empresas nacionales desde una perspectiva descentralizada.

El PEI cuenta con tres modalidades según el tamaño de la empresa y el esquema de vinculación del proyecto con algún CI o alguna IES (ver tabla 7).

Tabla 7. Esquema de modalidad del PEI

Modalidad PEI	Población objetivo por tamaño de la empresa	Esquema de vinculación	Requerimientos adicionales
INNOVAPYME (Innovación tecnológica para las micro, pequeñas y medianas empresas)	MiPyMEs	Las empresas podrán presentar propuestas de manera individual o vinculada con IES, CI o ambos.	- Proponer inversión en infraestructura (física y recursos humanos) de investigación y desarrollo de tecnología. - Considerar la creación de nuevos empleos de alto valor.
INNOVATEC (Innovación Tecnológica para las grandes empresas)	Empresas grandes	Las empresas podrán presentar propuestas de manera individual o vinculada con IES, CI o ambos.	- Favorecer la articulación en cadenas productivas en actividades de IDTI. - Proponer inversión en infraestructura (física y recursos humanos) de investigación y desarrollo de tecnología. - Considerar la creación de nuevos empleos de alto valor.
PROINNOVA (Proyectos en red orientados a la innovación)	Empresas de cualquier tamaño	Exclusivamente propuestas y proyectos que se presenten en vinculación con al menos dos IES, o dos CI o uno de cada uno.	Se da preferencia a las asociaciones con instituciones precursoras en su campo de conocimiento.

Fuente: Elaboración propia con información de CONACYT

3.6 Retos de la política pública de ciencia, tecnología e innovación en México

Como un intento de refrescar al PECITI y tomando un enfoque innovador, se añade como objetivo de la política de CTI, incorporar a México en la era de la economía basada en el conocimiento. *“Las políticas de ciencia, la tecnología y la industria deberían ser formuladas para maximizar el rendimiento y el bienestar en “economías basadas en el conocimiento”.* Las sociedades del conocimiento o economías basadas en el conocimiento son aquellas economías que se basan directamente en la producción, distribución y uso del conocimiento y la información” (OCDE, 1996). Es posible hablar de una economía del conocimiento en aquellos lugares donde están presentes y se conjugan los siguientes elementos:

1. Un capital humano calificado y un uso intensivo del conocimiento en la producción.
2. Cierta grado de atractivo internacional, un buen nivel de competitividad y una clara orientación hacia el exterior.
3. Un marco institucional y un capital social que favorezcan la certidumbre y la confianza entre los agentes, y que disminuyan los costos de transacción de las actividades económicas.
4. Uno o varios sistemas de innovación en conjunción con una buena capacidad emprendedora.
5. Una adecuada y expandida infraestructura de información, comunicación y tecnología.

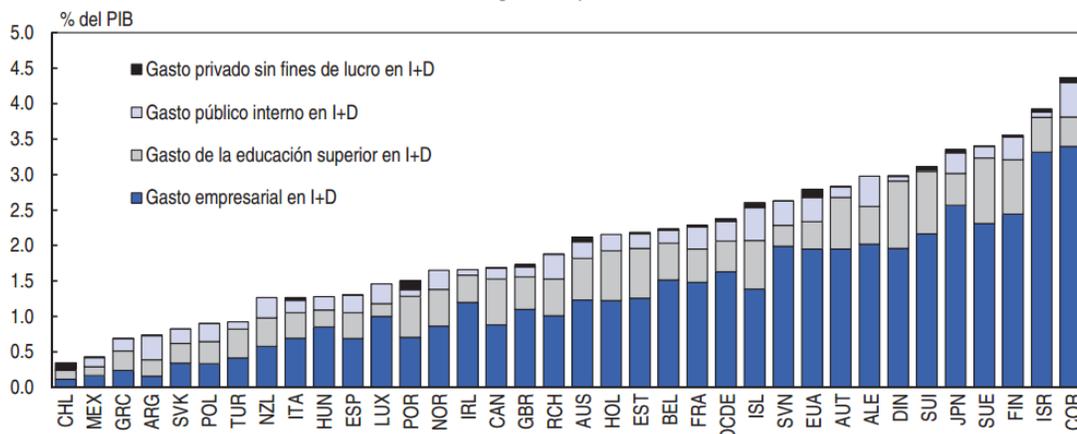
México, al enfrentar una creciente disparidad del ingreso y mayor pobreza, ha intentado incorporar remedios rápidos, pero los remedios que funcionaban en la vieja economía, como romper un monopolio, encarcelar a un empresario o político, expropiar una fábrica o empresa, ya no funcionan. No se puede crear una economía basada en el conocimiento de la noche a la mañana. Que un país, compañía o individuo lleguen a triunfar depende de su habilidad para entender y aplicar cambios en tecnología, ya no basta controlar la inflación, equilibrar el presupuesto, recortar gastos, o privatizar. Se pueden seguir al pie de la letra las recomendaciones de cientos de economistas con doctorados prestigiosos y quebrar una empresa o quebrar un país (Enríquez, 2000).

Los retos de la política pública de CTI son bastante amplios. *“Cuando un estado es capaz de generar un ambiente propicio para la competitividad, se habla de un estado competitivo, que posee y ofrece los ingredientes para la competitividad de las actividades económicas y sociales, ingredientes tales como: aglomeración de conocimientos, polos de innovación tecnológica, existencia de empresas innovadoras, de infraestructura y equipamiento urbano que faciliten la cooperación entre grupos empresariales, sociales y de ciudadanos diversos, capital humano*

altamente capacitado, y una dinámica de sustentabilidad regional que preserve los recursos naturales y no deteriore el medio ambiente, todos estos como ingredientes indispensables del entorno.” (Cabrero, 2013, p. 17). Esta cita sirve de apertura para mencionar los principales retos que enfrenta actualmente la política de CTI:

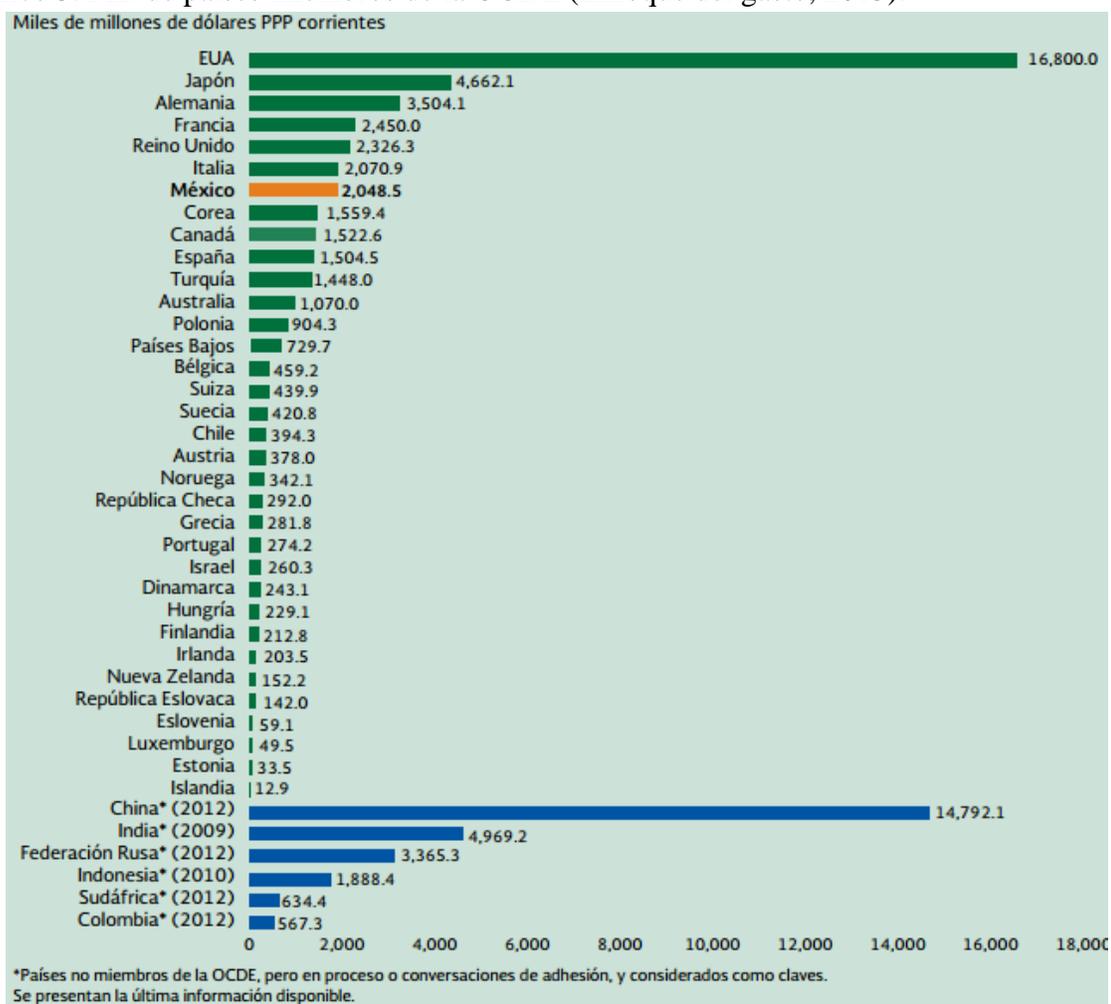
1. Inversión en CTI respecto del PIB. En el PECITI se establece que el GIDE estará compuesto por la inversión pública y privada que sumadas representen el 1% del PIB (ver gráfico 2 y 3). Pero en el Programa no están claras las estrategias a seguir para hacer más eficiente el gasto público.

Gráfico 2. Gasto como porcentaje del PIB por país, 2012.



Fuente: Base de datos OECD, Main Science and Technology Indicators.

Gráfico 3. PIB de países miembros de la OCDE (Enfoque del gasto, 2013).



Fuente: Base de datos OECD, Main Science and Technology Indicators, data base 2014-1.

2. México como una sociedad de conocimiento o economía basada en el conocimiento. El conocimiento científico y tecnológico es de las principales riquezas de las sociedades actuales y el ingrediente imprescindible para impulsar el desarrollo económico y social. La CTI son herramientas indispensables para la transformación de las estructuras productivas, el aprovechamiento racional de los recursos naturales, el cuidado de la salud, la alimentación, la educación y otros requerimientos sociales.

3. Uso de indicadores novedosos, confiables y actualizados. El uso de un sistema de indicadores confiables permite detectar las debilidades y fortalezas del SNCTI, además de determinar el posicionamiento tecnológico del país. El sistema de indicadores debe permitir una constante evaluación de la innovación en la actualidad, con sus tendencias y generalidades. Por lo anterior, se deben considerar indicadores novedosos y experimentales que permitan medir los

insumos más allá de la I+D, así como la relación entre investigadores, las investigaciones y su aportación en el desarrollo de patentes de manera novedosa, práctica y confiable. También son necesarios indicadores que muestren cómo contribuye la innovación a los retos mundiales, como el cambio climático.

4. Competencia Económica. Hace referencia a la política industrial que en la parte de los antecedentes (sección 3.4.1) se explica por qué se abandonó al adoptar el modelo ISI,⁷⁵ como exigencia de las demandas del mercado. Respecto a las empresas en el país, se identifican altos niveles de poder monopólico derivado de las desigualdades estructurales del mercado.

5. Cultura. Algunas de las razones para impulsar el emprendimiento e innovación se debe a que no se fomenta la competencia para mejores oportunidades, y por parte de los inversionistas privados, existe una aversión a la inversión de riesgo, aquella que requieren los proyectos de alta tecnología e innovación. Por lo anterior no se ha desarrollado una fuerte estructura de inversión privada en CTI, conformada por capital de riesgo, capital semilla e inversionistas ángel. El fortalecimiento de esta estructura, disminuiría la inversión y gasto efectuado por el gobierno.

6. Sensibilización y percepción de la CTI. Existe una baja valoración social de las actividades de CTI en México. Esta parte es esencial para atribuirle el carácter de público a la política, el interés público sobre la ciencia y la tecnología radica en que la CTI tiene un efecto en el desarrollo de las naciones y genera beneficios públicos, por tal motivo, considerando la vertiente económica, es un bien público. Los recursos públicos destinados a la investigación básica o académica deben estar vinculados claramente a productos y resultados tangibles.

7. Conexión entre actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) e interconexión con otros sistemas nacionales. En principio se requiere una cohesión entre los actores que conforman el SNCTI, que, de acuerdo al modelo de Triple Hélice, son el gobierno, la academia y la industria. Más allá de estos actores tradicionales, sería ideal que se estableciera de manera adicional relación con la sociedad. La intención de involucrar a la sociedad como actor participante del SNCTI es que se permite una colaboración más activa entre las necesidades de la comunidad con el sector científico, y no sólo obedeciendo a las necesidades del mercado o de los sectores productivos que encabezan las empresas. Por otro lado, es

⁷⁵ ISI se refiere a Industrialización por Sustitución de Importaciones. Es un modelo económico, adoptado en América Latina y en otros países en desarrollo con posterioridad a la Primera Guerra Mundial y en el período de posguerra de la Segunda Guerra Mundial.

necesaria una interconexión con otros sistemas nacionales como el Sistema Educativo de México (SEM), el Sistema de Salud en México, así como otros sistemas que requieren de los avances tecnológicos y de innovación que se desarrollan en el país.

8. Desigualdad de oportunidades para la innovación. En México en 2018, había un total de 4 millones 057 mil 719 microempresas, con una participación en el mercado equivalente al 97.3 por ciento; un total de 111 mil 958 Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs), con una participación de 2.7 por ciento en el mercado. En total, son 4 millones 169 mil 677 MiPyMEs, clasificadas en los sectores de manufacturas, comercio y servicios privados no financieros (ENAPROCE, 2018).

En México no se ha diferenciado entre empresas innovadoras que son pequeñas, pero con alto valor agregado. Se ha dado prioridad a apoyar a las grandes empresas, aquellas que incluso cuentan con capital suficiente para la innovación. La racionalidad de las grandes empresas será maximizar sus beneficios y esto incluye subsidios o apoyos del gobierno. Se requiere distinguir entre sectores y empresas para enfocar la política. Las PyMEs están naturalmente más expuestas al riesgo que significa invertir en I+D sin lograr frutos inmediatos. Las empresas grandes, por lo contrario, al ser las representantes naturales de sectores maduros, recurren a sacar provecho de cualquier tipo de subsidios, incluidos aquellos a la innovación. Esta práctica se implementa aun cuando esos apoyos pueden ser redundantes e innecesarios, situación característica de saturación o *wind fall profits*. En esos casos es vital analizar con mayor detenimiento la calidad de los proyectos individuales y específicos de cada empresa, de lo contrario los subsidios a la empresa pueden resultar en costos para la sociedad. El resultado de esta práctica es una falla de intervención clásica: se termina subsidiando la innovación de quienes menos lo requieren, sin conseguir enfocar y concentrar los apoyos en quienes verdaderamente los requerirían para emprender esfuerzos de innovación.

Capítulo 4. Factores críticos de ciclos y procesos de innovación (FCCPI)

Al retomar estudios sobre la correlación entre la productividad y la permanencia de las organizaciones (Syverson, 2011), se encuentran ciertos factores que estimulan los ciclos y procesos de innovación, algunos están relacionados a ciertas características de las empresas (factores internos), se refieren a las capacidades que se desarrollan a nivel micro de la empresa; otros a factores de la demanda y estructura del mercado (factores externos), son variables macro del entorno de las empresas e impactan en el desarrollo de las capacidades internas (Dosi, Nelson y Winter, 2000; Knight y Cavusgil, 2004; Malaver y Vargas, 2011). Algunos autores consideran otros aspectos como la cultura organizacional, la gestión empresarial y las condiciones existentes del entorno (Guan, Yam, Mok y Ma, 2006). Aunque la innovación en sí es un factor de competitividad en las empresas (Velasco, Zamanillo e Intxauburu, 2007), no se tiene claro un proceso que contemple la complejidad en que se desarrolla la innovación. Una forma que ayuda a diferenciar entre el modelo lineal y no lineal es a través de la definición de factores críticos del proceso de innovación. Los factores críticos establecidos en este estudio se diferencian marcadamente entre sectores de conocimiento lineales y no lineales de la siguiente manera:

1. Forma en que se genera la innovación. En el modelo lineal la innovación se genera en su mayor parte de manera aislada. En el modelo no lineal la innovación se genera a partir de redes de individuos u organizaciones interactivas, hay interacción con más individuos de la misma disciplina y de diversas áreas. En el modelo lineal la generación del conocimiento se da mayormente en el campo unidisciplinario, en cambio en el modelo no lineal por el grado de complejidad del conocimiento, se recurre a la multi, inter y transdisciplina. En el modelo lineal el conocimiento surge principalmente desde la empresa, derivado de los procesos continuos del desarrollo tecnológico, en el modelo no lineal el conocimiento surge principalmente de los IES o CI, o en su defecto busca la vinculación academia-empresa.
2. Personal involucrado en el proceso de innovación. En el modelo lineal la innovación puede surgir a partir del personal técnico capacitado a nivel básico. En el modelo no lineal se requiere personal altamente capacitado en sectores de conocimiento no tradicional, desde la generación del conocimiento, desarrollo e interacción en varias etapas del proceso. Por lo anterior, en el modelo lineal la inversión en formación de

capital humano, actividades innovadoras y de aprendizaje tecnológico es baja porque requiere de aprendizaje tecnológico básico y desarrollo de habilidades genéricas. La inversión en el modelo no lineal es alta porque el proceso de aprendizaje tecnológico y desarrollo de habilidades competitivas es más complejo.

3. Proceso de innovación. El modelo lineal asume un proceso secuencial de la innovación a través de pasos predecibles y establecidos que dan certeza en cada etapa del proceso. El modelo no lineal asume un proceso dinámico que conlleva distintas fases. Los sectores de conocimiento no lineales no siguen una ruta establecida del proceso de innovación, ya que se ajustan a las necesidades y capacidades del entorno, que se van marcando conforme se va desarrollando el conocimiento y se puede prever la siguiente etapa sin tener certeza de todo el proceso de desarrollo. El tipo de innovación que se genera en el modelo lineal es de productos y procesos, en el modelo no lineal se tiene a generar servicios en su mayor parte, sin descartar los anteriores. En el modelo lineal la innovación que se genera es fácilmente adaptable a las ventajas existentes en el mercado y a las políticas de distribución, además de que coincide con la segmentación de mercado y con las políticas del producto. En el modelo no lineal, la innovación puede exigir unas políticas de mercado, distribución y ventas exclusivas para educar a los consumidores, y la demanda puede no coincidir con los segmentos de mercado establecidos, distorsionando el control de diversas visiones de la empresa.
4. Financiamiento. En el modelo lineal se puede contar con capital privado para el proceso de innovación, también se recurre a los fondos públicos para generar desarrollos más amplios y sofisticados o para economizar en recursos que estén disponibles para las empresas. El modelo no lineal contempla varias etapas en el proceso de innovación, etapas que no están bien definidas en sus tiempos y desarrollo por lo que el capital privado no es suficiente y en la mayoría de los casos inexistente. Es por ello que en sectores de conocimiento no lineal se recurre en su gran mayoría a fondos públicos para poder financiar el desarrollo de la innovación desde etapas muy tempranas y continuar hasta llegar a un punto que sea atractivo para el capital privado y continuar con el desarrollo. De esta forma el tipo de inversión para sectores de conocimiento lineal es baja y de bajo riesgo, además de requerir de ciclos cortos de inversión. Contrario a la inversión del sector de conocimiento no lineal que en su mayoría es muy alta, de muy

alto riesgo y considera varios ciclos de inversión para distintas etapas del desarrollo del conocimiento. El riesgo de la inversión está implícito en la certidumbre de la factibilidad técnica de los desarrollos tecnológicos en el caso del modelo lineal, para el modelo no lineal la incertidumbre se encuentra en cada etapa del desarrollo tecnológico.

5. Mercado. El modelo lineal asume un mercado maduro con intenciones claras de los inversionistas, mientras que en el modelo no lineal el mercado es imperfecto con manifiestas asimetrías de información entre los desarrolladores de tecnología y los inversionistas. En el modelo lineal la demanda es conocida y predecible del mercado, hay un rápido reconocimiento y aceptación del mercado, y existe certidumbre en la rentabilidad de los mercados. En el modelo no lineal la demanda potencial es grande pero poco predecible, no es previsible una reacción imitadora de la competencia rápida, y existe incertidumbre en la rentabilidad de los mercados.

En la tabla 8 se refleja de manera resumida los FCCPI en el modelo lineal y la diferencia del modelo no lineal.

Tabla 8. Factores Críticos de Ciclos y Procesos de Innovación (FCCPI) en modelo lineal y no lineal

Factores	Modelo lineal	Modelo no lineal
1. Forma en que se genera la innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Aislada • Campo unidisciplinario • Conocimiento surge desde la empresa • No requiere vinculación 	<ul style="list-style-type: none"> • Redes de individuos u organizaciones interactivas. • Multi, inter y transdisciplina • Conocimiento surge de los IES y CI. • Vinculación academia - empresa
2. Personal involucrado en el proceso de innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Innovación puede surgir a partir del personal técnico capacitado a nivel básico • Baja inversión en formación de capital humano 	<ul style="list-style-type: none"> • Personal altamente capacitado desde la generación del conocimiento, y en todas y cada una de las etapas del proceso de desarrollo. • Alta inversión en formación de capital humano de alta especialidad.
3. Proceso de innovación	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso secuencial de la innovación • Certeza en cada etapa del proceso • Los resultados del proceso de innovación son innovaciones tecnológicas en productos y procesos • La innovación es adaptable a la segmentación del 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso dinámico que conlleva a distintas fases y constantes cambios dentro del proceso de innovación que se ajustan a las necesidades y capacidades del entorno. • Sin certeza en todo el proceso del desarrollo de la innovación.

	mercado y a las políticas de distribución del producto.	<ul style="list-style-type: none"> • Innovaciones tecnológicas en servicios principalmente, aunque también en productos y procesos. • La innovación exige políticas de mercado, distribución y ventas exclusivas. La demanda no coincide con los segmentos de mercado establecidos.
4. Financiamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con el capital privado para el proceso de innovación. • Recurren a fondos públicos para generar desarrollos más amplios y sofisticados o para economizar en recursos que tienen disponibles. • Inversión baja y de bajo riesgo debido a la certidumbre en la factibilidad técnica en el proceso de desarrollo. • Ciclos cortos de inversión 	<ul style="list-style-type: none"> • Capital privado insuficiente o inexistente para todas las etapas (por los tiempos más largos del proceso de innovación) • Requieren fondos públicos para financiar el desarrollo de la innovación desde etapas muy tempranas y continuar hasta llegar a un punto que sea atractivo para continuar el desarrollo por el capital privado. • Inversión alta y de alto riesgo debido a la incertidumbre en cada etapa del proceso de desarrollo de innovación. • Varios ciclos de inversión para distintas etapas del desarrollo del conocimiento.
5. Mercado	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado maduro • Intenciones claras de los inversionistas. • Demanda conocida y predecible • Rápido reconocimiento y aceptación del mercado. • Certidumbre en la rentabilidad del mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado insipiente e imperfecto • Manifestaciones asimétricas de información entre desarrolladores de tecnología e inversionistas. • Demanda potencial grande pero poco predecible. • Imprevisible reacción imitadora de la competencia rápida • Incertidumbre en la rentabilidad del mercado.

Fuente: Elaboración propia

De modo general los diferentes procesos de innovación se representan de manera lineal. El motivo no es otro que hacer el proceso entendible a la hora de contarlo. No obstante, es notable que en sectores de innovación no lineales el proceso de innovación no puede ser ordenado y secuencial, en la práctica el proceso se deja llevar por las circunstancias imperantes del momento, se salta una parte si es necesario y se vuelve una y otra vez al mismo punto si así se requiere (en la etapa del diseño del prototipo es habitual volver a investigar, reformular las hipótesis y reiniciar el proceso). Es común hacer un acercamiento para ver a detalle cómo va avanzando el proceso de la idea de innovación para luego alejarse y ver en perspectiva otros elementos que también son cruciales para la tecnología. Es un ejercicio que se hace

constantemente en sectores de innovación no lineales, por lo que las diferencias con los sectores que siguen un proceso lineal son señaladamente marcadas.

Capítulo 5. Sector de biotecnología

La creación del término de biotecnología se le adjudica al ingeniero agrónomo húngaro Károly Ereki, padre de la biotecnología, quien, tuvo la visión de una época en la que la biología podría utilizarse para convertir las materias primas en productos útiles. En 1917 acuñó el término "*biotechnologie*" para describir esa fusión de la biología con la tecnología. En 1919 definió a la biotecnología como "la ciencia de los métodos que permiten la obtención de productos a partir de materia prima, mediante la intervención de organismos vivos".⁷⁶ A partir de ese momento han surgido varias propuestas para definir a la biotecnología. Las más aceptadas internacionalmente son la de la del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB)⁷⁷ y la de la OCDE. Según el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) de 1992 la biotecnología podría definirse como "toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos". La OCDE define a la biotecnología como: "La aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos y modelos de los mismos, para alterar materiales vivos o no, con el fin de producir conocimientos, bienes o servicios" (OCDE, 2005).⁷⁸ Ambas definiciones son muy similares y no se contraponen, la definición de la OCDE es usada en 15 países.

La biotecnología es un área de estudio inter y multidisciplinar porque para su desarrollo involucra varias ciencias, disciplinas e ingenierías como la biología, química, física, medicina, veterinaria, agronomía, genética, virología, y bioquímica, entre otras. Es una de las áreas del conocimiento científico que se ha desarrollado a pasos agigantados y con mayor impacto en campos muy diversos, como salud, medicina, microbiología, ciencia de los alimentos, medio

⁷⁶ El término se utilizó por primera vez en el libro "Biotechnologie der Fleisch-, Fett- und im Milcherzeugung landwirtschaftlichen Grossbetriebe" (Biotecnología de la producción de carne, grasa y leche en una explotación agrícola a gran escala).

⁷⁷ Tratado internacional jurídicamente vinculante con tres objetivos principales: la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Su objetivo general es promover medidas que conduzcan a un futuro sostenible. El CDB cubre la diversidad biológica a todos los niveles: ecosistemas, especies y recursos genéticos, así como la biotecnología a través del Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. De hecho, cubre todos los posibles dominios que están directa o indirectamente relacionados con la diversidad biológica y su papel en el desarrollo, desde la ciencia, la política y la educación hasta la agricultura, los negocios y la cultura.

⁷⁸ La OCDE tiene un grupo de trabajo dedicado a las estadísticas en biotecnología. Uno de los principales resultados es el documento *A Framework for Biotechnology Statistics*, publicado en 2005, de donde se toma la definición de biotecnología.

ambiente, agricultura, minería, entre otros. Dentro de la creciente lista de productos biotecnológicos se encuentran dispositivos médicos, diagnósticos, medicamentos, así como cosechas más resistentes, biocombustibles, biomateriales y controles de la contaminación. Debido a las numerosas aplicaciones de la biotecnología, se facilita su clasificación con colores dependiendo del sector al que está dirigido, como se muestra continuación:

Biología roja: Es la biotecnología aplicada a la medicina (también llamada biomedicina). Es la utilización de biotecnología a la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades nuevas y conocidas del ser humano. Algunos ejemplos del uso de esta biotecnología se encuentran en la obtención de organismos para producir antibióticos, el desarrollo de vacunas y nuevos fármacos, los diagnósticos moleculares, las terapias regenerativas y el desarrollo de la ingeniería genética para curar enfermedades a través de la manipulación génica. También se aplica para el desarrollo de cosméticos. Esta junto con la biotecnología verde son las de mayor importancia del sector.

Biología verde: Es la aplicada a procesos agrícolas o agroalimentación, por ejemplo, la obtención de plantas más productivas, capaces de crecer en condiciones ambientales desfavorables o plantas resistentes a plagas y enfermedades, alimentos funcionales (con nuevas propiedades), y transgénicas. Se espera que la biotecnología verde produzca soluciones más amigables con el medio ambiente que los métodos tradicionales de la agricultura industrial.

Biología blanca: Se le conoce también como biotecnología industrial o bioingeniería, por ser aplicada a procesos industriales. Tienen como objetivo la creación de productos fácilmente degradables, que consuman menos energía y generen menos desechos durante su producción a través del uso de células y enzimas. Algunos ejemplos de su uso son para la producción a gran escala de fármacos, producción de bioelectricidad a través de bacterias, y los biorreactores de micro algas que depuran el agua.

Biología azul: Conocida como biotecnología marina, es la aplicación de la biotecnología en ambientes marinos y acuáticos. Es el uso de organismos marinos completos, sus células o moléculas para proveer soluciones de utilidad para la sociedad, como, por ejemplo, la producción de biodiesel.

Biología Amarilla: Es la biotecnología nutricional. Se refiere al uso de los organismos vivos y/o biomoléculas en la industria alimentaria. Principalmente se basa al uso de enzimas para la producción y procesamiento de los alimentos, así como al control nutricional.

Biotecnología Marrón: Se utiliza este término a la biotecnología utilizada en veterinaria. Uno de sus objetivos es desarrollar y producir fármacos, vacunas y mejoramiento animal.

Biotecnología Gris: Es la biotecnología del medio ambiente. Tiene que ver con uso de las herramientas de la ingeniería genética y biología molecular para mejorar el ambiente. Entre sus objetivos está la biorremediación, biofiltros, conservación de especies, protección del medio ambiente, optimización de procesos de reciclaje (bacterias que degradan el petróleo, uranio o metales pesados), entre otros.

Biotecnología Rosa: Se refiere a áreas de propiedad intelectual, patentes y bioseguridad de los procesos en los que interviene algún organismo vivo o alguna biomolécula obtenida de ellos. Los aspectos legales de la biotecnología y su aplicación.

Biotecnología Dorada: Es la bioinformática. Se refiere al uso de las herramientas informáticas y modelos computacionales (programas y algoritmos) disponibles para el diseño de drogas, enzimas, rutas metabólicas (*in silico*); así como también novedosas nano estructuras dentro de contextos biológicos.

Biotecnología naranja: Dedicada a la formación y difusión de la biotecnología y sus aplicaciones.

Esta clasificación no es única, la biotecnología al estar en expansión abre nuevas áreas de estudio y aplicación, por lo que pueden surgir más colores para nuevas aplicaciones, como la biología sintética.

5.1 La biotecnología en México y el mundo

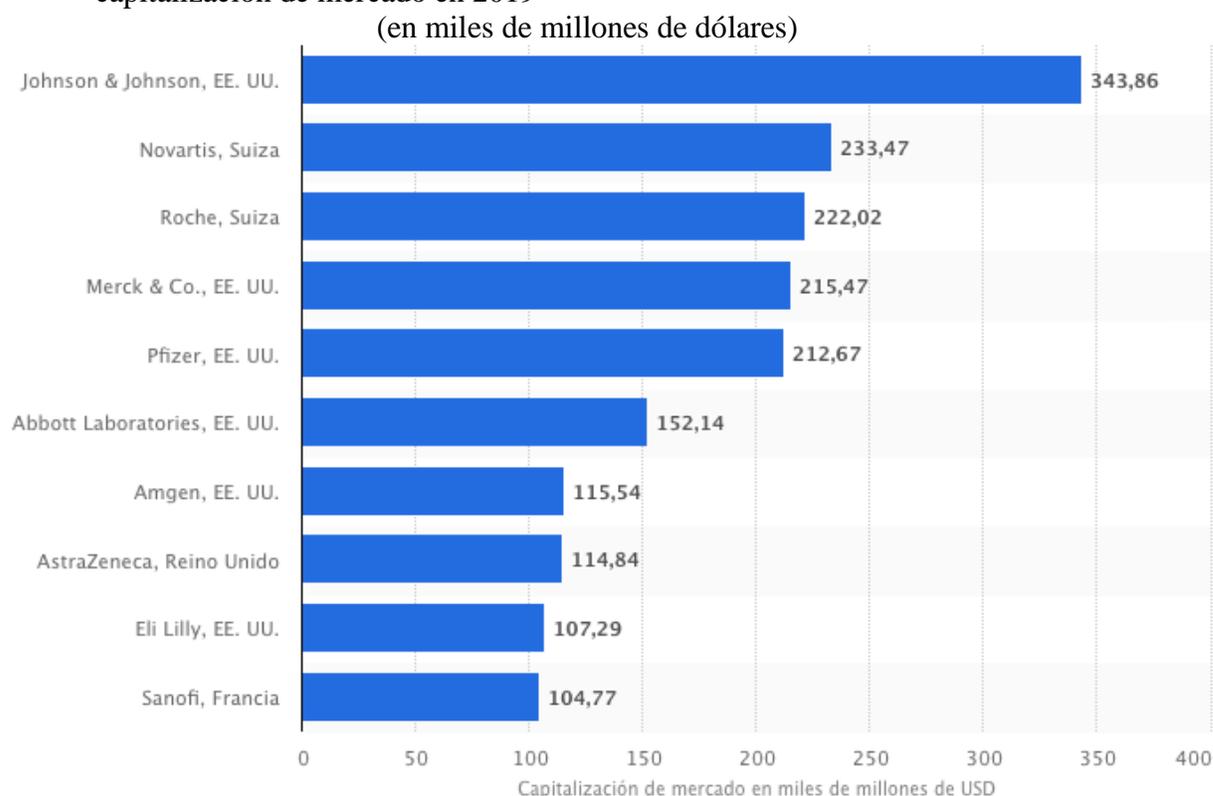
Antes de profundizar en el sector biotecnológico en México, es importante conocer el panorama mundial de este sector para saber el potencial que tiene el país frente a las grandes potencias en innovación biotecnológica.

La biotecnología es un sector complejo, y es el más claro ejemplo de sector que sigue un modelo no lineal de innovación, ya que requiere un alto nivel de I+D+i para el desarrollo de sus procesos y productos, requiere grandes cantidades de capital de inversión, el tiempo para el desarrollo de los productos es de largo alcance, además de la incertidumbre en la factibilidad comercial. Por lo anterior, la PI tiene mayor relevancia en este tipo de sector.

Las empresas biotecnológicas líderes a nivel mundial poseen una capacidad de concentración de mercado que les permite establecer fuertes barreras de entrada (tecnológicas,

cognitivas y de mercado) a nuevos competidores, como sería el caso de empresas mexicanas, además de que éstas tienden a poseer mayores limitaciones en sus capacidades científicas, de absorción tecnológica y financieras. Pese a esto, las empresas mexicanas han desarrollado algunas estrategias de inserción (Morales, Amaro y Stezano, 2019). En el mundo se registran miles de millones de dólares por empresas de biotecnología (Gráfico 4). Aunque esto es una aproximación, es una cifra significativa para un sector que hace 40 años no existía.⁷⁹

Gráfico 4. Ranking mundial de las empresas biotecnológicas y farmacéuticas por capitalización de mercado en 2019



Fuente: Statista, 2020.

En la tabla se puede observar cómo Estados Unidos destaca con las principales empresas, le siguen algunos países de la Comunidad Europea. En general se aprecia que los niveles de facturación alcanzados por estas empresas es el resultado del rápido crecimiento de un sector que se basa en la I+D+i.

⁷⁹ En 1976 se lanzó *Genetech*, considerada como la primera empresa biotecnológica (moderna), a partir de los intereses de un científico y un emprendedor.

5.1.1 Desarrollo e importancia de la biotecnología en México

México cuenta con importantes instituciones relacionadas con el sector de biotecnología, entre las principales están las siguientes:

- Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, A. C. (SMBB). Fundada en 1982, se ha consolidado como la principal agrupación científica y profesional en el área de la Biotecnología en México. Asocia y representa a los profesionales y estudiantes interesados en el desarrollo y la divulgación de la biotecnología y la bioingeniería a nivel nacional (más de 1100 socios).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Encargada de la investigación aplicada y básica que compila y genera información de biodiversidad.
- Instituto Nacional de Medicina Genómica (INMEGEN). Líder en investigación genómica, busca generación de aplicaciones genómicas innovadoras para la salud.
- Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM). Órgano del Poder Ejecutivo Federal, establece políticas de seguridad biotecnológica de OGMs.
- Subcomité Especializado en Agricultura (SEA) antes Comité Nacional de Bioseguridad Agrícola (CNBA). Órgano de consulta de la Dirección General de Sanidad Vegetal de la SADER conformado por expertos en diversas áreas para el análisis de solicitudes de liberación de OGM y el establecimiento de regulaciones y políticas.
- Subcomité de Medio Ambiente (SEMA). Coordinado por el Instituto Nacional de Ecología (INE). Encargado de desarrollar el marco metodológico de la liberación al medio ambiente de OGMs y elaborar protocolos de riesgo.
- AgroBIO México: Asociación civil que agrupa empresas de biotecnología agrícola.
- Asociación Mexicana de Genética Humana A.C. Fomenta la interacción y desarrollo entre profesionales de genética humana o ciencias afines.
- Asociación Mexicana de Industrias de Investigación Farmacéutica A.C. Agrupa empresas enfocadas a la comercialización de medicamentos innovadores.
- Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). En productos biotecnológicos es la encargada de la protección contra riesgos sanitarios.
- Cámara Nacional de la Industria Farmacéutica (CANIFARMA). Representa la industria farmacéutica en México ante las autoridades, sus objetivos son la regulación sanitaria, investigación e innovación y desarrollo económico-político industrial.

- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). Su finalidad es reducir riesgos en materia agrícola, acuícola, pesquera y pecuaria.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Verifica y certifica origen y calidad de semillas, protege a quien obtiene nuevas variedades de plantas y coordina acciones de recursos fitogenéticos para alimentación y agricultura.
- Secretaría de Salud (SSA): Dependencia del Poder Ejecutivo encargada de la prevención de enfermedades y promoción de la salud.

En México, la promoción del desarrollo de la industria biotecnológica ha tomado disímil importancia para los gobiernos en turno. En el PND 2007-2012, se denota su importancia en el área de ciencias de la salud como motor generador de empleos en el país, mencionando la necesidad de establecer una agenda nacional que incentive dicha investigación, particularmente en el área biotecnológica, pero que también facilite y estimule el registro de patentes de nuevos procesos y productos, e impulse la comercialización e industrialización de los mismos⁸⁰ (PND, 2007). En el PND 2013-2018 se reconocen los importantes logros en algunas áreas (como biotecnología, medio ambiente, ingeniería, entre otras), se propone que el incremento de la inversión pública y privada debe ir de la mano con el fortalecimiento de los mecanismos de vinculación para traducirse en una mayor productividad (PND, 2013). Asimismo, se establece en la estrategia 4.10.4⁸¹ aprovechar el desarrollo de la biotecnología, cuidando el medio ambiente y la salud humana (PND, 2013). Ahora en el PND 2019-2024 no se presta la misma atención al sector de biotecnología, porque no se menciona, pero en general se establecen escasos objetivos respecto a la CTI: “El gobierno federal promoverá la investigación científica y tecnológica; apoyará a estudiantes y académicos con becas y otros estímulos en bien del conocimiento. El CONACYT coordinará el Plan Nacional para la Innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos y empresas.” (PND, 2019). En este sentido, no es prioridad de la administración actual establecer

⁸⁰ Estrategia 8.1 del Objetivo 8. Garantizar que la salud contribuya a la superación de la pobreza y al desarrollo humano en el país (PND, 2007).

También en la Estrategia 8.2 se menciona el objetivo de garantizar un blindaje efectivo contra amenazas epidemiológicas en respuesta oportuna a desastres para mitigar el daño al comercio, la industria y el desarrollo regional. Lo anterior se logrará con la instalación y mejoramiento de laboratorios de bioseguridad y unidades de inteligencia para emergencias de salud que permitan detectar oportunamente contingencias potencialmente dañinas para la población, permitirán fortalecer la alerta ante cualquier amenaza epidemiológica que pudiera poner en riesgo la seguridad nacional, la planta laboral y las actividades productivas (PND, 2007).

⁸¹ Estrategia 4.10.4. Impulsar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del país (PND, 2013).

agendas puntuales en sectores estratégicos de innovación tecnológica, como la biotecnología o nanotecnología. Aun así, es importante el esfuerzo que se ha realizado en administraciones pasadas para propulsar sectores de alto valor agregado y contenido tecnológico, como la biotecnología, nanotecnología o mecatrónica, en la generación de empresas que puedan sobrevivir sin el cobijo de los apoyos gubernamentales.

Ante la actual desacreditación y disminución de apoyos al sector de biotecnología, Jaime Ortega López, investigador del Cinvestav y presidente de la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería, señala que “La Biotecnología en México significa más de 40 años de trabajo de científicos y tecnólogos mexicanos, que, junto a instituciones de educación superior, han consolidado esta disciplina científica. Como área importante del conocimiento seguirá su desarrollo en el mundo y su desacreditación en el país solo aumentará nuestro rezago y dependencia tecnológica; el mayor riesgo es no utilizarla, promoverla y desarrollarla” (Cinvestav, 2020).

Y es que el desarrollo de la biotecnología en México asegura independencia tecnológica y alimentaria. Con enfoque en el sector agrícola, el uso de la biotecnología permite aprovechar la riqueza que tiene el país en biodiversidad. Entre algunas acciones que se pueden realizar se encuentran las siguientes: adquirir muestras e insumos para mejorar los cultivos, hacer trazabilidad (identificar y hacer seguimiento de especies) para promover su protección y evitar su robo, acelerar y mejorar procesos para el diagnóstico, detección de transgénicos, identificar enfermedades o una posible contaminación. Los principales insumos que se requieren en la agricultura se obtienen de la biotecnología: remediación de suelos, biofertilización o abonos orgánicos, compostaje, estimulantes de crecimiento, herbicidas y bioinsecticidas, entre otros; de ahí su importancia en México y otros partes del mundo.

Capítulo 6. Estudio empírico

En esta parte de la investigación se realiza el estudio cuantitativo que utilizará el análisis econométrico para poder responder la primera pregunta de investigación, para ello se proponen algunos modelos que ayuden a entender cómo se comportan las empresas del sector de biotecnología ante un programa que sigue un modelo de innovación lineal.

6.1 Análisis econométrico

Para responder la primera pregunta de investigación, ¿Cuál es el efecto que tiene una política pública que sigue un modelo lineal en un sector de innovación no lineal?, el diseño de investigación requiere información y datos específicos macro sobre las empresas del sector de biotecnología, ya que para este primer estudio se considera como objeto de estudio al sector biotecnológico. Para ello se requiere un modelo econométrico que permita medir la innovación del sector de biotecnología que se refiere al sector con una lógica no lineal y compararlo con un sector lineal. En este estudio se busca entender si la variable independiente que es el PEI tiene un efecto o no en un sector no lineal y en un sector lineal. Para ello se requiere analizar el sector y conocer el impacto con el PEI.

Con datos suficientes se puede conocer el sector no lineal (biotecnología) antes de la variable independiente (PEI) y después de la variable independiente. Lo anterior con ayuda de agregados de variables que ayudan a medir el grado de innovación global del sector no lineal, considerando que algunas empresas innovan más que otras o que algunas empresas tuvieron más éxito que otras después de la variable independiente.

6.1.2 Planteamiento del modelo

Con la información de las bases de datos que arroja la ESIDET-MBN 2014, se construyen los siguientes modelos econométricos:

Modelo 1: Regresión de efectos interactivos

Para medir el impacto del PEI en la intensidad de innovación de productos o servicios de las empresas de un sector no lineal (biotecnología).

$$Inno = \beta_0 + \beta_1 (PEI) + \beta_2 (model_innov) + \beta_3 (PEI * model_innov) + \beta_4 (competitiv) + \beta_5 (maturity) + \varepsilon_{...i}$$

Modelo 2: Logit.

Para medir el efecto del PEI en la innovación de productos y/o servicios de las empresas.

$$\ln \left[\frac{Pr(\text{innovation}=1)_i}{1-Pr(\text{innovation}=1)_i} \right] = \beta_0 + \beta_1 (PEI)_i + \beta_2 (\text{model_innov}) + \beta_3 (PEI) * (\text{model_innov}) + \beta_4 (\text{competitiv}) + \beta_5 (\text{maturity}) + \varepsilon_i$$

En donde:

Inno: Innovación de un producto o servicio de biotecnología. Es la variable dependiente que mide el grado de innovación de las empresas del sector de biotecnología.

Innovation: Variable dependiente que mide el número de productos nuevos o mejorados introducidos en el mercado durante el periodo 2012 – 2013.

Nivel de medición: Variable continua.

In_innovation. Variable independiente que mide si un producto, servicio, método o proceso nuevo o mejorado fue introducido en el mercado en el periodo 2012-2013.

Nivel de medición: Variable dicotómica.

PEI: Variable interviniente que se refiere al instrumento de política pública de CTI en sus tres modalidades: Proinnova, Innovapyme e Innovatec.

Nivel de medición: Variable *dummy*.

Model_innov: Variable independiente que mide el sector de innovación al que pertenecen las empresas (de acuerdo a la clasificación de la OCDE por ramo de actividad – 61 ramos).

Nivel de medición: Variable *dummy*.

PEI (model_innov): Interacción del PEI en sectores no lineales.

Variables *proxies* de innovación:

Competitiv. Variable independiente que mide el estado de competitividad de las empresas, de acuerdo al Índice de Competitividad Estatal (ICE).⁸² La competitividad de las empresas se clasifica en alta, media alta, media baja y baja.

Nivel de medición. Variable categórica.

Maturity. Variable independiente que mide el estado de madurez de las empresas de acuerdo a los años de operación. Se clasifica en empresas de reciente creación (0 - 5 años), jóvenes (6 – 25 años) y maduras (más de 26 años).

Nivel de medición. Variable categórica.

⁸² Índice de Competitividad Estatal y Urbana (ICE) 2018 del Insituto Mexicano para la Competitividad A.C. (IMCO).

6.1.3 Análisis de resultados

Algunos resultados de estadística descriptiva que son de interés para el análisis de este estudio se pueden observar en la tabla 9. La evidencia empírica muestra que el PEI como instrumento de política pública que sigue un modelo lineal de innovación tiene un impacto positivo en la innovación de empresas del sector lineal. El fuerte impacto del PEI se refleja en el número de innovaciones de las empresas. Un resultado contrastante se muestra en las empresas que recibieron apoyo del PEI, ya que el número de innovaciones es cuatro veces mayor en comparación con aquellas empresas que no recibieron el apoyo del programa. Se puede observar que existen más empresas del sector lineal que del sector no lineal, este resultado se podría explicar a la alta complejidad de los procesos de innovación de los sectores no lineales.

El hecho de que el PEI fue un programa que operó desde el 2009 puede reflejar la alta participación de las grandes empresas (10%) en contraste con la participación de las micro, pequeñas y medianas empresas (6%). Las grandes empresas buscan maximizar sus recursos al obtener beneficios de programas que incentivan la innovación como el PEI, aunado a la experiencia y capacidad técnica-operativa para participar continuamente en programas gubernamentales. Un resultado interesante es que el programa hace un esfuerzo para promover el vínculo entre la academia y la industria al reflejar una alta participación de empresas que colaboran con dos o más CI (87%).

Los resultados de este estudio muestran la baja actividad innovadora de las empresas. De una muestra de 11,921 compañías, solo 405 compañías innovaron durante 2012 y 2013 (3.04%). El 96,6% de las empresas no están innovando. Esto refleja la importancia del gobierno de tener instrumentos eficientes que fomenten la innovación. El PEI evidencia un impacto positivo en el número de innovaciones de las empresas, con un promedio de 16 innovaciones por empresa que recibió el apoyo del PEI en contraste con 4 innovaciones por empresa que no recibió el apoyo del PEI, es decir el programa incentivó la innovación cuatro veces más en las empresas que recibieron el apoyo, respecto a las empresas que no lo recibieron.

Tabla 9. Estadística descriptiva

Variables	No. de observaciones	Frecuencia	Porcentaje	Media	Desviación estándar
1. La empresa realiza innovación	11,921				
Realizó innovación		405	3.40		
No realizó innovación		11,515	96.60		
2. Número de innovaciones realizadas por la empresa	632			5.37	25.19
3. Número de innovaciones realizadas por las empresas que recibieron apoyo del PEI	74			16.24	73.78
Recibieron apoyo	203			4.24	11.13
No recibieron apoyo					
4. La empresa recibió apoyo del PEI	1,335			0.13	0.34
Recibió apoyo		172	12.88		
No recibió apoyo		1,163	87.12		
Innovapyme	1,072				
Recibió apoyo		68.81	6.42		
No recibió apoyo		1,003.19	93.58		
Innovatec	922				
Recibió apoyo		96.53	10.47		
No recibió apoyo		825.47	89.53		
Proinnova	645				
Recibió apoyo		80.05	12.41		
No recibió apoyo		564.95	87.59		
5. Modelo de innovación de las empresas	8,357			0.68	0.47
Modelo lineal		6,596	78.93		
Modelo no lineal		1,761	21.07		
Modelo de innovación de las empresas (suavizado)	11,921				
Modelo semilineal		10,737	90.07		
Modelo no semilineal		1,184	9.93		
6. Madurez de las empresas	11,921			1.28	0.52
Reciente creación		405	3.40		
Joven		7,748	64.99		
Madura		3,768	31.61		
7. Competitividad	11,921			1.19	0.93
Alta		2,991	25.09		
Media alta		4,870	40.85		
Media baja		2,854	23.94		
Baja		1,206	10.12		

Fuente. Elaboración propia

Como resultado contra intuitivo, el impacto del PEI en los sectores de innovación no lineal es muy similar al impacto en los sectores de innovación lineal. Esto lleva a un análisis más robusto de los resultados. Como primer análisis, podría reflejarse que las empresas del sector no lineal comienzan a comportarse como empresas lineales. De esta forma, se verifica la hipótesis de que el modelo lineal de la política de CTI tiene efectos no deseados en sectores no lineales, ya que no tiene instrumentos que entiendan la lógica de los sectores de innovación no lineal.

Con esta información se puede demostrar que la oferta del gobierno de programas públicos que fomentan la innovación provoca un cambio en el comportamiento de las empresas. Dado que hay más empresas con un modelo de innovación lineal, los instrumentos de política

pública que fomentan la innovación están orientados a estos sectores de innovación. Lo anterior puede provocar que sectores de innovación no lineal que busquen obtener recursos a través de un instrumento de política pública, encuentran sólo aquellos que favorecen sectores de innovación lineal, por lo que se encuentran tentadas a solicitar el apoyo de gobierno, aunque sus procesos no necesariamente se ajusten a los requerimientos que el programa solicita.

Dentro de las limitaciones de esta investigación se puede encontrar que las compañías son analizadas en un momento dado y no podemos ver su comportamiento durante un período más largo para ayudarnos a ver su comportamiento en cómo participan con el programa PEI.

Tabla 10. Impacto del programa PEI en el modelo lineal estricto

	Modelo 1 Efectos interactivos (Y: número de innovaciones de las empresas)	Modelo 2 Modelo logarítmico (Y: log innovación de las empresas)
Innovación (variable dependiente)		1.06*** (0.46)
Grado de innovación (variable dependiente)	13.70 (0.07)	
PEI	12.62* (11.10)	1.27*** (0.48)
Modelo lineal	-2.375 (2.646)	0.44*** (0.01)
Modelo no lineal	-3.488 (4.058)	0.37*** (0.02)
PEI en modelo lineal	0.11 (0.99)	0.84** (0.06)
Competitividad	-1.38 (0.63)	2.53* (0.32)
Madurez empresarial	3.04* (0.41)	3.56*** (0.03)
Observaciones	183	183
R ²	0.057	0.057

Robust standard errors in parentheses
***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Fuente. Elaboración propia

Tabla 11. Impacto del programa PEI en el modelo lineal suavizado

	Modelo 1 Efectos Interactivos (Y: número de innovaciones de las empresas)	Modelo 2 Modelo logarítmico (Y: log innovación de las empresas)
Innovación (variable dependiente)		0.98*** (0.41)
Grado de innovación (variable dependiente)	11.27*** (0.17)	
PEI	11.25** (11.10)	0.868*** (0.306)
Modelo semilineal	-1.765 (6.623)	0.60*** (6.76)
Modelo no semilineal	-1.871 (21.11)	0.69*** (3.24)
PEI en modelo semilineal	16.78* (0.22)	1.09*** (0.04)
Competitividad	1.80 (0.71)	3.57** (0.07)
Madurez empresarial	2.45* (34.11)	3.32*** (4.92)
Observaciones	183	183
R ²	0.057	0.057

Robust standard errors in parentheses
***p<0.01, **p<0.05, *p<0.1

Fuente. Elaboración propia

6.2 Estudio de caso. Impacto del PEI en una empresa del sector de biotecnología

En esta sección se muestra la segunda parte de la metodología que es más cualitativa, se refiere al estudio de caso que se llevó a cabo para conocer el impacto que tiene el PEI en una empresa de biotecnología. Se muestra la metodología utilizada para la selección del estudio de caso y el análisis general de los casos de estudio. En la metodología para la selección del estudio de caso se muestra la ruta que se siguió para llegar a las empresas que se utilizaron para medir el impacto del PEI, así como la justificación de por qué se eligió este camino. También se describe el trabajo de campo realizado para las entrevistas a los directores de los CPI y los encargados de los programas PEI en los CPI. En el análisis general se describen las conclusiones generales sobre las entrevistas a las empresas estudiadas, las diferencias y similitudes presentadas, así como las particularidades específicas que muestra cada empresa.

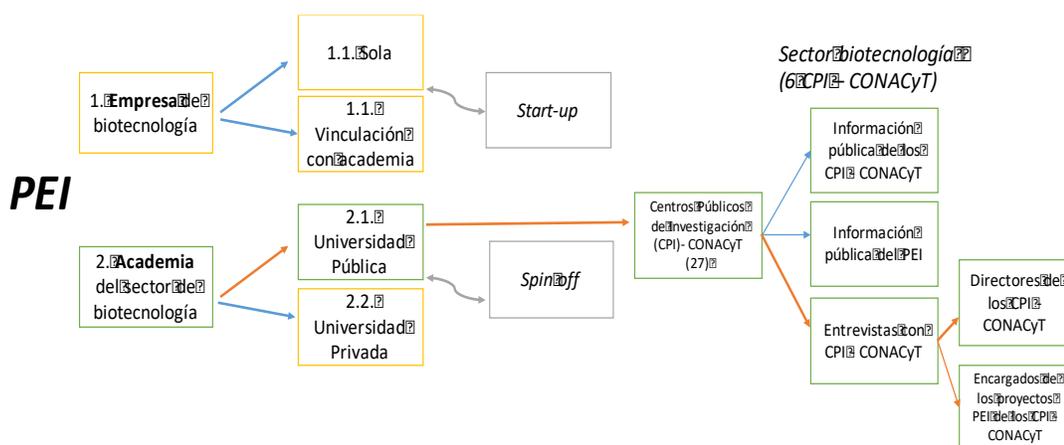
6.2.1 Metodología para la selección del estudio de caso.

El punto central de la investigación es analizar el efecto que tiene un paradigma lineal de política pública de innovación en un sector tecnológico no lineal. Para esto se analiza el actual modelo

de la política pública de CTI que asume una cadena causal lineal. El pensamiento del diseño del estudio de caso parte de la pregunta de investigación ¿Cuál es el impacto que tiene el PEI como instrumento de una política pública lineal en empresas de un sector no lineal? y de la proposición teórica de este trabajo que analiza la relación entre la política pública en México enfocada en fomentar el desarrollo tecnológico y competitividad en las empresas, que sigue preferentemente un modelo lineal y el proceso de innovación en sectores de conocimiento no lineales. Para ello se utiliza como instrumento de la política pública de CTI al PEI.

De acuerdo a la ruta que puede seguir el desarrollo de innovación biotecnológica, la unidad de análisis del estudio de caso es la empresa y se explica por qué se elige esta ruta para la selección del caso. Primeramente, se identifican dos vías para la generación de innovación en biotecnología, a través de las empresas del sector biotecnológico, o a través de la academia que realiza investigación en el área de biotecnología. Por lo anterior se eligen empresas del sector de biotecnología que se hayan vinculado con algún CI para el desarrollo de un producto o servicio de innovación en biotecnología. Para llegar a las empresas, se hace a través de la academia y más específicamente de los Centros Públicos de Investigación de CONACYT (CPI) que se enfocan a la investigación y desarrollo de biotecnología. Se sigue este camino para poder seleccionar exclusivamente proyectos que han sido apoyados a través del PEI. Por medio de los responsables de los proyectos PEI es que se obtiene información de los proyectos biotecnológicos que han colaborado con empresas del sector. Ver figura 11.

Figura 11. Selección de estudio de caso



Fuente: Elaboración propia

En el trabajo de campo se tiene una primera aproximación con los directivos de los CPI que dentro de sus objetivos o líneas de investigación se encuentra el sector de biotecnología. Este

primer contacto permite tener información de primera mano sobre cómo se desarrolla el sector desde un CPI, cuáles son las principales dificultades que presenta el sector en vinculación con la empresa y principalmente cuando participa en el programa PEI. La intención de esta primera entrevista con los directores de los CPI seleccionados es poder acceder a los proyectos que han trabajado con el PEI, para después seleccionar las empresas del sector de biotecnología para los estudios de caso. Dentro de la información cualitativa que se obtiene de estas entrevistas se encuentra la percepción de los directores de los CPI respecto al sector y los programas públicos que incentivan la innovación en el sector de biotecnología. Ver Tabla 12.

Tabla 12. Cuestionario a directores de los CPI.

No.	Pregunta de investigación	Método
1.	¿Cuál es el impacto que tiene el PEI como instrumento de una política pública lineal en empresas de un sector no lineal?	Entrevista
Preguntas cuestionario		
	Pregunta	Objetivo
1.	¿En su CPI han trabajado proyectos con el PEI?, ¿aproximadamente cuántos proyectos de biotecnología se han trabajado en conjunto con empresas del sector para el programa PEI?, ¿Cuáles proyectos considera que son exitosos y cuáles han tenido mayores dificultades para desarrollarse?	Obtener información sobre los proyectos que se han vinculado con empresas a través del programa PEI. Ya sea que pueda proporcionar algunos nombres o el contacto con quién obtener esta información
2.	¿Han surgido empresas biotecnológicas a partir del desarrollo de algún proyecto o investigación? ¿Si es así, cuántas de ellas se han beneficiado de colaborar en algún proyecto PEI?	Medir el impacto del PEI en la creación de empresas del sector de biotecnología
3.	¿Cuáles son las principales dificultades que presenta un proyecto de biotecnología para convertirse en innovación? Es decir ¿Dentro del proceso de innovación qué factor considera que es de mayor demanda o atención para que el proyecto sea exitoso o no (tiempo de desarrollo, financiamiento por riesgo de inversión, propiedad intelectual...)	Conocer los factores críticos del proceso de innovación en un sector tecnológico no lineal de innovación.
4.	¿Cuál es el mayor beneficio de vincular un proyecto de biotecnología con una empresa del sector a través del programa PEI? o en su caso ¿cuál es la mayor dificultad de hacerlo a través del PEI?	Conocer el Impacto positivo del PEI en la vinculación con las empresas del sector con los CPI.
5.	¿Cuál es la principal dificultad de vincular un proyecto de biotecnología con las empresas del sector? ¿El PEI facilita esta vinculación?	Conocer las dificultades de un instrumento que sigue un modelo lineal en la vinculación con las empresas de un sector no lineal.
6.	¿Cuáles son los principales productos o resultados derivados de participar en el programa PEI? ¿Cómo se beneficia la empresa, el proyecto en sí y el CPI?	Conocer los beneficios del CPI y los proyectos de biotecnología en el programa PEI.
7.	¿Considera que el PEI facilita o entorpece el proceso de innovación de un producto de biotecnología?	Conocer la percepción del director del CPI sobre los efectos de un sector no lineal cuando se quiere alinear a un programa que sigue un modelo lineal.
8.	¿Qué otros programas gubernamentales se consideran que promueven la innovación en el sector de biotecnología? ¿Cuál programa cree que es de mayor beneficio para el sector? ¿Considera oportuno que existiera un programa específico que atendiera las necesidades del sector o los programas existentes funcionan bien y sólo habría que realizar algunos ajustes?	Conocer la oferta pública sobre los apoyos y programas gubernamentales o no a los que el CPI ha accedido para la innovación de los proyectos del sector de biotecnología.

9.	En su opinión qué mejoras propondría para facilitar el proceso de innovación en el sector de biotecnología.	Conocer la opinión del director del CPI sobre las etapas más críticas del proceso de innovación para proyectos del sector de biotecnología y cómo podrían mejorarse.
----	---	--

Fuente: Instrumento de investigación de elaboración propia.

Los CPI enfocados al sector de biotecnología son los siguientes:

1. Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ).
2. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR)
3. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California (CICESE).
4. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. (CICY).
5. Instituto de Ecología (INECOL).
6. Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT).

La intención inicial de entrevistar a los directores de los CPI que se dedican al sector de biotecnología fue tener acceso a los proyectos PEI que colaboraron con el sector empresarial del área biotecnológica a través de los responsables de los proyectos PEI en el CPI, así como también conocer su punto de vista sobre el programa PEI. Derivado de las entrevistas se pudieron identificar los principales problemas que se enfrentan al operar con un programa como tal, los beneficios que han obtenido al participar en el programa, así como la colaboración con el sector empresarial que fomenta el PEI para el desarrollo de productos y servicios de innovación.

Una vez analizado las entrevistas a los directores de los CPI, y al contactar a los responsables de los proyectos PEI de los centros, se conoce el universo de proyectos a analizar para la selección del estudio de caso. Ver tabla 13.

Es importante destacar que las entrevistas a los directores de los CPI fueron presenciales, mientras que las entrevistas con los responsables de los proyectos PEI en cada uno de los CPI fue vía telefónica.

Tabla 13. Total de proyectos de los CPI

CPI	Proyectos biotecnología	Proyectos PEI biotecnología	Proyectos destacados PEI biotecnología
1. CIATEJ	243	60	4
2. CIBNOR	335	77	2
3. CICESE	185	15	5
4. CICY	123	53	3
5. INECOL	75	5	1
6. IPICYT	112	42	2
Total	1,073	252	17

Fuente: Elaboración propia.

De cada CPI se obtiene información heterogénea debido a las distintas formas de organización y estructura de los proyectos, por lo que se trató de homologar en la medida de lo posible la información obtenida para poder realizar un análisis deductivo de los proyectos proporcionados. De esta forma se puede observar en la Tabla 11 que cada CPI estudiado concentra su total de proyectos de biotecnología de todos los programas en los que participa, de ahí se reduce el número de los proyectos que participaron en el programa PEI. De este número de proyectos se seleccionan los proyectos que los responsables de operar el programa PEI en los CPI sugieren que tuvieron buenos resultados y consideran casos de éxito o proyectos destacados. Lo anterior lo determinaron por el seguimiento del proyecto después de terminado el PEI, por continuar el desarrollo de manera individual por parte de la empresa o en colaboración con el mismo CPI en otro programa PEI, y en algunos casos por tener como resultado un producto de innovación, al lograr aplicar el resultado en la empresa o comercializarlo a través de ella. En seguimiento a estos proyectos, se identificó a la empresa de biotecnología para seleccionar los estudios de caso. En la tabla 14 se muestra una descripción general de las empresas preliminares con las que se inició contacto para la selección de las empresas.

Tabla 14. Empresas de biotecnología apoyadas con PEI en colaboración con CPI.

CPI-Empresa	Oficinas/Plantas	Ramo/Producto	Tamaño	Proyecto PEI	
	CIATEJ				
• Sucroliq	CDMX, Tlaxiapa, Tlaxcala, Amecameca	Alimenticio	Elaboración de azúcar	Mediana	Extracción de stevia
• El Danés	Gómez Palacio, Durango	Alimenticio	Cuajalote derivados	Mediana	Enzima coagulante
• Agrostevia	CDMX	Alimenticio	Stevia	Mediana	Mejoramiento de stevia
• Solo Café de Calidad	Coatepec, Veracruz	Alimenticio	Café	Mediana	Café sostenible
• Kurago	San José del Verde, Jalisco	Alimenticio	Alimentos fermentados	Pequeña	Vector intestinal
	CIBNOR				
• Promotora Industrial Acuasistemas	La Paz, Baja California Sur	Alimenticio	Productos acuícolas	Mediana	Cultivo de peces
• Granjas Marinas de Sinaloa	La Paz, Baja California Sur	Acuicultura	Camarón	Grande	Producción de camarón
	CICESE				
• SILANES	Toluca, Edomex	Farmacéutica	Vitaminas, antivenenos	Grande	Molécula innovadora
• UNIMA	Zapopan, Jalisco	Biotecnología	Equipo diagnóstico	Start-up	Influenza aviar
	CICY				
• Los Danzantes	Oaxaca	Alimenticio	Mezcal	Pequeña	Germoplasma de agave
• Agronegus	Campeche	Agroindustria	Stevia	Pequeña	Cultivo de stevia
• Sureste Sustentable	Yucatán	Biotecnología	Pinturas ecológicas	Pequeña	Recubrimiento natural
	IPICYT				
• Colimotes Productivos	Coahuila	Alimenticio	Procesadora de frutas	Pequeña	Extracto de mangiferina
• Grupo Canel's	San Luis Potosí	Alimenticio	Confitería	Grande	Chicle amigable con el medio ambiente

Fuente: Elaboración propia

Con la información de las empresas derivadas de los proyectos PEI (tabla 14) se tuvo contacto con todas las empresas para elegir dos con las que se pudiera trabajar. Por lo anterior se eligieron dos empresas pequeñas del sector de biotecnología para su estudio a profundidad (ver tabla 15).

Tabla 15. Proceso de selección de empresas para estudio de caso

CPI	Proyectos biotecnología	Proyectos PEI biotecnología	Proyectos destacados	Empresas pre-seleccionadas	Empresas seleccionadas
CIATEJ	243	60	4	5	KURAGO
CIBNOR	335	77	2	2	-
CICESE	185	15	5	2	UNIMA
CICY	123	53	3	3	-
INECOL	75	5	1	-	-
IPICYT	112	42	2	2	-
Total	1,073	252	17	14	-

Fuente: Elaboración propia

Para determinar los FCCPI y poder medir el impacto del PEI. Se mantuvieron distintas entrevistas vía telefónica y por video llamada con las empresas seleccionadas para poder aplicar los cuestionarios y obtener la información necesaria que nos permitiera conocer a fondo la empresa y el desarrollo de los proyectos de innovación en biotecnología (ver figura 12).

Figura 12. Empresas de estudio de caso

KURAGO BIOTEK HOLDING, SAPI de C.V.

Tamaño: Empresa pequeña, desde 2004.

Ubicación: San José el Verde, Jalisco

- Sector: Alimenticio
 - Subsector: Alimentos biotecnológicos fermentados
 - Actividad económica: Otros materiales, procesos y productos relacionados

UNIMA Diagnósticos de México, S. de R.L. de C.V.

Tamaño: Empresa pequeña (*start-up*), desde 2016.

Ubicación: Zapopan, Jalisco

- Sector: Investigación y Desarrollo
 - Subsector: Equipo de diagnóstico clínico
 - Actividad económica: Desarrollo y comercialización de pruebas de diagnóstico de enfermedades

Fuente: Elaboración propia

1. KURAGO Biotek Holdings, SAPI de CV

Información de la empresa

Misión: Mejorar la salud y nutrición humana a través de los alimentos biotecnológicos fermentados.

Visión: Ser la empresa líder en alimentos biotecnológicos fermentados, mediante innovación en cultivos de bacterias benéficas las cuales generan: balance, bienestar, salud y armonía en los seres vivos.

Tabla 16. Proyectos PEI del estudio de caso (empresa KURAGO)

1. Desarrollo biotecnológico de un vector intestinal con efecto antiinflamatorio e inmunomodulador.	2. Moléculas bioconjugadas prebióticos/omega-3 y otros ácidos grasos. Proceso de obtención, caracterización y validación de
---	---

	aplicaciones anti inflamatorias en modelo in vitro.
Vinculación: <ul style="list-style-type: none"> - CIBNOR - CIATEJ - Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán (INCMNSZ) 	Vinculación: <ul style="list-style-type: none"> - CIBNOR - CIATEJ
Año: 2013 Proinnova (Continuación de PEI 2012 Proinnova)	Año: 2012 Proinnova

Descripción

<p>En el proyecto 2012 se lograron sintetizar varios bioconjugados de fructanosacilados. En el proyecto 2013 se validó una de sus posibles aplicaciones, la de vector intestinal con efecto antiinflamatorio e inmunomodulador. La validación se realizó en un simulador intestinal.</p> <p>Aplicaciones: En productos de consumo tanto para el área de alimentos funcionales como producto tópico igualmente funcional.</p> <p>Líneas de investigación derivadas del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Procesos biotecnológicos para la acilación de fructanos (prebióticos) para potenciar y modificar su bioactividad. -Validación de una aplicación de los bioconjugados como Vectores intestinales con propiedades antiinflamatorias. -Integración de vector en dos productos tipo ambos de consumo para el área alimenticia y tópica <p>El proyecto es novedoso por la ausencia de reportes de acilación de fructanos por vía enzimática para formar bioconjugados sinérgicos y por los enormes potenciales de aplicación biotecnológica de los productos.</p>	<p>Moléculas bioconjugadas prebióticos/omega-3 y otros ácidos grasos, su proceso de obtención, caracterización y validación de aplicaciones anti inflamatorias en modelo in vitro, / Continuación del proyecto ECO-C01-145686.</p> <p>La continuación de este proyecto consiste en el reto científico de obtener al menos una molécula bioconjugada con prebióticos / ácidos grasos con la finalidad de lograr que la molécula bioconjugada sea prebióticos / omega-3. Las aplicaciones de esta nueva molécula parten de los antecedentes de la mezcla de estos dos elementos en la industria alimenticia, farmacéutica, cosmética.</p> <p>Objetivo General</p> <p>Generación de procesos de obtención y prototipos de nueva molécula bioconjugada prebiótica-Omega-3 y otros ácidos grasos, protegida bajo esquema de patente PCT, para consumo humano como nutracéutico.</p>
---	--

<p>Los impactos en la salud que pueden brindar los vectores provienen de su composición bioconjugada tanto de fructanos que como fibra prebiótica llega intacto a nivel intestinal y que ha mostrado también ayudar a reducir la inflamación de la mucosa intestinal; como de la parte acilante que <i>per se</i> tiene propiedades antiinflamatorias y contra colitis y síndrome de Crohn documentadas.</p> <p>Para este tipo de moléculas bioconjugadas, también se han reportado otras propiedades biológicas como antitumorales.</p>	
--	--

Proceso

<p>Primera parte: se realizó el escalamiento de las síntesis de los bioconjugados biocatalizada por lipasas certificadas para aplicación en alimentos en una escala que permita realizar las pruebas de propiedades tecno-funcionales y biológicas.</p> <p>Segunda parte: se validaron las propiedades tecno-funcionales, ya que este tipo de moléculas por su naturaleza son también bio-surfactantes y espumantes al tener la parte polar (azúcares) y no polar (ácido graso).</p> <p>Tercera parte: se consideró la evaluación de los productos que se obtuvieron en las etapas previas.</p> <p>Una vez purificados y caracterizados los vectores se realizaron cinéticas de liberación de los compuestos bioactivos, en el seno del tracto digestivo humano, usando para ello un simulador que permitió estudiar la interacción de los vectores con la microflora intestinal en las condiciones fisiológicas apropiadas, haciendo seguimiento en los diferentes compartimentos del tracto digestivo: estómago, intestino delgado, colon</p>	<p>Resultados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Proceso de obtención de al menos una nueva molécula biconjugada (a nivel laboratorio). 2) Prototipo del biocatalizador seleccionado para el proceso y datos del proveedor. 3) Prototipo de la nueva molécula 4) Evaluación biológica (probiótica, toxicológica, y evaluación (in vitro) de la actividad antiinflamatoria). 5) Memoria descriptiva para la solicitud patente redactada. 6) Registro de marca. 7) Aplicaciones de prototipo. <p style="text-align: center;">Impactos / Metas</p> <p>Los bioprocesos contemplados, son ecológicamente limpios, pues los insumos, sub productos y productos, no tienen nivel de toxicidad y sus riesgos son nulos por su inocuidad, por lo que la regulación los centra como insumos para alimentos, al no contar México con una regulación específica en materia de alimentos funcionales, aunque de acuerdo al CODEX Alimentarius de la FAO/OMS,⁸³ los productos naturales</p>
---	---

⁸³ El Codex Alimentarius es una colección de normas alimentarias aceptadas internacionalmente y presentadas de modo uniforme. La Comisión del Codex Alimentarius se encarga de ejecutar el Programa Conjunto FAO/OMS

<p>ascendente, colon transverso y colon descendente.</p> <p>Asimismo, se evaluaron los metabolitos productos de la digestión de los vectores, con respecto de su capacidad antiinflamatoria y ésta se midió por dos sistemas diferentes: por la capacidad antioxidante que los metabolitos generados puedan mostrar y por la activación-inhibición de moléculas involucradas en los procesos inflamatorios, medidos en líneas celulares de colon.</p> <p>Se estudió la relación que guarda la microflora intestinal por el consumo de vectores, cuantificando dos microorganismos patógenos relacionados con procesos inflamatorios en todo el proceso digestivo, con el objetivo de determinar si el consumo de vectores contribuye en la disminución de la población patógena, con responsabilidad en la generación de padecimientos y enfermedades como el cáncer de colon, colitis inflamatoria, síndrome de colon irritable y enfermedad de Crohn, entre otras.</p> <p>Con el prototipo de vector desarrollado se procedió a su aplicación en dos productos de consumo en dos ramas alimenticia y tópica, ambos con una clara demanda y un mercado ya construido por KURAGO biotek, lo que permitió mantener la empresa a la vanguardia en materia de innovación en productos de consumo funcional con validación de biomarcadores definidos para demostrar la funcionalidad de los mismos.</p> <p>Problemática que resuelve el proyecto. Es importante conocer la eficiencia de las moléculas a nivel biológico para poder proyectar su uso como vectores intestinales.</p>	<p>procesados con enzimas (como en el proceso propuesto), siguen conservando la etiqueta de -producto natural- y el uso de enzimas está autorizado (y recomendado) en diversas aplicaciones en alimentos.</p> <p>La aplicación de nuevo conocimiento esta aplicado a nueva molécula que a su vez está aplicado en tres alimentos funcionales y un nuevo producto como materia prima para industria alimentaria, farmacéutica, cosmética y de complementos y suplementos.</p> <p>Desarrollo de un nuevo bio-proceso de obtención.</p> <p>Mejoras a la salud, nutrición infantil. Ayuda en el desarrollo cerebral por acción de ácido graso omega-3 y en alta especialidad en nutrición médica con adyuvante en tratamiento de quimio y radio terapia en cáncer.</p> <p>Capacitación de los investigadores y estudiantes participantes mediante estancias en las instituciones extranjeras participantes.</p> <p>Mejora la nutrición a través del efecto prebiótico generando un balance en la microbiota intestinal para la absorción de nutrimentos de los alimentos consumidos.</p> <p>Promoción del desarrollo regional mediante la promoción de biotecnología protegida y patentada 100% mexicana y producción primaria de inulina de Agave tequilana <i>Weber var azul</i>.</p> <p>Reducción en el sector público en programas de desarrollo social en nutrición infantil especialmente para niños base de la pirámide y en sector salud para incremento de eficacia y eficiencia en tratamientos de</p>
--	--

sobre Normas Alimentarias con el objeto de proteger la salud del consumidor y asegurar la aplicación de prácticas equitativas en el comercio de los alimentos.

<p>Adicionalmente se validó el beneficio a la salud contra problemas de salud intestinal derivados de patógenos o inflamación intestinal como colitis y síndrome de Crohn, estos últimos no tienen cura actualmente y los medicamentos paliativos causan molestos efectos secundarios.</p> <p>Integración a una matriz de alimento que permitirá sustitución de importaciones de dos productos funcionales actuales ácidos grasos y prebiótico</p> <p>Integración a una matriz tópica que permitirá sustitución de importaciones de dos productos funcionales actuales ácidos grasos y prebióticos.</p> <p>** Soporte de la sustentabilidad y obtención de la patente</p> <p>Dada la novedad de la propuesta y que las búsquedas del estado del arte y de la técnica arrojaron que no existía al momento procesos y moléculas idénticas a las propuestas y con las aplicaciones contempladas; la solicitud de patente es totalmente factible y la comercialización por parte de la empresa de dichos productos hará que sea sustentable.</p> <p>Así mismo se desarrollará un biorreactor prototipo para el proceso de obtención <i>ad doc</i> con lo que se logrará un modelo de utilidad a proteger.</p> <p>Objetivo General:</p> <p>Desarrollo biotecnológico de un vector intestinal con efecto antiinflamatorio e inmunomodulador, para integración a dos productos de consumo, de alto valor agregado, uno en la industria alimenticia y otro en el área de aplicación tópica</p> <p>Resultados:</p>	<p>quimio y radioterapia en lo que es el 5to padecimiento de mayor impacto económico y prevalencia cáncer.</p> <p>Generación de 6 empleos directos y 20 indirectos.</p> <p>Generación de divisas mediante la exportación del insumo y costos por regalías y licenciamientos de transferencia tecnológica.</p> <p>Reducción de costos por sustitución de importación y disminución de manejo de materiales por hibridación de dos insumos funcionales en uno sola molécula bioconjugada.</p> <p>Elevación a la recaudación de ISR por incremento en las ventas</p> <p>Incremento en la rentabilidad por mejora a margen bruto vía reducción de costos en materias primas por sustitución de importaciones e hibridación de materias primas prebióticos y ácido graso omega-3 en un solo insumo.</p> <p>Incremento en la calidad por integración de insumos en una sola molécula bioconjugada común efecto combinado prebiótico y de desinflamación celular.</p> <p>Producción de una patente PCT</p> <p>Derecho de reserva de comercialización</p> <p>Generación de una marca registrada.</p> <p>Impacto en la productividad incrementado por la mejora en el manejo de materiales, administración del inventario y aprovechamiento en el consumo de materiales por hibridación de insumos en una nueva molécula bioconjugada.</p>
---	---

<ol style="list-style-type: none"> 1) Proceso y prototipo para el desarrollo del vector. 2) Caracterización físico-química, sensorial y tecno-funcional del vector. 3) Validación de la vectorización intestinal de una molécula modelo, mediante el estudio de una cinética de liberación. 4) Evaluación de actividad biológica: actividad antiinflamatoria (in vivo) e inmunomodulador (in Vitro). 5) Una solicitud de patente internacional (PCT). 6) Formación de recursos humanos (una tesis de licenciatura terminada y una de posgrado en proceso). 7) Una publicación. 8) Desarrollo de dos aplicaciones en productos de consumo en el área alimenticia y tópica. 9) Procesos de obtención de productos de consumo alimentario y tópico. 10) Escalamiento de procesos. 11) Desarrollo de birreactor prototipo. 12) Solicitud de modelo de obtención. 13) Registro de marca registrada. 14) Reserva de derechos de productos de consumo alimenticio y tópico. <p style="text-align: center;">Impactos, metas:</p> <p>Prototipo. Diseño proceso obtención. Propiedad industrial. In vitro - in vivo. Escalamiento productivo. Tesis de grado y tesis de postgrado en curso. Inversión Total para la empresa: \$5,153 000 Inversión Total para la vinculación: \$3, 250 000 Inversión Total Total: \$8, 403 000 Inversión Privada para la empresa: \$1, 803 550 Inversión Privada para la vinculación: \$650 000 Inversión Privada Total: \$2, 453 550 Inversión Pública para la empresa: \$3, 349 450 Inversión Pública para la vinculación: \$2, 600 000 Inversión Pública Total: \$5, 949 450</p>	<p>Impacto de competitividad, no existe en el mercado una molécula bioconjugada que integre las funciones prebióticas y de ácido graso en un solo producto. Esta característica nos permite ser altamente competitivos por funcionalidad, manejo y costo.</p> <p>Beneficios a la comunidad, alianzas estratégicas con CPI (CIATEJ Y CIBNOR).</p> <p>Inversión Total para la empresa: \$3, 637 100 Inversión Total para la vinculación: \$2, 330 000 Inversión Total Total: \$5, 967 100 Inversión Privada para la empresa: \$1, 400 534 Inversión Privada para la vinculación: \$566 566 Inversión Privada Total: \$1, 967 100 Inversión Pública para la empresa: \$2, 236 566 Inversión Pública para la vinculación: \$1, 763 434 Inversión Pública Total: \$4 000 000</p>
---	---

Fuente: Elaboración propia

2. UNIMA Diagnósticos de México S. de R.L. de C.V.

Información de la empresa

Misión: Incrementar el acceso al diagnóstico a bajo costo para 2 millones de personas en el mundo en desarrollo. Trabajamos para sacar los diagnósticos del laboratorio.

y en configuraciones de recursos limitados, incluso a las zonas más remotas.

Visión: Resolver el problema de la falta de acceso al diagnóstico oportuno independientemente de donde vivan y la capacidad de pago.

Realizar diagnóstico para todos, que sean rápidos y de bajo costo para poblaciones de recursos limitados. Para ello sólo se requiere de un dispositivo, una gota de sangre y un móvil inteligente.

Tecnología: Desarrollamos una tecnología de diagnóstico y vigilancia de enfermedades rápida y de bajo costo para enfermedades que permite a los médicos, enfermeras y trabajadores de la salud de la comunidad diagnosticar enfermedades directamente en el punto de atención, en menos de 15 minutos, sin el uso de ningún equipo de laboratorio.

Cómo funciona:

1. Biotecnología. Una proteína recombinante quimérica detecta biomarcadores específicos de la enfermedad en muestras biológicas.
2. Dispositivo de diagnóstico. La proteína genera una reacción visual en el dispositivo de papel cuando entra en contacto con los biomarcadores de la muestra.
3. Evaluación. El resultado se evalúa tomando una foto con una aplicación en un teléfono inteligente, utilizando análisis de imágenes y algoritmos de inteligencia artificial.
4. Almacenamiento en la nube. Los datos de resultados y la información contextual se almacenan en un servidor en la nube

Visualización y análisis. Los datos almacenados están disponibles para los usuarios para la vigilancia de enfermedades en tiempo real para ayudar a los tomadores de decisiones a generar mejores estrategias para detener los brotes de enfermedades.

Tabla 17. Proyecto PEI del estudio de caso (empresa UNIMA)

1. Desarrollo de una prueba de diagnóstico diferencial para la influenza aviar por microfluidica y Big-Data
Vinculación: - CICESE
Año: 2016 Proinnova

Monto de inversión: \$1,793 898

Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Principales hallazgos del estudio de caso

De las entrevistas realizadas a profundidad con las dos empresas seleccionadas se obtuvo información sobre 1) su participación en programas gubernamentales, su experiencia y de cuáles programas se han beneficiado más para el desarrollo de productos o servicios de innovación; 2) la vinculación con universidades o CI, si la experiencia de esta vinculación ha sido positiva o no para desarrollar productos de innovación; 3) los proyectos de biotecnología que han desarrollado en vinculación con CPI a través del PEI, cuáles han sido exitosos y cuáles han tenido mayor dificultad para desarrollarse; 4) el estado actual de los proyectos en específico por los que se contactaron a las empresas, si son proyectos que terminaron con el programa PEI o que la empresa continuó por su cuenta; 5) las principales dificultades de los proyectos para convertirse en productos innovadores; 6) las principales dificultades que presentaron los proyectos respecto a los requerimientos del PEI; 7) el mayor beneficio de vincular el proyecto de biotecnología de la empresa con un CPI a través del PEI; 8) la principal dificultad de vincular el proyecto de biotecnología y cómo el PEI facilita este proceso, 9) el PEI como un coadyuvante o limitante en el proceso de innovación de productos de biotecnología, 10) los programas gubernamentales que promueven la innovación en el sector de biotecnología; y 11) Mejoras en el proceso de innovación en el sector de biotecnología. A continuación, se resumen las preguntas de análisis realizadas a las empresas y las respuestas que proporcionaron a cada cuestionamiento.

Tabla 18. Análisis de preguntas a empresas

Preguntas de análisis

	Empresa			
	KURAGO		UNIMA	
	Respuesta	Análisis	Respuesta	Análisis
<i>Participación en programas de gobierno</i>	Federales: PEI, FIT, FINNOVA Estatales: PROPIN, PRODEPRO	Participación en programas federales y estatales para el desarrollo de proyectos de innovación en biotecnología.	FEDERALES: PEI ESTATALES: PROPIN, PRODEPRO	Participación en programas federales, estatales y locales para el desarrollo de proyectos de innovación en biotecnología.
<i>Vinculación con IES, CI</i>	Vinculación constante con IES y CI	Esta empresa busca la vinculación con IES y CI para desarrollar proyectos de innovación en biotecnología ya sea para participar en un programa gubernamental o no, pero de preferencia en un programa si le proporciona mayor beneficio.	Vinculación sólo si lo considera necesario	Esta empresa se vincula en el caso de que no pueda desarrollar la tecnología por sí misma y buscará la vinculación en caso de transferencia tecnológica de un IES o CI.
<i>Proyectos PEI de biotecnología</i>	De 4 a 5 proyectos exitosos	Aunque está en constante participación con programas gubernamentales, reconoce a lo mucho cinco proyectos PEI exitosos	7 proyectos con resultados satisfactorios	Aunque es una empresa que tiene menos tiempo participando en programas gubernamentales, cuenta con siete proyectos que ha podido comercializar en el mercado.
<i>Proyectos PEI-CPI</i>	1. PEI 2012 2. PEI 2013 Proyectos que se beneficiaron en las primeras etapas en convocatorias anteriores del PEI. Posteriormente aplicaron para otros apoyos PEI que les permitió llegar a la etapa de validación de funcionalidad <i>in</i>	Los proyectos PEI de interés para este estudio son proyectos que han participado en varios PEIs antes y después de este proyecto en específico. Aun así se encuentran detenidos en el proceso de innovación ya que no han podido llegar a la etapa final que les	La vinculación con el CPI se dio de manera natural en la colaboración de proyectos antes de la participación en un PEI. Con el PEI se continuó con esta sinergia en un proyecto similar. El proyecto nunca llegó al mercado por pérdida de	La empresa se vinculó con un CPI que conoce y ha trabajado en otros proyectos con o sin PEI. Este PEI no llegó al mercado porque durante el desarrollo del proyecto el principal cliente perdió el interés por el proyecto. Aun así la empresa había identificado algunas

	<p><i>vitro e in vivo.</i> Los proyectos se encuentran detenidos en espera de obtener algún financiamiento para la siguiente etapa que es el escalamiento para probarlo en planta.</p>	<p>permita concluir estos proyectos y comercializarlos en el mercado.</p>	<p>interés del cliente, razón por la cual la empresa detuvo el proceso de desarrollo.</p>	<p>complicaciones que tendría que ajustar en caso de continuar en el proceso de innovación de la tecnología.</p>
<p><i>Dificultades de los proyectos para la innovación</i></p>	<p>En general para ambos proyectos: A) Dificultad en la etapa crítica, el proceso de desarrollo de innovación. B) Dificultad en el financiamiento para la etapa final de los proyectos, que es el escalamiento para probarlo en planta y posteriormente comercializarlo. En particular: 1. PEI 2012. Dificultad en el proceso de desarrollo (caracterización y purificación de las moléculas bioconjugadas), al igual que en el escalamiento y probar la funcionalidad. 2. PEI 2013. Con menos dificultades que el proyecto anterior, cuenta con solicitud de patente nacional y <i>PCT</i>.</p>	<p>Las dificultades que presentan los proyectos son inherentes al proceso de innovación en el sector de biotecnología, aunados a la falta de financiamiento para las etapas finales de los proyectos. La empresa depende totalmente de los apoyos gubernamentales, de otra forma sus proyectos se detienen y no pueden avanzar a las siguientes etapas, aún con la vinculación con el CI.</p>	<p>A) Dificultad en el proceso de desarrollo de innovación del proyecto, que implica ajustes a lo previsto (tiempo, materiales e insumos, pruebas, costos) B) Dificultad en el mercado (mantener el interés del cliente y los usuarios finales) y desarrollar una tecnología disruptiva (que es nueva en el mercado y por lo tanto no tiene clientes cautivos). C) Dificultad en la proyección del balance costo-beneficio</p>	<p>Las dificultades que enfrenta la empresa en el desarrollo de sus proyectos de innovación se relacionan con el riesgo y la incertidumbre inherente al sector de biotecnología, es decir sólo en el proceso de innovación se conoce cuáles son los ajustes que se tienen que realizar para continuar con el proceso. Otra dificultad es el riesgo al desarrollar una tecnología innovadora en el mercado de biotecnología, donde no existe algo similar en el mercado y se requiere crear una necesidad en el cliente o identificar alguna que el cliente no reconoce. Por último, la dificultad de proyectar la innovación tecnológica en un balance costo-beneficio, ya que durante el desarrollo se puede</p>

				llegar a incrementar la inversión financiera, sin que esto signifique que se pueda recuperar una vez salido al mercado.
<i>Dificultades de los proyectos en el PEI</i>	Sin dificultades para alinearse a los requerimientos del PEI. Por el contrario las reglas de operación le permitían tener mejor estructura del proyecto al organizarlo en etapas, objetivos y metas	Esta empresa lejos de encontrar alguna dificultad para el desarrollo de sus proyectos de innovación en biotecnología, encontraba en el PEI la oportunidad de estructurar sus proyectos en tiempo y forma.	A. En las últimas convocatorias incorporaron reglas muy específicas que complicaban el desarrollo del proyecto y el cumplimiento de las mismas, por ejemplo, eliminar gastos de suelos y salarios. B. La forma en que están orientadas las reglas de operación. Está más enfocado a empresas medianas y grandes, que cuentan con infraestructura de I+D y con personal especializado para diversas actividades. Estas dos dificultades se resumen en lo siguiente: En empresas pequeñas una persona puede desempeñar varias funciones, en empresas medianas y grandes una sola función puede ser desempeñada por dos o más personas.	Las principales dificultades que encuentra esta empresa al participar en un PEI se reducen al tamaño de la empresa, que en este caso por ser pequeña le afectaron los últimos cambios en las reglas de operación de las convocatorias. Una empresa pequeña como UNIMA cuenta con poco personal en la empresa, en donde los directivos participan activamente en los procesos de desarrollo de la innovación, y el PEI considera que hay suficiente personal en la empresa para que realice actividades específicas de I+D. Esta restricción en las bases de la convocatoria no le afecta a las empresas medianas o grandes que cuentan con la infraestructura y recursos humanos para la I+D.

<p><i>Beneficios de vinculación con CPI a través del PEI</i></p>	<p>Les ha permitido continuar con sus proyectos de innovación, en especial porque no cuentan con la infraestructura para realizar las pruebas técnicas que requieren</p>	<p>Esta empresa al ser pequeña y no contar con la infraestructura necesaria para el desarrollo de I+D en proyectos de innovación biotecnológica, se ha beneficiado de la vinculación con CPI a través del PEI para dar continuidad a sus proyectos en el desarrollo técnico que un CPI puede proporcionar.</p>	<p>A. Transferencia tecnológica de los CPI a la empresa. El beneficio es poder adquirir tecnología que no está al alcance de la empresa por las limitaciones en infraestructura. B. La vinculación a través del PEI les ha permitido equiparse con la compra de insumos y equipo que la empresa puede utilizar para otros proyectos. C. Los CPI tienen un respuesta muy positiva de vinculación con la empresa cuando se trata de un PEI.</p>	<p>A pesar de que esta empresa se limita a vincularse con un CPI de su entera confianza, reconoce los beneficios de la vinculación, por lo que su participación en el PEI le ha permitido la transferencia tecnológica del CPI a la empresa. La empresa por ser pequeña presenta limitaciones en infraestructura de I+D y con la vinculación puede adquirir tecnología que difícilmente está a su alcance por las restricciones físicas y técnicas. Además, la vinculación a través del PEI le garantiza una respuesta positiva de parte los CPI, y como empresa se puede hacer de equipo e insumos que la empresa requiere para el proyecto y que también puede utilizar en otros proyectos.</p>
<p><i>Dificultades de vinculación con CPI a través del PEI</i></p>	<p>Sin dificultades de vinculación con los CPI a través del PEI.</p>	<p>Esta empresa no presenta ninguna dificultad en la vinculación, por lo que trabajar con un CPI en un PEI se suma a los beneficios que adquiere al vincularse para el desarrollo de proyectos de innovación en biotecnología.</p>	<p>A) La parte legal. El tema de la propiedad intelectual. En específico porque la empresa busca ser dueña de la propiedad intelectual, por lo que desarrolla su propia tecnología. Pero cuando se vincula con un CPI se debe</p>	<p>Esta empresa reduce sus principales dificultades de vinculación a la parte legal, ya que no quiere compartir la propiedad intelectual con un CI. Aunque lo ha hecho en ocasiones donde reconoce que no tiene la capacidad para generar la</p>

			llegar a los términos en donde ambas partes estén de acuerdo con este tema.	tecnología, prefiere hacerlo con un CPI con el que haya trabajado y se sienta cómodo en la forma en cómo se relacionan. Lo anterior porque otra dificultad es empezar la vinculación con un CI con el que no ha trabajado antes, y los trámites iniciales pueden ser largos y tediosos para los proyectos que la empresa tiene interés por desarrollar. En específico sobre sus dificultades de vinculación con un CPI a través del PEI, no hay dificultades adicionales, salvo que la empresa quiera desarrollar un proyecto PEI y no requiriera la vinculación. En estos casos, forzar la vinculación puede ser contraproducente.
<i>PEI en el proceso de innovación de productos de biotecnología</i>	La empresa ha podido dar continuidad a proyectos de innovación biotecnológica. El PEI se ajusta al sector de biotecnología para atender las necesidades en los distintos procesos de innovación del sector.	Esta empresa se ha beneficiado del PEI para el desarrollo de proyectos de innovación en biotecnología. Por lo anterior el PEI facilita los procesos de innovación de productos y servicios en el sector de biotecnología.	Dificulta el proceso de innovación con los requerimientos o reglas de operación: A) Plazos muy definidos que no se podían ampliar en casos de alguna complejidad. B) No considera las complicaciones que pueden	Para esta empresa el PEI no es totalmente como quisiera, que se ajustara a sus necesidades como empresa pequeña del sector de biotecnología, pero reconoce que, ante ciertos requerimientos generales, existe la apertura de poder justificar algún problema que pudiera surgir en el

			<p>surgir en el proceso de innovación, en específico en un sector tan complejo como el de biotecnología. Facilita el proceso de innovación:</p> <p>A) Comunicación con los operadores del PEI en CONACYT para exponer situaciones específicas y ayudaba a subsanar algunos problemas que podían surgir.</p>	<p>proceso de desarrollo del proyecto. En este sentido sigue siendo una buena opción desarrollar un proyecto de biotecnología a través del PEI.</p>
<p><i>Programas de gobierno que promueven innovación en biotecnología</i></p>	<p>No identifica un programa gubernamental que se enfoque al sector de biotecnología.</p>	<p>Esta empresa participa en los programas gubernamentales estatales y federales de los que tiene conocimiento, sin que alguno se enfoque específicamente en el sector de biotecnología.</p>	<p>No tiene conocimiento de todos los fondos gubernamentales que existen a nivel federal o estatal, por lo que desconoce de algún programa que esté enfocado exclusivamente al sector de biotecnología.</p>	<p>La empresa desconoce si existe algún programa que se dirija específicamente al sector de biotecnología, por lo que participa en los programas federales y estatales que tiene a su alcance para el desarrollo de sus proyectos de innovación cuando no cuenta con los recursos suficientes para desarrollarlos por cuenta propia.</p>
<p><i>Mejoras al proceso de innovación en biotecnología</i></p>	<p>A) Tiempos más largos, conforme a los tiempos y procesos de innovación en el sector de biotecnología. B) Considerar las dificultades en los procesos</p>	<p>Esta empresa considera que los programas enfocadas a promover el desarrollo de proyectos de innovación, también deberían considerar las</p>	<p>A) Considerar en los requerimientos y reglas de operación de los programas el tamaño de las empresas para proporcionar apoyo focalizado</p>	<p>Esta empresa recomienda se realicen más estudios enfocados a empresas pequeñas del sector de biotecnología, para conocer sus realidades y requerimientos</p>

de innovación biotecnológicos. C) Contemplar varios apoyos para un mismo proyecto, en las distintas etapas del desarrollo.	necesidades de sectores más complejos como el de biotecnología, que requieren tiempos más largos en sus procesos de desarrollo debido a las complicaciones que surgen durante el proceso. Asimismo, facilitar el apoyo consecutivo de un solo proyecto para que alcance otras etapas del desarrollo y finalmente llegue a la comercialización en el mercado.	a las necesidades específicas y capacidades de las empresas pequeñas en el sector de biotecnología. B) Apoyos enfocados a empresas pequeñas que están iniciando en el área de biotecnología. C) Contar con un estudio que analizara las necesidades específicas de empresas pequeñas o emprendedores que están iniciando en el sector de biotecnología, que permitiera diseñar un programa específico con las necesidades de inversión en cada etapa de desarrollo y crecimiento de la empresa.	específicos. Lo anterior para diseñar un programa que entienda estas necesidades y se puedan alcanzar los objetivos de innovación. Las necesidades de inversión de las empresas están en función de la etapa de desarrollo de la empresa y de sus proyectos.
--	--	---	--

Fuente: Elaboración propia

Primeramente, sobre la participación de las empresas en programas gubernamentales, ambas empresas han recibido apoyo de distintos programas gubernamentales tanto a nivel federal como estatal. En el caso de KURAGO, desde 2011 han participado en programas como PEI, FIT, FINNOVA, PROPIN⁸⁴ y PRODEPRO.⁸⁵ De estos programas la mayoría son del CONACYT, a diferencia de los últimos dos, que son programas estatales del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología del Estado de Jalisco (COECYTJAL). Como esta es una empresa que participa

⁸⁴ Programa Jalisciense de Fomento a la Propiedad Intelectual (PROPIN)

⁸⁵ Programa de Desarrollo de Prototipos (PRODEPRO).

mucho de los programas gubernamentales, ya sean federales o estatales, han percibido los cambios que se han hecho en los recortes a la CTI, que se ven reflejados en los apoyos que reciben respecto a los años anteriores. Con relación al PEI, es un programa que les ha beneficiado para el desarrollo de productos y procesos innovadores, la dificultad que tuvieron desde 2019 es que se cerró el programa y no se ha abierto nueva convocatoria. Anterior a esto, participaban continuamente del PEI con buenos resultados que se reflejaban en productos de innovación para comercializar en el mercado.

Respecto a UNIMA, si bien se han beneficiado de los programas federales de CONACYT, han tenido más participación de los programas estatales. Para UNIMA, la experiencia con CONACYT es buena, pero es más general y con los programas estatales el trato es más personal ya que se ajustan más a sus necesidades. Esta empresa considera que los programas de CONACYT son muy buenos, pero para ellos que son una empresa pequeña, tienen dificultades más ajustarse a los requerimientos y por ello no ven tan atractivo participar en estos programas.

Sobre la vinculación de las empresas con universidades o CI, en el caso de KURAGO casi en todos los programas que participan se vinculan con instituciones educativas. Es una práctica que realizan de manera natural, independientemente si participan o no en un programa de apoyo gubernamental. Por lo anterior no presentan ningún problema para la vinculación. KURAGO reconoce que, al ser una empresa pequeña, la vinculación les permite desarrollar innovación tecnológica a otro nivel de escala. En cambio, con UNIMA, la experiencia es distinta, esta empresa trata de desarrollar en mayor medida sus propias tecnologías debido a la complejidad de vincularse y la dificultad de los acuerdos en términos de la PI. Aun así, UNIMA reconoce casos donde las áreas de conocimiento están más allá de su alcance, es en estas circunstancias cuando permiten la vinculación o cuando buscan estudios de tercería que no pueden desarrollar.

Sobre los proyectos de biotecnología que se han desarrollado en conjunto con CPI a través del PEI, KURAGO sólo ha trabajado entre cuatro y cinco proyectos, pero a todos los considera exitosos, aun así, los proyectos de innovación han presentado ciertas dificultades para desarrollarse, entre ellas es que los proyectos son largos y sus procesos se dividen en distintas etapas, mismas que también pueden ser demasiado costosos. Hubo casos en que un proyecto fue beneficiado con el PEI en una ocasión para una etapa, pero requería de más apoyo para continuar

en su proceso de desarrollo, y no fue apoyado en las etapas subsecuentes por el mismo PEI. En estos casos la empresa se ve afectada porque al ser una empresa pequeña, requiere forzosamente del apoyo para poder continuar, ya que no dispone del dinero suficiente para continuar por su cuenta. Cuando no reciben el apoyo gubernamental deben dejar el proyecto detenido por un tiempo, hasta que aplican nuevamente para ser beneficiados.

En el caso de UNIMA, han trabajado siete proyectos del PEI vinculados con CPI. En general considera que los resultados son satisfactorios, pero en cada caso hay una complicación, por ejemplo, en un proyecto el desarrollo en los procesos de innovación fue óptimo, pero al final el resultado fue insuficiente, en otro caso, el proceso de innovación fue más complicado, pero el resultado fue muy positivo para la empresa, al tener un producto para comercializar. Por lo anterior, depende de cada proyecto para poder evaluar el resultado, derivado de las complejidades que va presentando en su desarrollo.

En específico, sobre los proyectos por los que se contactó a la empresa, en el caso de KURAGO. Se identificaron dos proyectos, el primero fue un PEI 2012, en su modalidad PROINNOVA que se vinculó con el CIATEJ y el CIBNOR. El segundo proyecto fue un PEI 2013, en su modalidad PROINNOVA también que se desarrolló en vinculación con el CIATEJ, el CIBNOR y el INCMSZ. Ambos proyectos participaron en otros programas del PEI anteriores en donde desarrollaron la primera etapa de los proyectos. Posteriormente, aplicaron para el seguimiento de los proyectos en los PEIs subsecuentes y fueron beneficiados también. Con estos apoyos lograron llegar a la etapa de validación de funcionalidad *in vitro* e *in vivo*, que corresponde a la etapa final y escalamiento para probarlo en planta. Desafortunadamente los últimos proyectos que sometieron para apoyo del PEI fue en 2017 y no fueron seleccionados para apoyo, por lo que quedaron como proyectos inconclusos. Son proyectos que están detenidos en la etapa final, en espera de obtener un último apoyo gubernamental para concluirlos. Estos proyectos se encuentran en vinculación con el CIATEJ y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), por lo que están buscando otros programas gubernamentales ya sea federales o estatales para concluir estos proyectos. Respecto a otros proyectos, también han participado en el programa FIT, pero en las últimas convocatorias no han sido beneficiados. Por esta razón es que esta empresa tiene una percepción general de que ha disminuido últimamente el apoyo a la CTI, porque no reciben los beneficios que tenían antes en donde podían desarrollar más proyectos de innovación.

En el caso del proyecto en específico por el que se contactó a UNIMA, la empresa reconoce una relación estrecha con el CICESE, ya que habían colaborado en conjunto para el desarrollo de otro proyecto, en donde no participaron en ningún programa gubernamental, fue una vinculación natural. Es por esta razón que UNIMA se animó a participar en vinculación con el CICESE a través del PEI, para el desarrollo de un proyecto similar al que habían trabajado anteriormente. Para este proyecto PEI, el CICESE se encargó de desarrollar sólo un elemento dentro de la plataforma tecnológica, porque UNIMA se encarga de desarrollar tecnología para después comercializarla. En esta ocasión la vinculación fue para agregar valor a un proceso que la empresa estaba desarrollando. En general, la experiencia de la colaboración a través del PEI fue positiva porque la vinculación fortaleció la relación con el CPI, pero el resultado nunca llegó a la comercialización porque el interés del cliente por adquirir esta tecnología desapareció y la empresa tomó la decisión de detener el proyecto.

Sobre las principales dificultades que presentaron los proyectos mencionados para convertirse en innovación, KURAGO identifica más complicaciones en el primero proyecto (PEI 2012), desde el proceso de caracterización y purificación de las moléculas bioconjugadas. La etapa principal que corresponde al proceso de escalamiento y probar la funcionalidad fue la parte que se les dificultó más porque en su momento salían residuos y tenían que verificar cuál era el proceso óptimo para poder utilizarlo. En cambio, con el segundo proyecto (PEI 2013) no presentaron tantas complicaciones, lograron ingresar una patente nacional y una *PCT*⁸⁶ con propiedad de CIATEJ. Los dos proyectos se encuentran en la última etapa del proceso de innovación. Por esta razón, la empresa identifica que, dentro del proceso de innovación, la parte del desarrollo es crítica, ya que, si no obtienen el resultado esperado, el proyecto puede tomar un curso diferente. Una vez que obtienen un producto innovador, en consecuencia, buscan la protección nacional e internacional, ya que son procesos que conocen y no se les dificulta. Otra parte crítica es el financiamiento, ya que al momento se encuentran pausados ambos proyectos por no contar con los recursos suficientes para finalizarlos.

Para UNIMA, las principales dificultades las encontraron en varios aspectos, en el proceso de desarrollo en sí, en el mercado (mantener el interés del cliente y usuarios finales) y

⁸⁶ *PCT* por sus siglas en inglés es el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes. Permite buscar protección por patente para una invención en muchos países al mismo tiempo mediante la presentación de una solicitud "internacional" de patente. Pueden presentar dicha solicitud los nacionales o residentes de los Estados Contratantes del *PCT*.

en la proyección del balance de los costos-beneficios, en donde la inversión para el desarrollo de la tecnología se justifique con los resultados obtenidos para poder ofrecer un precio atractivo a los clientes y usuarios. En este sentido, la empresa estaba desarrollando una plataforma completamente diferente a lo que se estaba utilizando en el mercado, era una tecnología disruptiva y como tal tenía muchos riesgos. Uno de ellos es que, aunque al principio había un gran interés del cliente, los usuarios todavía tenían que aceptar la nueva tecnología. En este caso, es una dificultad de mercado, en específico con los usuarios de la tecnología, para poder apropiarse de la tecnología y utilizarla con todos los beneficios que les proporciona. El otro riesgo es que en realidad la empresa tenía un *target* de precio, donde estaban en balance con las cuentas y números hasta el momento en que detuvieron el proyecto. El riesgo radica en que no hubieran podido lograr ese *target* de precio-consumidor debido a complicaciones técnicas que tienen que solucionar en el problema. Por ejemplo, utilizar más proteínas o manipular más la muestra, que implica mayor inversión de tiempo, y también de dinero al requerir mayores compras de insumos. De manera general UNIMA reconoce que estas son las principales dificultades que presentan con cualquier proyecto para que pueda convertirse en un producto de innovación y se comercialice en el mercado. Estas dificultades que identifica como riesgos, considera que son bastante significativos, ya que afectan en su totalidad a los proyectos que desarrolla.

Respecto a las principales dificultades que presentaron los proyectos de acuerdo a los requerimientos del PEI, KURAGO no refleja tener alguna dificultad para alinearse con los requerimientos del PEI, ya que sus necesidades como empresa se alineaban a los requerimientos del programa. Menciona que las reglas de operación le permitían tener estructura en el proyecto, al poder organizarlo por etapas, objetivos y metas. En este caso la empresa reconoce un gran beneficio en todos los sentidos, desde la estructuración del proyecto para la presentación y cumplimiento de las metas.

Para UNIMA, el PEI es el programa gubernamental federal más amigable con el que han trabajado. A diferencia de otros programas federales, en el PEI, la solicitud era muy sencilla, el proceso de evaluación era claro, los requisitos eran adecuados y fáciles de alinear. La principal ventaja del programa PEI que identifica la empresa es que no pedían fianza, condición que para una empresa pequeña es de gran ayuda, solo se requería firmar un pagaré y que la empresa fuera responsable para dar cumplimiento. La experiencia en general fue muy satisfactoria con los

requerimientos, nada que se complicara. Solo identifican dos dificultades en los requerimientos del PEI. El primero es que, en las últimas convocatorias, conforme se acercaba el final del proyecto, incorporaron reglas muy específicas que complicaban más el desarrollo del proyecto y el cumplimiento de las mismas. Por ejemplo, antes se permitía incluir gastos de sueldos y salarios. En el caso de UNIMA, por ser una empresa pequeña, todos están involucrados en la investigación, hasta los directores, porque no tienen un área de I+D con mucho personal, entonces al incorporar nuevas reglas como que el representante del fondo no puede recibir compensación económica, entonces complicaba reorientar ese recurso que se podía compensar como recurrente. Lo anterior porque es de los gatos más fuertes, entonces los obligaba a limitar los montos a cantidades menores. Otra dificultad que encontraron fue que en la manera en que estaban orientados los requerimientos, era un programa que estaba pensado más para empresas medianas y grandes donde se tiene toda una infraestructura de I+D, y no tanto para las pequeñas y micro empresas. Este enfoque hacia grandes empresas se confirmaba en las pláticas que ofrecían sobre los beneficios del programa, donde quedaba como anillo al dedo para las empresas más grandes. Esto último si es una dificultad porque existen diferencias muy marcadas entre grandes y medianas empresas con las empresas que apenas están empezando como las *start ups*. Por ejemplo, para empatar estas dos dificultades, cuando se hizo el cambio en los requerimientos de que el representante del fondo no podía recibir compensación económica, fue un cambio que se pensó en las grandes empresas que cuentan con personal suficiente para diversificar las actividades, en el caso de las pequeñas empresas la diversificación de las actividades se da con el poco personal que se cuenta, entonces se puede encontrar varios casos donde los roles de las personas pueden ser varios simultáneamente. Estas dos son las únicas quejas o dificultades que encontraron en las últimas convocatorias con los requerimientos del PEI.

Con relación al mayor beneficio de vincular un proyecto de biotecnología de la empresa con un CPI a través del PEI, KURAGO reconoce que si no existiera la vinculación no hubieran podido continuar sus proyectos. Lo anterior lo tiene muy claro porque al ser una empresa pequeña no cuenta con la infraestructura para realizar las pruebas técnicas que necesita. Por esta razón la vinculación con los CPI es necesaria y crítica para desarrollar productos de innovación, han encontrado la manera de coordinarse eficazmente con los CPI para que ambos tengan beneficios de los productos generados.

Para UNIMA, el mayor beneficio es el poder adquirir tecnología que no está al alcance de la empresa. UNIMA busca incorporar nuevos productos y procesos a través de la transferencia tecnológica de los CPI. Otro beneficio que identifica la empresa es que gracias a la vinculación con los CPI a través del PEI es que han podido equiparse a través de la compra de insumos y equipo que la empresa puede aprovechar para otros proyectos y desarrollos. UNIMA ha desarrollado diversos proyectos con apoyo de programas gubernamentales en relación cercana con el CICESE. Este CPI es la primera opción a la que recurren para aplicar a un proyecto. Lo anterior es por la confianza y buena relación que tienen con ellos, que incluso han desarrollado proyectos sin apoyo de algún programa gubernamental como el PEI. Los casos donde trabajan en colaboración sin apoyo de algún fondo del gobierno es en proyectos pequeños donde la empresa puede cubrir su parte sin problema, pero en el caso de proyectos más ambiciosos requieren el apoyo gubernamental. De manera general, UNIMA considera que el PEI facilita la vinculación, en especial cuando el proyecto en realidad requiere de la vinculación, ya que hay proyectos que no la requieren, y en estos casos forzar la vinculación como un requerimiento complica el proceso y los resultados. En este sentido UNIMA tiene preferencia por los proyectos que requieren vinculación para aplicar a un PEI, sobre todo porque los CPI tienen una respuesta muy positiva cuando se trata de trabajar un PEI. Esta respuesta se reflejaba desde que se mencionaba al programa, se mostraba un interés inmediato.

Contrario al punto anterior, la principal dificultad de vincular un proyecto de biotecnología, en el caso de KURAGO, no considera dificultad alguna para la vinculación. Lo anterior en concordancia con los beneficios que identifican al vincularse con instituciones educativas, esta empresa se encuentra constantemente en buena relación con los CI, para poder desarrollar proyectos de innovación.

Para UNIMA, una de las principales dificultades es la parte legal, que puede complicarse de más, en específico el tema de la PI. La empresa normalmente busca obtener la PI de las programaciones que desarrolla. Sobre este punto, sólo hay un caso en donde se vincularon con un CPI a través del PEI y comparten la PI. El CPI se encargó de desarrollar la PI del proceso y mejora de una molécula, en donde iba a patentar la molécula para después licenciar la patente a la empresa, pero todavía está en proceso. Es un proyecto que se ha alargado más de lo esperado porque todavía no ven los beneficios de haber desarrollado este proyecto en vinculación con el CPI. En particular con los proyectos PEI, UNIMA considera que no funcionaron exactamente

como esperaban, de ahí que todavía existan algunos proyectos en pausa, en donde se terminaron los proyectos PEI, pero no se ha llegado a los productos finales. También tienen algunos proyectos en donde se presentaron problemas técnicos después de terminar el PEI, pero actualmente están trabajando en ellos para poder terminarlos y sacarlos al mercado. La forma en que UNIMA ha logrado subsanar la dificultad legal al vincularse con los CPI, es fortaleciendo la relación con los investigadores. Esta buena relación les permite remediar las dificultades que se pudieran presentar en el área legal. Como resultado, la relación con el CICESE es muy profesional y armónica, sin complicaciones legales.

En específico sobre la facilidad o dificultad que proporciona el PEI en el proceso de innovación de un producto de biotecnología, KURAGO tiene una experiencia satisfactoria con los resultados, ya que se han beneficiado para dar continuidad a procesos de innovación biotecnológica. Esta empresa considera que, si PEI se ajusta al sector de biotecnología, se puede utilizar muy bien para adecuarse a las necesidades en los distintos procesos de innovación del sector.

En el caso de UNIMA, la experiencia es distinta. Para la empresa, el PEI puede lograr las dos cosas. Por un lado, dificultaba el proceso de innovación desde los requerimientos. Por ejemplo, el PEI tenía un plazo muy definido que no se podía ampliar. Esto obligaba a las empresas que desde el principio ajustaran el proyecto a lo que realísticamente podían desarrollar en un año con los resultados correspondientes. Con esta limitante, las empresas debían tomar sus precauciones para no afectar la estructura del fondo. Como resultado de esta limitante se reducía la ambición del proyecto. Una forma de solucionar este problema era que la empresa podía considerar seguir trabajando por su cuenta con el proyecto, una vez que se terminara todo lo que se tenía programado con el PEI. Otra dificultad que se suma a esta es que el PEI no consideraba las complicaciones que podían surgir en el proceso de innovación, en específico en un sector tan complejo como el de biotecnología. En un sentido estricto no se ampliaban plazos por alguna complejidad, ni se ajustaba el proyecto a alguna nueva necesidad que surgiera en el proceso. Por otro lado, la manera en que el PEI trataba de facilitar los procesos de innovación ante estas dificultades, sobre todo en sectores tan específicos como el de biotecnología, era flexibilizar un poco, sólo un poco los requerimientos. El PEI daba la oportunidad de tener una constante comunicación con los operadores del programa en el CONACYT, para exponer situaciones específicas que se presentaban. Estos escenarios permitían enfrentar problemas que

se presentaban durante el proceso de ejecución del proyecto, aunque las reglas de operación del programa no preveían este tipo de situaciones. Un ejemplo de esto es que, al momento del cierre, podíamos comunicarnos con los operadores del PEI y emitir documentos que explicaran el motivo por el cuál no se había logrado el objetivo y justificarlo. Esta flexibilidad daba un poco de tranquilidad y la posibilidad de trabajar mejor. Es importante reconocer que el PEI a diferencia de otros fondos gubernamentales, consideraba algunas complicaciones que podían surgir en sectores tan complejos como el de biotecnología, ya que otros programas son más rígidos y a la primera desviación de recursos implica una sanción inmediata. En sectores como el de biotecnología, principalmente porque no existe un programa específico para el sector, es muy natural que existan desviaciones desde antes de que empiece el proyecto.

Sobre otros programas gubernamentales que promueven la innovación en el sector biotecnológico, KURAGO además del PEI, busca participar en programas estatales como PROPIN o PRODEPO del COECITJAL. Esta empresa no identifica un programa específico que se enfoque al sector de biotecnología, por lo que considera que sería de gran utilidad un programa que reconociera las dificultades del proceso de innovación en el sector biotecnológico.

UNIMA, de igual forma desconoce que exista un programa que estuviera enfocado específicamente al sector de biotecnología, porque no tiene el conocimiento de todos los fondos a los que podría acceder como empresa, ya que las opciones se encuentran a nivel local, estatal, federal y el principal problema es que luego estos apoyos no tienen continuidad, se suspende el programa y no hay seguimiento de casos. Respecto a los programas de los que, si tiene conocimiento, UNIMA reconoce que el PEI es el mejor de todos, ya que los otros programas tienen mayores limitaciones, con respecto a su alcance en cantidad, en montos, o en tiempos, todos los programas presentan una dificultad para su operación. En cambio, el PEI era el que daba mayor libertad para la operación del proyecto y encaminar con éxito procesos de innovación para generar productos de innovación.

Por último, sobre las mejoras para facilitar el proceso de innovación en el sector biotecnológico, KURAGO considera que lo que más beneficiaría para el proceso es que los tiempos fueran más largos porque los proyectos de innovación requieren mucho tiempo en su desarrollo. Por ejemplo, con el PEI, se operaba en un año, pero para la mayoría de los desarrollos de innovación que trabaja la empresa, en un año no se pueden abarcar las pruebas técnicas suficientes. En estos casos donde los tiempos se deben ajustar a un año, lo más viable es dar

continuidad al proyecto en las siguientes etapas del desarrollo en otro programa subsecuente, pero cuando no se garantiza la continuidad del apoyo, se pausa el proyecto y no puede continuar. Sería de gran utilidad que los programas consideraran estas dificultades en los procesos de innovación biotecnológicos, para que proporcionaran más tiempo en el desarrollo, o en su caso contemplar varios apoyos para un mismo proyecto, pero en distintas etapas del desarrollo.

Para UNIMA, creen que sería de gran utilidad que los programas consideren además de las diferencias en sectores, que tomen en cuenta el tamaño de las empresas. Teniendo estas consideraciones podrían proporcionar apoyo focalizado de acuerdo a las necesidades particulares de las empresas pequeñas y además en un sector muy complejo. Lo anterior es de gran importancia porque para una pequeña empresa en el sector biotecnológico, la barrera de entrada es muy alta por distintos factores, entre ellos porque las instalaciones requieren de grandes inversiones, de igual forma o en mayor medida para el equipo, que es muy especializado. Aunado a esto, la falta de credibilidad que se tiene en las pequeñas empresas aumenta las dificultades, porque no cualquier CI quiere colaborar con estas empresas, por no tomarlas en serio. Por estas razones es de gran utilidad que existan los apoyos gubernamentales como el PEI, porque para las empresas pequeñas es necesario el recurso que les otorga el programa para poder empezar a desarrollar alta tecnología. El PEI brindaba la credibilidad a las pequeñas empresas, que otros programas no lo hacen. Con esta confianza en las pequeñas empresas, el PEI ofrecía apoyos que les permitía desarrollar proyectos e infraestructura, que a la larga les da accesibilidad y visibilidad para navegar mejor en el mercado y en el sector biotecnológico por ser más competitivos en el desarrollo de alta tecnología. La sugerencia de UNIMA es que haya apoyos enfocados a empresas pequeñas o que están iniciando en el área de biotecnología, o en su defecto que se consideren los requerimientos específicos de estas empresas con sus características muy particulares. En especial porque los apoyos que se tienen actualmente están pensados en proporcionar poco dinero a las pequeñas empresas, siendo que las necesidades son muy distintas a las de las grandes empresas. En realidad, las pequeñas empresas requieren mayor apoyo económico que las grandes, ya que éstas últimas cuentan con infraestructura y equipo que no tienen las pequeñas. Además de los apoyos económicos enfocados a las pequeñas empresas, los requerimientos también deberían considerar las distintas necesidades y capacidades de las pequeñas empresas, ya que en muchas ocasiones las pequeñas empresas no pueden cumplir con todos los requisitos para acceder a los fondos, a diferencia de

las empresas grandes. En general, el ideal sería que se hiciera un estudio que revisara las necesidades específicas de varias empresas pequeñas o emprendedores que están comenzando, para conocer cuál sería el programa ideal con las necesidades de inversión específicas en cada etapa de desarrollo y crecimiento de la empresa.

6.2.3 Análisis general de los casos de estudio

De las respuestas que proporcionaron las empresas en el estudio de caso se destaca que los programas gubernamentales son de gran apoyo en el caso de pequeñas empresas. Entre más generales los programas más complejos y los beneficios hacia las empresas se pueden diluir para el desarrollo de sus productos de innovación. En el caso de estas empresas del sector de biotecnología, buscan participar en programas federales, estatales y locales para el desarrollo de proyectos de innovación, porque no cuentan con la infraestructura y personal suficiente para desarrollar por su cuenta la innovación en biotecnología, ya que la inversión en este sector es de alto riesgo. Programas más generales como el PEI, no les resultan tan beneficiosos como programas más específicos, que atienden sus necesidades individuales, considerando sus procesos, sus tiempos de desarrollo y sus especificidades. También se destaca que, por el tamaño de las empresas, las pequeñas encuentran más dificultades para cubrir los requerimientos de programas más amplios y generales como los de CONACYT.

Sobre el problema de la vinculación que existe de manera general entre la academia y la empresa, se identifican dos situaciones opuestas, mientras que una empresa refleja algunos de los problemas más comunes en la vinculación, la otra ha superado estas dificultades para buscar los beneficios de la vinculación. En este sentido, el PEI rompe estos conflictos al promover la vinculación de las empresas con las IES y CI, ya que las empresas reconocen la necesidad de vincularse, pese a los contratiempos que surgen de la vinculación, los beneficios son superiores. Entre los beneficios identificados por las empresas pequeñas de biotecnología en la vinculación con IES y CI, se encuentra el desarrollar proyectos de innovación biotecnológica, en especial porque no cuentan con la infraestructura, equipo y personal para desarrollar por su cuenta los proyectos. La transferencia tecnológica significa un ganar-ganar entre los CI y las empresas de biotecnología.

De los proyectos en específico en donde las empresas se vincularon con los CPI, se observa que el PEI significa un gran apoyo para el desarrollo de proyectos de innovación en el

sector de biotecnología, pero no es suficiente para llevar los productos y servicios al mercado, es necesario que los proyectos se apoyen más de una vez para que aumente la probabilidad de concluir los proyectos exitosamente.

Respecto a las principales dificultades que presentaron los proyectos de acuerdo a los requerimientos del PEI, es decir poder identificar errores de diseño o implementación, las especificidades del sector biotecnológico dificultan que los proyectos se alineen a reglas muy específicas, sobre todo cuando el margen de incertidumbre para que el proyecto se desarrolle de acuerdo a lo planeado es demasiado alto. Pese a estas dificultades, aunque estas empresas del sector de biotecnología participan en programas gubernamentales de cualquier tipo, buscan preferentemente el PEI para el desarrollo de proyectos de innovación. Para un solo proyecto participan en varios PEIs para continuar en las etapas subsecuentes del proyecto. Pero a pesar de los constantes apoyos PEI, son pocos los proyectos que llegan a la comercialización, debido al alto riesgo que caracteriza al sector de biotecnología.

Las dificultades que presentan las empresas del sector de biotecnología en el desarrollo de proyectos de innovación están muy relacionadas con la complejidad del sector. La parte crítica se enfoca en el proceso de desarrollo de innovación y todos los riesgos que conllevan. Estos riesgos pueden significar tardar más tiempo en el desarrollo, repetir experimentos, ensayos, o pruebas clínicas, invertir más recursos económicos y de personal. Y pasando todo lo anterior no se tiene garantía alguna de éxito en el proyecto. Esta dificultad está ligada con el financiamiento para dar continuidad a los proyectos. Debido al alto riesgo de inversión en el sector de biotecnología, las pequeñas empresas buscan apoyos del sector público para poder desarrollar o dar continuidad a sus proyectos de innovación. En el caso de beneficiarse de más apoyos para continuar, los proyectos se quedan detenidos hasta que logran conseguir otro apoyo del gobierno. Las empresas mexicanas pequeñas del sector de biotecnología tienen gran dificultad para encontrar financiamiento de inversionistas de capital de riesgo.

Respecto a las dificultades que pudieron presentar los proyectos ante los requerimientos del PEI, las empresas del sector de biotecnología pueden encontrar en el PEI un instrumento que facilite el proceso de innovación en los proyectos. Aun así, algunas empresas pequeñas del sector biotecnológico pueden encontrar ciertas dificultades que pueden ser inexistentes para empresas grandes del mismo sector de biotecnología. Lo anterior porque el PEI a pesar de diferenciar las modalidades de apoyo por tamaño de empresa, las pequeñas empresas

biotecnológicas identifican que el PEI no reconoce las necesidades o carencias de las pequeñas empresas, como, por ejemplo, no contar con suficiente personal para diversificar las actividades. Esto no significa que sea un requisito indispensable y que no puedan participar en el PEI, pero en la práctica, se tienen que ajustar y tratar de solventar las carencias propias que puede presentar una pequeña empresa en este sector de innovación.

De los beneficios de vinculación con CPI a través del PEI, empresas pequeñas del sector de biotecnología encuentran grandes beneficios al vincularse con un CPI a través del PEI, siempre y cuando la vinculación sea necesaria. Ya que cuando la vinculación es forzada y sólo se hace como un trámite para acceder a un apoyo, la relación entre ambas partes se deteriora. Entre los beneficios que encuentran es que las empresas al ser pequeñas, muchas veces no cuentan con la infraestructura y equipo necesario para desarrollar por su cuenta proyectos de innovación. En estos casos, la vinculación permite la transferencia de tecnología de los CPI hacia las empresas. Con la vinculación a través del PEI, las empresas pueden adquirir equipo e insumos que también son usados en otros proyectos de la empresa. El PEI permite a las empresas pequeñas en el sector de biotecnología poder vincularse con un CPI o varios para el desarrollo de proyectos de innovación que difícilmente la empresa puede desarrollar individualmente.

Sobre las dificultades de vinculación con CPI a través del PEI, Empresas pequeñas del sector de biotecnología no tienen mayores dificultades en la vinculación con un CPI a través del PEI, de las que normalmente pueden tener al vincularse por su cuenta. Es decir, el PEI no representa una dificultad adicional para la vinculación entre las empresas y los CPI. Las dificultades que normalmente se presentan en la vinculación, como la parte legal al elaborar convenios, los tiempos de los CPI que pueden ser más largos que los de las empresas, el tema de la propiedad intelectual, son problemas que de por sí se dan en mayor o menor medida entre ambos actores. Entre mayor vinculación tienen las empresas con los CPI, reducen estos problemas y su relación mejora para el desarrollo de más proyectos. Pudieran existir los casos donde las empresas quieren desarrollar un proyecto sin vinculación porque la empresa tiene la capacidad técnica para desarrollarlo por su cuenta, si la relación con el CPI no es buena, el PEI podría dificultar el proceso al promover la vinculación (ya que para el PEI es más susceptible de apoyo una propuesta más cuando existe la vinculación). Es en estos casos donde se está forzando la vinculación y la relación entre la empresa y el CPI puede verse afectada porque no

encuentran los beneficios de la vinculación (en especial si tienen que acordar los términos de la propiedad intelectual).

El PEI en el proceso de innovación de productos de biotecnología, para empresas pequeñas del sector de biotecnología, es una oportunidad para el desarrollo de productos y servicios de innovación. El PEI facilita recursos para que las empresas puedan equiparse u obtener insumos para el desarrollo de proyectos de innovación. En ocasiones donde la infraestructura y equipo de la empresa no es lo suficiente para el desarrollo de proyectos de innovación, el PEI promueve la vinculación con IES y CI para la transferencia tecnológica. Independientemente de las complejidades que presenta el sector de biotecnología, el PEI se convierte en un facilitador para que las pequeñas empresas del sector inicien y/o continúen sus proyectos de innovación.

Los programas gubernamentales que promueven la innovación en empresas del sector de biotecnología son limitados. Un programa enfocado exclusivamente en el sector biotecnológico, el CIBIOGEM, permite desarrollar proyectos de IDTI, y está dirigido tanto a las IES, CI, como a las empresas del sector. El PEI es un programa dirigido a empresas innovadoras que invierten en proyectos de IDTI para el desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios. La diferencia entre estos dos programas, es a quién está dirigido, mientras que el CIBIOGEM considera empresas, IES y CI por igual, no distingue en las necesidades de cada uno, pero si considera las complejidades del sector en biotecnología. Y el PEI, aunque está enfocado a empresas privadas y fomenta la vinculación con IES y CI (quienes también pueden participar a través de la vinculación), no considera las necesidades específicas del sector de biotecnología. Por lo anterior, no existe un programa gubernamental que se enfoque exclusivamente a las empresas del sector de biotecnología, y los que existen tienen sus limitaciones respecto a quién se dirigen. De manera general una empresa del sector de biotecnología no cuenta con un programa enfocado exclusivamente al sector y por lo tanto que esté diseñado entendiendo las necesidades específicas y las complejidades particulares que presentan. Otra diferencia es que el PEI, tiene más difusión entre las empresas del sector, que el mismo CIBIOGEM, por lo que es el programa que las empresas prefieren para el desarrollo de sus proyectos de innovación, aunque no se enfoque a su sector, tampoco es una limitante.

Finalmente, para poder mejorar el proceso de innovación en el sector de biotecnología, se deben considerar las necesidades y complejidades del sector, de las empresas que están

incursionando en este sector y de las dificultades que se presentan en el proceso de desarrollo de la innovación. Se deben considerar cómo subsanar las complejidades, el alto riesgo de inversión y la prolongación de algunos proyectos debido a cambios en el proceso que son inherentes al desarrollo de la innovación. Considerar etapas de financiamiento a las empresas en sus distintas etapas de desarrollo como empresa y de sus proyectos de innovación. Lo anterior ayudaría a que más proyectos de innovación en biotecnología que se apoyan a través de programas gubernamentales, logran culminar con éxito o que por lo menos lleguen a las etapas finales del proceso de innovación para que puedan comercializarse en el mercado.

II. Conclusiones y recomendaciones de políticas públicas.

La intención de este trabajo de investigación ha sido contribuir a la comprensión de los factores críticos de ciclos y procesos de innovación (FCCPI) en distintos modelos de conocimiento, para entender por qué algunas empresas que pertenecen a sectores de innovación no tradicionales tienen más dificultades en sus desarrollos productivos de innovación, en comparación con empresas tradicionales que siguen un modelo lineal de innovación. El papel que juega la política de CTI para impulsar el desarrollo de innovación en México puede tener distintos resultados en sectores de innovación lineal que de los sectores que no siguen un modelo lineal de innovación. A partir de la revisión de la literatura sobre la evolución de los modelos de innovación hasta los sistemas nacionales de innovación es que se puede entender mejor la política mexicana de CTI. El principal interés de este estudio es conocer el impacto que tiene uno de los principales instrumentos de la política de CTI para promover la innovación en distintos sectores de innovación.

La política de CTI en México ha evolucionado de acuerdo a cambios socioeconómicos y políticos. Ha tenido periodos de grandes avances y apoyos a la CTI (*e.g.* creación del CONACYT), otros donde los apoyos y acciones se mantienen constantes, se toman las mismas decisiones sobre instrumentos de política pública que vienen funcionando bien, y otros donde los apoyos y avances que promueven la CTI en México se ven disminuidos. Dentro de la evolución que ha tenido la política de CTI se puede observar el cambio de un modelo lineal de innovación a uno más interactivo que está reflejado en el SNI. Aunque la política de CTI busca avanzar en un modelo más realista de cómo se promueve la innovación, porque los SNIs consideran la interacción de los distintos actores miembros del sistema, sus particularidades y sus generalidades, sus diferencias y sus similitudes, algunos instrumentos de la política pública siguen considerando modelos lineales de la innovación, como el PEI, que en la forma en que está diseñado el instrumento puede generar resultados no esperados en sectores de innovación que no siguen un modelo de innovación lineal.

En este estudio sobresalen los dos modelos de innovación de importancia para la política de CTI mexicana. El modelo lineal, con soporte en la teoría neoclásica y que tiene gran auge desde la década de los treinta del siglo pasado, pero que todavía se refleja en algunos instrumentos de política pública, y el modelo no lineal, que es un modelo interactivo soportado en la teoría evolucionista, cuya mayor expresión se refleja en el SNI en México. Con enfoque

en estos dos modelos de innovación es complejo determinar sobre qué modelo se inclina la política de CTI en México, ya que, por un lado, a nivel macro, el SNI tiene un enfoque evolucionista más cercano a la realidad, considera procesos interactivos entre los diferentes actores que intervienen y se retroalimentan constantemente. Por otro lado, a nivel micro, podemos encontrar instrumentos de política pública como el PEI, que refleja en su diseño procesos más generales, lineales y secuenciales. Es por eso que la política de CTI es en sí compleja, porque por un lado debe considerar a cada actor del sistema con sus diferencias y necesidades específicas, y por otro, no puede desatender el entorno y el resultado de las interacciones entre los diferentes actores que conforman el sistema. Esto porque las interacciones forman parte del entorno y se reflejan en la capacidad de innovación de las empresas. La política de CTI en México debe atender tanto los factores internos como externos para alcanzar los procesos de desarrollo que le permitan estar a la vanguardia en CTI. Esta investigación se enfoca en esta complejidad en particular, con el programa PEI en un sector de innovación no lineal, como es la biotecnología.

Respecto a los factores internos y externos que afectan el proceso de innovación en la organización, en este estudio se concentran en los FCCPI, donde se diferencia entre el modelo lineal y el no lineal. En el estudio empírico como en el estudio de caso, se seleccionaron las variables que reflejan los FCCPI de mayor impacto en el proceso de innovación en las empresas, para entender el impacto de un instrumento de política pública como el PEI en los FCCPI de las empresas de sectores no lineales de innovación.

Uno de los resultados que se encontraron tanto en los resultados del estudio empírico como del estudio de caso, es que de manera general las empresas en México no innovan, al menos no de manera natural. Es más atractivo para una empresa buscar apoyos gubernamentales que promueven la innovación para invertir en CTI, que hacerlo de manera individual con recursos propios. Aunque el PEI se maneja casi todo el tiempo como un programa exitoso que fomenta la innovación en México, los resultados son marginales para el total de empresas mexicanas que no están innovando. Esto puede significar que se requieren mejores instrumentos de política pública para aumentar la innovación a nivel global de las empresas en México. El diseño de políticas públicas de CTI debe considerar que existen diferentes sectores de innovación que conducen a procesos diferenciados para poder desarrollar la innovación. La política de CTI podría distinguir entre enfoques que determinan diferentes modelos de acción e

instrumentos. También podría tomar en cuenta el impacto en sectores diferenciados del mismo modelo de política. Es decir, la política de CTI podría evaluar y analizar los resultados del impacto del PEI en sectores lineales y no lineales para diferenciarlos en instrumentos de política pública focalizada.

Sería aconsejable que las políticas públicas tengan un conjunto de instrumentos centrados en diferentes procesos de innovación, así como en diferentes sectores industriales. La política de CTI podría considerar el enfoque sistémico que concibe la tecnología como combinaciones de conocimiento tácito en el que la generación de conocimiento ocurre a través de procesos no lineales y dinámicos, para permearlo en los instrumentos de política pública con los que cuenta para promover la innovación en México.

Dado que de la pregunta general de en esta investigación surgen dos preguntas específicas, muy relacionadas, pero que metodológicamente requieren de instrumentos de investigación distintos, se buscó responder estas preguntas para poder comprobar la hipótesis planteada. La primera parte de la investigación se enfoca en responder la primera pregunta de investigación del estudio, para conocer el efecto que tiene una política pública que sigue un modelo lineal en un sector de innovación no lineal. De manera contra intuitiva se encuentra que el impacto del PEI en sectores de innovación no lineal es muy similar a los sectores de innovación lineal y esto se puede deducir de varias formas, una es que los sectores de innovación no lineales empiezan a comportarse como lineales para ajustarse a los requerimientos de un instrumento de política pública lineal, de esta forma pueden participar y beneficiarse de programas que les proporcionan la oportunidad de innovar en sectores tecnológicamente más complejos.

La segunda parte de la investigación está enfocada en responder la segunda pregunta de investigación de este estudio, que quiere conocer si el PEI ha tenido algún impacto en los procesos de innovación de empresas determinadas del sector de biotecnología. La lógica es similar que, en la pregunta anterior, sólo que a la luz de las empresas. Lo anterior debido a que el PEI tiene un vínculo más directo porque a quien financia es a las empresas. Por lo tanto, después del análisis macro, se busca conocer el proceso causal, es decir conocer el impacto de un modelo lineal en un sector no lineal. Los resultados del estudio de caso de las dos empresas analizadas reflejan la realidad de la innovación en biotecnología. Principalmente en empresas pequeñas del sector de biotecnología, las oportunidades que presentan para el desarrollo de

proyectos de innovación son muy limitadas, razón por la cual los programas gubernamentales como el PEI representan una opción para poder desarrollar la tecnología que requieren y ser empresas más competitivas en el mercado. A pesar de que no existe un programa específicamente diseñado para atender las necesidades propias de las empresas del sector de biotecnología, el PEI es el que mejor se ajusta a sus necesidades para el desarrollo de innovación.

Los resultados de las dos metodologías de investigación confirman la hipótesis planteada en este estudio, que un instrumento de la política pública de CTI que considera un paradigma de innovación lineal tiene importantes efectos negativos y contradictorios cuando se aplican en apoyar la innovación en sectores de innovación no lineal. El estudio empírico arroja que el impacto del PEI en sectores de innovación no lineal es muy similar a los sectores de innovación lineal, debido a que los sectores de innovación no lineales empiezan a comportarse como lineales para ajustarse a los requerimientos de un instrumento de política pública lineal, para participar y beneficiarse de un programa gubernamental que está a su alcance. Este resultado se reafirma con el estudio de caso, donde las empresas señalan las dificultades que pueden tener al alinearse a un instrumento como el PEI, pero que finalmente los beneficios son mayores que no participar en el programa. Los resultados del estudio de caso dan muestra de varias razones, una es la escasez de contar con programas específicos que atiendan el sector no lineal en el que se encuentran, y otra es la complejidad del sector por la incertidumbre del proceso y los resultados, que hace difícil obtener recursos privados de otras fuentes de financiamiento. Estos son algunos de los motivos por lo que empresas del sector de biotecnología buscan beneficiarse de un programa que, aunque promueve la innovación de manera general, no está enfocado en los requerimientos específicos que tienen las empresas con procesos de innovación no lineal. Es importante aclarar que, si bien el PEI de manera explícita no se revela a sí mismo como un instrumento de política pública que sigue un modelo lineal, se asume por las reglas de operación en su diseño. De esta forma tampoco excluye que participen empresas de sectores de innovación que no sigan un modelo lineal. Los efectos del impacto que tiene un programa como el PEI en sectores como el de biotecnología se pueden ver en los resultados de la investigación.

La recomendación derivada de los resultados de esta investigación es que se atienda con mejores instrumentos de política pública a sectores especializados de tecnología, estos sectores responden a un modelo no lineal de la innovación. Mientras la política de CTI en México asuma un modelo lineal de la innovación no se reflejarán los resultados de los apoyos realizados a

sectores de innovación no lineal, ya que estos sectores tienen necesidades distintas a los sectores de innovación lineal.

III. Bibliografía

- Aghion, P. y Howitt, P. (1992). A Model of Growth Through Creative Destruction. *Econometrica* 60, 2, 323-351. doi:10.3386/w3223
- Alvarez, R. y Crespi, G. A. (2015). Heterogeneous effects of financial constraints on innovation: Evidence from Chile. *Science and Public Policy*, 1–14. doi: 10.1093/scipol/scu091
- Arancegui, M. (2009). Los Sistemas regionales de innovación una revisión crítica. En: *Ekonomiaz*, 70 (1): 24-59.
- Audretsch, D. y Lehman, E. (2005). Mansfield's Innovation in the Theory of Innovation. In: Link A.N., Scherer F.M. (eds) *Essays in Honor of Edwin Mansfield*. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/0-387-25022-0_23
- Banco Mundial. (2015). *Ciudades Competitivas para Empleos y Crecimiento, Qué, Quién y Cómo*. Washington: El Grupo del Banco Mundial
- Barreto, J. y Petit, J. (2017). Modelos explicativos del proceso de innovación tecnológica en las organizaciones. *Revista Venezolana de Gerencia*, vol. 22, núm. 79. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29055964004>
- Benavente, J. M. (2015). The role of research and innovation in promoting productivity in Chile. *Economics of Innovation and New Technology*, 15, 301-315. doi: 10.1080/10438590500512794
- Breschi, S. y Malerba, F. (1997). *Sectorial Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries*, en Edquist, C. (ed.) *Systems of Innovation, Technologies, Institutions and Organizations* (pp. 130-155). London and Washington: Printer.
- Callejón, M. (2007). I+D, innovación y política pública: hacia una nueva política económica de innovación, *UOC Papers revista sobre la sociedad del conocimiento*, 4, 1-7. Recuperado de <http://www.uoc.edu/uocpapers/4/dt/esp/callejon.pdf>
- Carlsson, B. (1994). *Technological Systems and Economic Performance*, en Dodgson, M. y Rothwell, R. *The handbook of industrial innovation* (pp. 13-24). Aldershot: Edward Elgar.
- Casas, Rosalba (Ed.). (2001). *La formación de redes de conocimiento. Una perspectiva regional desde México*. Barcelona: Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM/Anthropos.

- Casalet, M. 1999. Redes de innovación en la construcción del mercado en México. Nacional Financiera-Flacso, núm. 11, Biblioteca de la micro, pequeña y mediana empresas, junio.
- Casalet, M. 2000. *The Institutional Matrix and Its Main Functional Activities Supporting Innovation*. Developing Innovation Systems: Mexico in a Global Context. Compilado por Mario Cimoli. Londres y Nueva York: The Continuum International Publishing Group.
- Castells, M. y P., Hall (1994), Las tecnópolis del Mundo, México: Alianza.
- Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN. (2020). La biotecnología es democrática, la aplican pequeños, medianos y grandes productores. Recuperado de https://conexion.cinvestav.mx/Publicaciones/la-biotecnolog237a-es-democr225tica-la-aplican-peque241os-medianos-y-grandes-productores?fbclid=IwAR2pflOsENcZDiDwnMYcHBIWZ50puD1IbERCPLqQik3BY_BUZxLFmzRy3MI
- Christensen, C. (1997). *The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail*, Boston, Massachusetts, USA: Harvard Business School Press, pp. 256.
- Cimoli, M., Ferraz, J. & Primi, A. (2007). Políticas de ciencia y tecnología en economías abiertas: la situación de América Latina y el Caribe, Políticas de desarrollo productivo, programa "Modernización del Estado, de la administración pública y del desarrollo económico local y regional" de CEPAL/GTZ, Serie Desarrollo Productivo No. 265, Santiago de Chile.
- Cohen, W. y Levinthal, D. (1989). *Innovation and learning: The two faces of R&D*. The Economic Journal, 99, pp. 569-596.
- Comisión Europea (2004): Innovation Management and the Knowledge-Driven Economy. ECSC-EC-EAEC, Brussels-Luxembourg.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). (2008) Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (2008-2012). Recuperado de <http://www.siiicyt.gob.mx/index.php/normatividad/nacional/programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti/2008-programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion>.

- CONACYT. (2010). Marco conceptual de la innovación en México. Recuperado de www.conacyt.gob.mx/siicyt/index.php/estadisticas-comite-tecnico/septima/1908--274/file.
- CONACYT. (2015). Recuperado de: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/sociedad/politica-cientifica/773-nota-conoce-el-gasto-en>
- CONACYT. Programa de Estímulos a la Innovación (PEI). Recuperado de: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-y-apoyos/programa-de-estimulos-a-la-innovacion>
- Cooke, P. (1998). Origins of the Concept. Regional Innovation Systems. Recuperado en <http://ssrn.com/abstract=1497770>
- Crepon, B., Duguet, E. y Mairesse, J. (1998). Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level. *The National Bureau of Economic Research*, 6696, 115-58. doi: 10.3386/w6696
- Crespi, G. y Zuniga, P. (2012). Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries. *Elsevier, World Development*, 40, 2, 273–290. doi: 10.1016/j.worlddev.2011.07.010
- De Fuentes, C., Santiago, F. y Temel, S. (2018). Perception of innovation barriers by successful and unsuccessful innovators in emerging economies. *Springer Science+Business Media*. doi: 10.1007/s10961-018-9706-0
- Diario Oficial de la Federación (DOF). (2002). Ley de Ciencia y Tecnología, Recuperado de http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/242_081215.pdf
- DOF. (2007). Plan Nacional de Desarrollo 2007-2013, Recuperado de http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4989401&fecha=31/05/2007
- DOF. (2013). Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5299465
- DOF. (2014). Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) 2014-2018. Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5354626&fecha=30/07/2014
- DOF. (2019). Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019

- Dosi, G. Nelson, R. y Winter, S. (2000). *The Nature and Dynamics of Organizational Capabilities*. New York; Oxford University Press.
- Doz, Y. & Wilson, K. (2012). *Managing Global Innovation: Frameworks for Integrating Capabilities around the World*.
- Drucker, P. (1985). *Innovation and Entrepreneurship*, HarperCollins Publishers, pp. 288.
- Edquist, C. (1997). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. Gran Bretaña: Cassell imprint.
- Enríquez Cabot, J., (2000). *El Reto de México: Tecnología y Fronteras en el siglo XXI: Una Propuesta Radical*. México: Planeta Pub Corp.
- Estrada, S. & Pacheco-Vega, R. (2009). Sistemas y políticas de investigación, desarrollo e innovación. Algunas propuestas. *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, Vol. XV No. 44. Enero / abril de 2009, pp. 31-76.
- Freeman, C. (1987), *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*, London.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. & Trow, M. (1997). *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y la investigación en las sociedades contemporáneas*. Ediciones Pomares-Corredor, S.A. Barcelona.
- Gobierno de México. (2019), *Estrategia Nacional para la Implementación de la Agenda 2030 en México*. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/514075/EN-A2030Mx_VF.pdf.
- Godin, B. & Gringas, Y. (2000), *The place of Universities in the System of Knowledge Production Research Policy?*, 29, pp. 273-278.
- Grossman, G. y Helpman, E. (1991). *Innovation and Growth in the Global Economy*, MIT Press, 359 pp.
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., Peters, B. (2006). Innovation and productivity across four European countries. *Oxford Review of Economic Policy*, 22, 483–498. doi: 10.1093/oxrep/grj028
- Guan, J., Yam, R., Mok C y Ma, N. (2006). A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models. En: *European Journal of Operational Research*, 170(3), 971–986.

- Guerrero, M. y Urbano, D. (2016). The impact of Triple Helix agents on entrepreneurial innovations' performance: An inside look at enterprises located in an emerging economy. *Elsevier, Technological Forecasting & Social Change*, 119, 294–309. doi: 10.1016/j.techfore.2016.06.015
- Guerrero, M., Urbano, D. y Herrera, F. (2017). Innovation practices in emerging economies: Do university partnerships matter? *Springer, Journal Technol Transf*, 44, 615–646. doi:10.1007/s10961-017-9578-8
- Gutiérrez, E. y Teshima, K. (2017). Abatement expenditures, technology choice, and environmental performance: Evidence from firm responses to import competition in Mexico. *Elsevier, Journal of Development Economics*, 133, 264–274. doi: 10.1016/j.jdeveco.2017.11.004
- Hall, B. H. (2010). The financing of innovative firms. *Review of Economics and Institutions*, 1, 1-30. doi:10.5202/rei.v1i1.4
- Hall, B. H. (2011). Innovation and Productivity. *NBER Working Paper Series*, 17178, 1-35. doi:10.3386/w17178
- Hall, B. H., Lotti, F. y Mairesse, J. (2009). Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence for Italy. *Springer, Small Business Economics*, 33, 13–33. doi:10.1007/s11187-009-9184-8
- Hidalgo, A., León, G. y Pavón, J. (2002): La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Ediciones Pirámide, Madrid.
- Hobday, M. (2005): “Firm-level Innovation Models: Perspectives on Research in Developed and Developing Countries”, *Technology Analysis & Strategic Management*, vol. 17, nº 2, 121-146.
- Huergo, E. (2006). The role of technological management as a source of innovation: evidence from Spanish manufacturing firms. *Elsevier, Research Policy*, 35, 1377–1388. doi: 10.1016/j.respol.2006.07.005
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Encuesta Nacional sobre Productividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ENAPROCE). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/enaproce/2018/>
- INEGI. (2014). Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/esidet/2014/>

- Ivanova, A., Licona, A., Loaiza, M., Mendoza, E., Rangel, J. & Uscanga, C. (2016). Las políticas gubernamentales de ciencia y tecnología en el Asia Pacífico en la posguerra: los casos de Japón y Corea del Sur. *Portes, revista mexicana de estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, Tercera época, volumen 10, número 20, Julio - diciembre 2016, pp. 105-136.
- Janz, N., Lööf, H. y Peters, B. (2003). Firm Level Innovation and Productivity - is There a Common Story Across Countries? *Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH, Discussion Paper*, 3-26. doi:10.2139/ssrn.416444
- Kline, S & Rosenberg, N. (1986). *An overview of innovation, en The Positive Sum Strategy: Hamessing Technology for Economic Growth*. Editado por Landau, R, y Rosenberg, N., Washington, D.C., National Academy Press, pp. 275-305.
- Knight, G. & Cavusgil, T. (2004). Organizational Capabilities and the Born-Global Firm. En: *Journal of International Business Studies*, (35) 2, 124-141. Recuperado de <http://www.jstor.org/stable/pdfplus/3875247.pdf?acceptTC=true>.
- Kuhlman, S y Arnol, E. (2001). RCN in the Norwegian Research and Innovation System, Technopolis, Brighton. Recuperado de <http://isi.fraunhofer.de/isi-media/docs/isi-publ/2001/isi01b52/rcn-norway.pdf?WSESSIONID=03e581a8101ce64a23ddd8a1fdffb416>.
- Lall, S. (2001), "Competitiveness Indices and Developing Countries: An Economic Evaluation of the Global Competitiveness Report", *Elsevier, World Development*, 29, 1501-1525. doi: 10.1016/S0305-750X(01)00051-1
- López, O., Blanco, M. y Guerra, S. (2009). Evolución de los modelos de la gestión de innovación. UANL, México, Pp. 251-264. ISSN 1665-9627
- Lugones, G., Peirano, F., Giudicatti, M. & Raffo, J. (2002). Indicadores de Innovación Tecnológica, en Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Interamericana e Iberoamericana, *el Estado de la Ciencia* (1-13). Argentina: Altuna.
- Lundvall, B. (1985) *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg: Aalborg, University Press.
- Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, Pinter Publishers, University of California, pp.342.

- Lundvall, B., Johnson, B., Sloth Andersen, E. & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building, *Research Policy* 31 (2002), Department of Business Studies, Aalborg University, Aalborg, Denmark, pp. 213–231.
- Malaver, F. y Vargas, M. (2011). Formas de innovar, desempeño innovador y competitividad industrial. Un Estudio a partir de la Segunda Encuesta de Innovación en la Industria de Bogotá y Cundinamarca. Bogotá, Colombia: Editorial Pontificia Universidad Javeriana: Cámara de Comercio de Bogotá.
- March, I. & Seoane, R. (2006). Los modelos de negocio en las empresas de biotecnología españolas, *Universia Business Review - Actualidad Económica*, cuarto trimestre 2006, pp. 22-35.
- Marshall, A. (1932), *Elements of Economics: Elements of Economic of Industry*, vol. 1, London: Macmillan (first published 1892), en Howells, Jeremy (1999), op. cit.
- Mazzucato, M. (2013). *The Entrepreneurial State: Debunking public vs. private sector myths*, Anthem Press, pp. 201.
- Merrit, H. (2015). The Role of Human Capital in University-Business Cooperation: The Case of Mexico. *Springer Science+Business Media, J. Know Econ*, 6, 568–588. doi:10.1007/s13132-015-0258-3
- Misas, G. (2010). Sistemas sociales de innovación y de producción y modelos productivos: dos enfoques conceptuales y metodológicos para explicar los procesos. En P. Bejarano, A. Zerda y C. Cortés (Eds). *Innovación desafío para el desarrollo en el siglo XXI*. (pp. 199-214). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Morales, M., Ortiz, C. y Arias, M. (2012). Factores determinantes de los procesos de innovación: Una mirada a la situación en Latinoamérica. *Rev. esc.adm.neg.* No.72, Bogotá, pp.148-163. ISSN 0120-8160.
- Morales, M., Amaro, M. y Stezano, F. (2019). Tendencias tecnológicas en el sector biotecnológico: análisis de patentes en México y Estados Unidos. *Economía: teoría y práctica*, (51), 17-44. Epub 28 de octubre de 2019. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/512019/morales>
- Morcillo, P. (1997): *Dirección Estratégica de la Tecnología e Innovación: Un Enfoque de Competencias*. Editorial Civitas, Madrid.

- Morris, D. M. (2018). Innovation and productivity among heterogeneous firms. *Elsevier, Research Policy*, 47, 1918–1932. doi: 10.1016/j.respol.2018.07.003
- Moyeda, C. & Arteaga, J. C. (2016). Medición de la innovación, una perspectiva microeconómica basada en la ESIDET-MBN 2012, *Realidad, Datos y Espacio, Revista Internacional de Estadística y Geografía, INEGI*, 7(1), 38-57. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/rde/2016/01/08/medicion-de-la-innovacion-una-perspectiva-microeconomica-basada-en-la-esidet-mbn-2012/>
- Mulkay B., Hall B.H. & Mairesse J. (2001) Firm Level Investment and R&D in France and the United States: A Comparison. In: Bundesbank D. (eds) Investing Today for the World of Tomorrow. *Springer, Berlin, Heidelberg*,
- Necoechea-Mondragón, H., Pineda-Domínguez, D., Pérez-Reveles, L. y Soto-Flores, R. (2016). Critical factors for participation in global innovation networks. Empirical evidence from the Mexican nanotechnology sector. *Elsevier, Technological Forecasting & Social Change*, 114, 293–312. doi:10.1016/j.techfore.2016.08.027
- Nelson, R. (ed.) (1993). National Innovation Systems. New York: Oxford University Press.
- Nuchera, A., León, G. y Pavón, J. (2002), La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. Editorial: Pirámide. Madrid.
- Ohmae, K. (1997). El Fin del Estado Nación. El Ascenso de las Economías Regionales, Barcelona, Buenos Aires, México, D.F., Santiago de Chile: Andrés Bello.
- Olavarrieta, S. y Villena, M. G. (2013). Innovation and business research in Latin America: An overview. *Elsevier, Journal of Business Research*, 67, 489–497. doi:10.1016/j.jbusres.2013.11.005
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (1996). (16 de septiembre de 2019). Recuperado de <http://www.oecd.org/centrodemexico/laocde/>
- OCDE. (2005). *Biotechnología*. Recuperado de <https://www.oecd.org/centrodemexico/publicaciones/biotechnologia.htm>
- OCDE. (2006). *Manual de Oslo: Guía para la Recogida e Interpretación de Datos sobre Innovación*, European Commission: Eurostat, Grupo Tragsa.
- OCDE (2008) Estudios de la OCDE sobre Políticas de Innovación en México. Recuperado de <https://www.oecd.org/>

- OCDE y FCCyT. (2012a). *Innovación y crecimiento en busca de una frontera en movimiento*. México: OCDE-World Bank-Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC.
- OCDE y FCCyT. (2012b). La medición de la innovación: una nueva perspectiva. *Foro Consultivo Científico y Tecnológico, A.C.*. Recuperado de <http://www.siiicyt.gob.mx/index.php/estadisticas/indicadores/item/gide-pib>
- Piga, C. A., Atzeni, G. (2007). R&D investment, credit rationing and sample selection. *Bulletin of Economic Reseach*. 59, 149–178. doi:10.1111/j.0307-3378.2007.00255.x
- Pineda, K., Morales M. y Ortiz, C. (2011). Modelos y mecanismos de interacción universidad-empresa-Estado: retos para las universidades colombianas: En: Revista Equidad & Desarrollo, 15: pp. 41-67.
- Porter, M. (1979). *How competitive forces shape strategy*. Harvard Business Review, March 1979, pp. 145.
- Porter, M. (1991), La ventaja competitiva de las naciones, Buenos Aires: Vergara.
- Rogers, E. (1962). *Diffusion of Innovations*, 1st ed. New York: Free Press, pp. 576.
- Romer, P. (1989) *Endogenous Technological Change*, Journal of Political Economy, 98 (5), S71-S102.
- Rothwell, R. (1994). *Towards the fifth-generation innovation process*, International Marketing Review, vol. 11, No.1, pp. 7-31.
- Salazar, A., Angulo, F.& Soto, C. (2010). Los modelos de innovación que fomentan las políticas científicas de los países de América Latina y el Caribe, Asociación Colombiana para la investigación en Ciencias y Tecnología EDUCyT, Memorias, II congreso Nacional de investigación en educación en ciencias y tecnología, 2010, junio 21 a 23, ISBN: 978-958-99491-1-5. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/235665219_Los_modelos_de_innovacion_que_fomentan_las_politicas_cientificas_de_los_paises_de_America_Latina_y_el_Caribe
- Santacreu-Vasut, E. y Teshima, K. (2016). Foreign employees as channel for technology transfer: Evidence from MNC's subsidiaries in Mexico. *Elsevier, Journal of Development Economics*, 122, 92–112. doi: 10.1016/j.jdeveco.2016.05.001
- Saren, M. (1984). *A classification and review of models of the intra-firm innovation process*, R&D Management, vol. 14, Issue 1, Pp. 11-24.
- Saxenian, A. (1994), Regional advantage: culture and competition in Silicon Valley and

- Route 128, Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.
- Schmidt-Tiedemann, K. (1982). A new model of the innovation process, *Research Management*, 25, pp. 18-21
- Schumpeter, J. (1976). *Capitalism, Socialism and Democracy*, Routledge. Pp. 437.
- Secretaría de Economía, Programa Nacional de Innovación (PNI) 2006 – 2012, Recuperado de http://www.2006-2012.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/innovacion/Programa_Nacional_de_Innovacion.pdf
- Secretaría de Economía, Programa de Desarrollo Innovador (PRODEINN) 2013 – 2018. Recuperado de <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/reglas-de-operacion-e-informes-del-sector-economia-programa-de-desarrollo-innovador-2013-2018-prodeinn>
- Statista. (2019). Ranking mundial de las empresas biotecnológicas y farmacéuticas por capitalización de mercado en 2019. Portal de Estadísticas. Recuperado de <https://es.statista.com/estadisticas/600793/empresas-biotecnologicas-y-farmaceuticas-lideres-por-capitalizacion-de-mercado/>
- Syverson, C. (2011). "What Determines Productivity?" *Journal of Economic Literature*, 49, 326-65. doi: 10.1257/jel.49.2.326
- Takeuchi, H. y Nonaka, I. (1986). The new product development game. Stop running the relay race and take up rugby, *Harvard Business Review*, enero-febrero, pp. 137-146.
- Teshima, K. (2010). *Industrial Development in the Global Economy: Innovation and Investment of Mexican Firms*. (Tesis doctoral). Columbia University.
- Teubal, M. (2002). What is the systems perspective to Innovation and Technology Policy (ITP) and how can we apply it to developing and newly industrialized economies? *Journal of Evolutionary Economics* 12, 233 – 257.
- Trott, P. (2002): *Innovation Management and New Product Development*. Prentice Hall, Essex, UK, 2nd edition.
- Utterback, J. y Abernathy, W. (1975). A dynamic model of process and product innovation. *Omega*, Volumen 3, Issue 6, Pp. 639-656, ISSN 0305-0483. Recuperado de [https://doi.org/10.1016/0305-0483\(75\)90068-7](https://doi.org/10.1016/0305-0483(75)90068-7).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0305048375900687>.

- Vargas, G. (2005). Efectividad sistémica, integración y desarrollo empresarial en Colombia a través del Sistema Nacional de Innovación. En: Revista de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Universidad de los Andes, 22: 16-25.
- Velasco, E., Zamanillo, e Intxauburu, M. (2007). Evolución de los modelos sobre el proceso de innovación: Desde el modelo lineal hasta los sistemas de innovación. Decisiones basadas en el conocimiento y en el papel social de la empresa: Ponencia en el XX Congreso anual de AEDEM, 2, 1-15.
- Zuniga, P. y Crespi, G. (2012). Innovation strategies and employment in Latin American firms. *Elsevier, Structural Change and Economic Dynamics* 24, 1– 17. doi: doi.org/10.1016/j.strueco.2012.11.001

IV. ANEXOS

Anexo 1. Carta de confidencialidad y consentimiento informado de Empresa 1

KURAGO

Centro de Investigación y Docencia Económicas

Doctorado en Políticas Públicas

Alumna investigadora: Michele Arelyd González Galindo

(michele.gonzalez@alumnos.cide.edu)

Director de tesis: Dr. David Arellano Gault (david.arellano@cide.edu)

Proyecto de tesis: *Factores críticos de ciclos y procesos de la innovación tecnológica en sectores de conocimiento no lineales. Estudio empírico a través del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) en México.*

Estudio de caso: **KURAGO**

CONFIDENCIALIDAD Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

1. Los datos que proporcionen los informantes y/o entrevistados serán estrictamente confidenciales y bajo ninguna circunstancia podrán utilizarse para otro fin que no sea de investigación académica.
2. Los datos e informes que los informantes y/o entrevistados proporcionen para fines de la investigación y que provengan de registros administrativos, serán manejados observando los principios de confidencialidad y reserva.

De manera voluntaria, y dentro del desarrollo de la investigación “*Factores críticos de ciclos y procesos de la innovación tecnológica en sectores de conocimiento no lineales. Estudio empírico a través del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) en México*”, Michele Arelyd González Galindo, la investigadora y, la entrevistada Karen del Rosario Ramírez Ortíz, se comprometen al cumplimiento del presente CONSENTIMIENTO, el cual se registrará por las siguientes cláusulas:

La investigadora se compromete a lo siguiente:

1. No compartir, de manera escrita, digital ni verbal, el contenido de las entrevistas con terceras personas, ni con el director de tesis o autoridades del CIDE.
2. Garantiza el total anonimato de los datos para evitar la identificación del entrevistado.
3. Con el fin de dar cumplimiento a lo anterior, el nombre del entrevistado se maneja como confidencial.
4. Los datos obtenidos serán usados única y exclusivamente para finalidades de investigación usando pseudónimos y procedimientos que garantizarán en todo momento la absoluta confidencialidad de los datos.
5. Ser la única que manejará y guardará las grabaciones y transcripciones de las entrevistas.
6. Entregar al entrevistado/a una copia electrónica de los resultados de la investigación.

El entrevistado/a declara que se le indicó, antes de su participación:

1. Que no está obligado a participar en la presente investigación.
2. Que puede decidir dejar de participar en cualquier momento.
3. Que se puede abstener de responder las preguntas que considere.

La entrevistada declara que:

- Ha leído la descripción de la investigación y decide voluntaria y libremente participar.
- Entiende que puede retirarse del estudio en cualquier momento y solicitar que sus datos personales sean retirados de la investigación sin necesidad de dar explicaciones.

Fecha: _____

Karen del Rosario Ramírez Ortíz
Firma de la entrevistada

Michele Arelyd González Galindo
Firma de la investigadora

Ing. José Antonio Cruz Serrano
Firma del Director General (CEO)

David Arellano Gault
Firma del director de tesis

UNIMA

Centro de Investigación y Docencia Económicas

Doctorado en Políticas Públicas

Alumna investigadora: Michele Arelyd González Galindo

(michele.gonzalez@alumnos.cide.edu)

Director de tesis: Dr. David Arellano Gault (david.arellano@cide.edu)

Proyecto de tesis: *Factores críticos de ciclos y procesos de la innovación tecnológica en sectores de conocimiento no lineales. Estudio empírico a través del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) en México.*

Estudio de caso: UNIMA

CONFIDENCIALIDAD Y CONSENTIMIENTO INFORMADO

3. Los datos que proporcionen los informantes y/o entrevistados serán estrictamente confidenciales y bajo ninguna circunstancia podrán utilizarse para otro fin que no sea de investigación académica.
4. Los datos e informes que los informantes y/o entrevistados proporcionen para fines de la investigación y que provengan de registros administrativos, serán manejados observando los principios de confidencialidad y reserva.

De manera voluntaria, y dentro del desarrollo de la investigación “*Factores críticos de ciclos y procesos de la innovación tecnológica en sectores de conocimiento no lineales. Estudio empírico a través del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) en México*”, Michele Arelyd González Galindo, la investigadora y Alejandro Nuño Ayala, el entrevistado/a, se comprometen al cumplimiento del presente CONSENTIMIENTO, el cual se registrará por las siguientes cláusulas:

La investigadora se compromete a lo siguiente:

7. No compartir, de manera escrita, digital ni verbal, el contenido de las entrevistas con terceras personas, ni con el director de tesis o autoridades del CIDE.
8. Garantiza el total anonimato de los datos para evitar la identificación del entrevistado.
9. Con el fin de dar cumplimiento a lo anterior, el nombre del entrevistado se maneja como confidencial.
10. Los datos obtenidos serán usados única y exclusivamente para finalidades de investigación usando pseudónimos y procedimientos que garantizarán en todo momento la absoluta confidencialidad de los datos.
11. Ser la única que manejará y guardará las grabaciones y transcripciones de las entrevistas.
12. Entregar al entrevistado/a una copia electrónica de los resultados de la investigación.

El entrevistado/a declara que se le indicó, antes de su participación:

4. Que no está obligado a participar en la presente investigación.
5. Que puede decidir dejar de participar en cualquier momento.

6. Que se puede abstener de responder las preguntas que considere.

El entrevistado declara que:

- Ha leído la descripción de la investigación y decide voluntaria y libremente participar.
- Entiende que puede retirarse del estudio en cualquier momento y solicitar que sus datos personales sean retirados de la investigación sin necesidad de dar explicaciones.

Fecha: _____

Alejandro Nuño Ayala
Firma del entrevistado

Michele Arelyd González Galindo
Firma de la investigadora

David Arellano Gault
Firma del director de tesis

Anexo 3. Instrumento de investigación. Cuestionario Pre-entrevista



Centro de Investigación y Docencia Económicas

Doctorado en Políticas Públicas

Alumna: Michele Arelyd González Galindo (michele.gonzalez@alumnos.cide.edu)

Director de tesis: Dr. David Arellano Gault (david.arellano@cide.edu)

Instrumento de investigación

Proyecto de investigación: *Factores críticos de ciclos y procesos de la innovación tecnológica en sectores de conocimiento no lineales. Estudio empírico a través del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) en México.*

Estudio de caso:

Cuestionario Pre-entrevista

Nota: Los datos asentados en este cuestionario corresponden a la empresa del estudio de caso e incluye las actividades que realiza. Los directores, administradores, gerentes, personal técnico, representantes o encargados de la empresa son solidariamente responsables de la información asentada en los documentos autorizados o suscritos por ellos.

Los datos proporcionados a continuación, serán manejados en forma estrictamente confidencial conforme al acuerdo de confidencialidad y consentimiento informado firmado entre la empresa y la investigadora.

Instrucciones generales de llenado:

- Antes de contestar, es importante que lea las definiciones de los conceptos.
- Las variables monetarias serán expresadas en miles de pesos, sin puntos decimales u otros caracteres.

Correo electrónico: _____

Fecha: _____

Informante: _____

Cargo: _____

I. Datos Generales de la empresa:

Instrucciones de llenado:

Para la actividad principal, se debe indicar primero el tipo de actividad (producción, compra-venta, instalación), continuar con el bien o servicio (medicamentos, vacunas, producto alimenticio), y posteriormente mencionar el uso. Ejemplo: Producción de anticuerpos para tratamiento de cáncer.

Conceptos:

Actividades económicas. Acciones y recursos empleados por las empresas para producir bienes o proporcionar servicios.

Actividad principal. Aquella que le genera más ingresos o en su defecto, la que más personal ocupó.

Empresa. Unidad económica que bajo una sola entidad propietaria o controladora combina acciones y recursos para realizar actividades de producción de bienes, compra-venta de mercancías o prestación de servicios, sea con fines mercantiles o no. Puede estar integrada por uno o más establecimientos.

Filial. Empresas legalmente constituidas e integradas a un grupo corporativo.

Corporativo. Empresa dedicada a la dirección corporativa de un grupo de empresas al definir o influir en las normas y planes de acción de otras empresas de su propiedad. Conocidas como corporativos, holdings, empresas integradoras, grupos empresariales y tenedoras de acciones.

Establecimiento. Unidad económica que, en una sola ubicación física, asentada en un lugar de manera permanente y delimitada por construcciones e instalaciones fijas, combina acciones y recursos bajo el control de una sola entidad propietaria o controladora, para realizar actividades de producción de bienes, compra-venta de mercancías o prestación de servicios, sea con fines mercantiles o no.

Producto. Bienes y servicios que genera la empresa, es decir, bienes materiales e inmateriales que poseen un valor económico. Ejemplo: Herbicidas, farmacéuticos de uso humano, preparación de alimentos, investigación en biotecnología.

1. Nombre de la empresa:

2. Sector de actividad económica (Rama OCDE):

- 2.1 Productos alimenticios y bebidas.
- 2.2 Químicos (excepto farmacéuticos).
- 2.3 Farmacéuticos.
- 2.4 Consultoría
- 2.5 Investigación y Desarrollo.

3. Principal actividad económica de la empresa:

4. Principales 5 productos (bienes y servicios) que produce la empresa:

5. Año en que inició actividades la empresa: _____

6. Origen del capital social de la empresa:
 - 6.1. 100% capital nacional.
 - 6.2 Con participación de capital extranjero.

7. Indique si la empresa es única o forma parte de algún grupo corporativo
 - 7.1 Empresa única
 - 7.2 Forma parte de un grupo corporativo.

8. Si la empresa forma parte de un grupo corporativo, ¿qué relación existe entre la empresa y el grupo corporativo?
 - 8.1 Filial
 - 8.2 Corporativo

Si la empresa no forma parte de un grupo corporativo pase a la siguiente pregunta.

9. Número de establecimientos que componen la empresa _____

Sección II. Investigación y Desarrollo Tecnológico.

Conceptos:

Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT). Trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos y su uso para crear nuevas aplicaciones. Engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo tecnológico. La IDT comprende desde los trabajos experimentales o teóricos hasta el desarrollo de nuevos materiales, productos o dispositivos, así como la puesta en marcha de nuevos procesos y sistemas o a la mejora sustancial de los ya existentes. La IDT termina con el desarrollo exitoso de un prototipo en el caso de un producto o de una planta piloto en el caso de un proceso.

Proyecto de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Formalización de las actividades de IDT de la empresa para llevar a cabo los trabajos necesarios para la consecución de sus objetivos, principalmente el desarrollo de prototipos o plantas piloto que posteriormente podrán ser innovaciones en producto o en proceso. Se caracteriza por incluir simultáneamente los tres méritos científicos y tecnológicos: de contenido (método científico), avance en el conocimiento científico y tecnológico e incertidumbre científica y tecnológica, que la distinguen de otras actividades científicas y tecnológicas.

Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Extramuros. IDT realizada fuera de las instalaciones de la empresa. Se refiere a un proyecto de IDT por el que la empresa contrata a un tercero para su realización, aun cuando el tercero haga uso de instalaciones o infraestructura de la empresa, arrendadas o prestadas para llevar a cabo dicho proyecto.

Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros. Actividades de IDT realizadas dentro de las instalaciones de la empresa cuando la empresa conduce la investigación.

Proyecto. Actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas mediante una planificación, para alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto, calidades establecidas previamente y un lapso de tiempo previamente definido.

Tipo de investigación:

Investigación básica. Trabajos experimentales o teóricos de nuevos conocimientos de fenómenos y hechos observables, sin aplicación. Los resultados se publican en revistas científicas o se difunden entre colegas interesados.

Investigación aplicada. Trabajos para adquirir nuevos conocimientos, dirigida hacia un objetivo práctico. Determina los posibles usos de los resultados de la investigación básica, nuevos métodos o formas de alcanzar objetivos específicos.

Desarrollo tecnológico. Trabajos sistemáticos de los conocimientos existentes obtenidos por la investigación o la experiencia práctica, que se dirigen a la fabricación de nuevos materiales, productos o dispositivos, a establecer nuevos procedimientos, sistemas y servicios, o a mejorar los que ya existen.

Campo de la ciencia:

Ciencias naturales. Matemáticas e informática, ciencias físicas, ciencias químicas, ciencias de la tierra y ciencias relacionadas con el medio ambiente y ciencias biológicas.

Ingeniería y tecnología. Ingeniería civil, ingeniería eléctrica, electrónica, química, aeronáutica y aeroespacial, mecánica, metalúrgica, de los materiales y sus correspondientes subdivisiones especializadas.

Ciencias médicas. Medicina básica, clínica, veterinaria y ciencias de la salud.

Ciencias agrícolas. Agricultura, silvicultura, pesca y ciencias afines.

Ciencias sociales. Psicología, economía, ciencias de la educación, administración, derecho, sociología, entre otras.

10. Indique si la empresa ha contratado a terceros para la realización de proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Extramuros.

10.1 Sí.

10.2 No.

Si la respuesta es sí, pase a la pregunta siguiente.

11. Número de proyectos realizados en Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Extramuros, describiendo el principal proyecto.

Si la respuesta anterior es "no", pase a la siguiente pregunta.

12. Indique si la empresa ha realizó proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros durante los años 2013 - 2019.

12.1 Sí.

12.2 No.

13. Mencione el número de proyectos realizados en Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros, describiendo el principal proyecto durante el periodo 2013-2019.

Sección III. Recursos Humanos en IDT intramuros

Conceptos:

Personal ocupado dedicado a actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros. Personal empleado directamente en IDT, así como personas que proporcionan servicios relacionados con actividades de IDT, como directores, administradores y personal de oficina. Excluye: personas que proporcionan servicios indirectos, como personal de comedores y seguridad; aunque sus sueldos y salarios se contabilicen como otros costos corrientes para la medida del gasto en IDT.

Investigadores y tecnólogos. Profesionales que se dedican a la concepción o creación de conocimientos, productos (bienes y servicios) y procesos (incluye métodos), así como a la gestión de proyectos.

Técnicos y personal equivalente. Personas cuyas tareas principales requieren conocimientos técnicos y experiencia en uno o varios campos de la ingeniería, la física, las ciencias biomédicas o las ciencias sociales. Participan en la IDT ejecutando tareas científicas y técnicas que requieren de la aplicación de conceptos y métodos operativos, bajo la supervisión de investigadores o tecnólogos.

Personal de apoyo administrativo. Personas de oficio calificado y sin calificar, de oficina y secretariales que participan en los proyectos de IDT. Incluye: gerentes y administradores que se ocupan de gestión económica y de personal, así como de administración, siempre que sus actividades sean de apoyo a la IDT.

Doctorado. Nivel de estudios reservado para aplicar a una calificación de investigación avanzada. Programas para estudios avanzados e investigación original.

Maestría. Grado académico para ampliar conocimientos en un campo disciplinario. El requisito de entrada es la terminación del grado de licenciatura.

Especialidad. Nivel de estudios que se obtiene en universidades e institutos tecnológicos. Estudios posteriores a los estudios de licenciatura. La validez de estos estudios está respaldada por un certificado independiente de la licenciatura.

Licenciatura. Nivel de la educación que conduce a la obtención de un título universitario de licenciatura o equivalente, como son las ingenierías y la medicina.

Carreras técnicas. Educación media superior que prepara estudiantes para la incorporación directa a ocupaciones específicas, sin entrenamiento posterior. Incluye: programas de grado asociado, los cuales ofrecen capacitación estructurada por medio de las habilidades prácticas y el conocimiento necesario para una ocupación específica.

Bachillerato. Educación media superior posterior a la educación secundaria. Puede ser terminal (preparando a estudiantes para incorporarse directamente al ámbito laboral) o preparatorio (preparando estudiantes para la educación superior).

Secundaria. Nivel educativo continuación de los programas educativos de nivel primaria; la enseñanza está organizada por materias, a menudo se contratan maestros más especializados quienes imparten clases en su campo de especialización.

Otros. Estudios a nivel primaria, cursos de capacitación para el trabajo que no requieran de estudios previos.

Personas de nacionalidad extranjera. Personas que no tienen nacionalidad mexicana.

14. Número de personas con doctorado que trabajan en la empresa como investigadores y tecnólogos en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

15. Número de personas con doctorado que trabajan en la empresa como técnicos y personal equivalente en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

16. Número de personas con doctorado que trabajan en la empresa como personal de apoyo administrativo en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

17. Número de personas con maestría que trabajan en la empresa como investigadores y tecnólogos en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

18. Número de personas con maestría que trabajan en la empresa como técnicos y personal equivalente en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

19. Número de personas con maestría que trabajan en la empresa como personal de apoyo administrativo en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

20. Número de personas con especialidad que trabajan en la empresa como investigadores y tecnólogos en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

21. Número de personas con especialidad que trabajan en la empresa como técnicos y personal equivalente en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

22. Número de personas con especialidad que trabajan en la empresa como personal de apoyo administrativo en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

23. Número de personas con solo licenciatura que trabajan en la empresa como investigadores y tecnólogos en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

24. Número de personas con solo licenciatura que trabajan en la empresa como técnicos y personal equivalente en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

25. Número de personas con solo licenciatura que trabajan en la empresa como personal de apoyo administrativo en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

26. Número de personas con carrera técnica que trabajan en la empresa como investigadores y tecnólogos en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

27. Número de personas con carrera técnica que trabajan en la empresa como técnicos y personal equivalente en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

28. Número de personas con carrera técnica que trabajan en la empresa como personal de apoyo administrativo en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

29. Número de personas con solo bachillerato que trabajan en la empresa como investigadores y tecnólogos en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

30. Número de personas con solo bachillerato que trabajan en la empresa como técnicos y personal equivalente en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

31. Número de personas con solo bachillerato que trabajan en la empresa como personal de apoyo administrativo en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

32. Número de personas con solo secundaria que trabajan en la empresa como investigadores y tecnólogos en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

33. Número de personas con solo secundaria que trabajan en la empresa como técnicos y personal equivalente en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

34. Número de personas con solo secundaria que trabajan en la empresa como personal de apoyo administrativo en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) Intramuros.

Sección IV. Biotecnología

Conceptos:

Biotecnología. Aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a sus partes, productos y modelos, para alterar el material vivo o inerte, con el fin de producir conocimientos o productos.

Tipos de biotecnologías:

Código genético. Tecnologías referentes al ADN (genómica, farmacogenética, sondas génicas, secuenciación/ síntesis/ amplificación de ADN, ingeniería genética).

Unidades funcionales. Tecnologías referentes a proteínas y otras moléculas (secuenciación/ síntesis protéica/ peptídica, ingeniería de lípidos/ glúcidos/ proteínas, proteómica, hormonas y factores de crecimiento, receptores/ señalización/ feromonas celulares). Actividades se realizan para encontrar fármacos.

Cultivos de ingeniería celular y de tejidos. Cultivos celulares/ tisulares, ingeniería de tejidos, hibridación, fusión celular, estimulantes de la respuesta inmune o vacunas, manipulación de embriones.

Bioprocesos. Procesos biotecnológicos que utilizan microorganismos y sus productos en la

producción y desarrollo de alimentos en combinación con el aprovechamiento de productos agrícolas

(bioreactores, fermentación, bioprocesamiento, biolixiviación, biopulpaje, bioblanqueamiento, biodesulfurización, bioremediación y biofiltración).

Organismos subcelulares (terapia génica y vectores virales). Terapia génica es una estrategia terapéutica que consiste en la introducción de ácidos nucleicos en tejidos de un individuo para paliar o curar enfermedades debidas a errores genéticos que existen en alguno de sus genes. La terapia génica es posible gracias a avances en campos como: biología molecular, genética, virología, bioquímica, y biofísica entre otras. Vectores virales son virus en los que se inserta ADN foráneo para que los introduzcan en las células o microorganismos que lo infectan.

Bioinformática. Construcción de productos de software, base de datos para la gestión, análisis e integración de datos en genómica y proteómica (estudio a gran escala de las proteínas), secuencias de modelos de procesos y sistemas biológicos.

Nanobiotecnología. Instrumentos o materiales obtenidos por combinación de la ingeniería a nanoescala con la biología, para el estudio de biosistemas y aplicaciones en la administración de fármacos, diagnósticos, etcétera.

Áreas de aplicación final de la biotecnología. Bienes producidos para la utilización de los diferentes tipos de biotecnología.

Salud humana. Utilización de la biotecnología en procesos médicos.

Salud animal y acuicultura. Utilización de la biotecnología en procesos médicos para animales, para elevar la tasa de crecimiento de especies cultivadas, ayudar a restablecer y proteger los entornos acuáticos, ampliar la gama de especies acuáticas y mejorar la gestión y conservación de las poblaciones silvestres.

Alimentación. Técnicas o procesos que emplean organismos vivos o sustancias que provengan de ellos para producir o modificar un alimento, mejorar las plantas o animales de los que provienen los alimentos; o desarrollar microorganismos como bacterias, hongos o levaduras que intervengan en los procesos de elaboración.

Agricultura y producción forestal. Ofrecen a los agricultores mayor rentabilidad al producir más alimentos en menor espacio, protegen los recursos naturales, se obtienen plantas tolerantes a herbicidas, resistentes a insectos y enfermedades, así como plantas que puedan crecer en condiciones desfavorables.

Medio ambiente (biotecnología ambiental). Limpiar el medio ambiente reduciendo la contaminación del aire, el agua o la tierra; eliminación de hidrocarburos; eliminación o neutralización de metales pesados y nucleares, así como tratamiento de aguas residuales.

Industria. Procesos industriales como el diseño de microorganismos para producir un producto químico o el uso de enzimas como catalizadores industriales. También en la industria textil, en la creación de nuevos materiales, como plásticos biodegradables y en la producción de biocombustibles.

Personal ocupado dedicado a actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) en biotecnología. Personal empleado, así como personas que proporcionan servicios relacionados con actividades de IDT en biotecnología como los directores, administradores y personal de oficina. Excluye: personas que proporcionan servicios indirectos, como es el caso del personal de los comedores y seguridad; aunque sus sueldos y salarios se contabilicen como otros costos corrientes para la medida del gasto en IDT en biotecnología.

Investigadores y tecnólogos. Profesionales que se dedican a la concepción o creación de conocimientos, productos (bienes y servicios), procesos (incluye métodos); así como a la gestión de los proyectos de biotecnología.

Técnicos y personal equivalente. Personas cuyas tareas principales requieren conocimientos técnicos y experiencia en uno o varios campos de la ingeniería, la física, las ciencias biomédicas o las ciencias sociales. Participan en la IDT en biotecnología ejecutando tareas científicas y técnicas que requieren de la aplicación de conceptos y métodos operativos, bajo la supervisión de los investigadores o tecnólogos.

Personal de apoyo administrativo. Personas de oficio calificado y sin calificar, de oficina y secretariales que participan en los proyectos de investigación y desarrollo; o bien, están directamente asociadas con tales proyectos. Incluye: gerentes y administradores que se ocupan de asuntos relacionados con gestión económica y de personal, así como de la administración general, en actividades sean de apoyo directo a la IDT en biotecnología.

Porcentaje de la jornada laboral dedicado a las actividades de IDT en biotecnología. Promedio del porcentaje de la jornada laboral que el personal ocupado dedicó a las actividades de IDT en biotecnología. Incluye: tiempo de espera, preparación de labores, mantenimiento y limpieza. Excluye: tiempo de la suspensión de labores por huelga, paros, vacaciones, licencias temporales por incapacidad y fenómenos naturales.

35. ¿La empresa ha realizado actividades relacionadas con el uso de la biotecnología?

35.1 Sí

35.2 No

36. Indique si la empresa ha utilizado algún tipo de biotecnologías señaladas a continuación.

Si la respuesta es “no”, pase a la pregunta: ¿la empresa realizó actividades relacionadas con el uso de la biotecnología?

36.1 ___ Código genético

36.2 ___ Unidades funcionales

36.3 ___ Cultivos de ingeniería celular y de tejidos

36.4 ___ Bioprocesos

36.5 ___ Organismos subcelulares

36.6 ___ Bioinformática

36.7 ___ Nanobiotecnología

36.8 ___ Otro

37. Indique si la empresa ha producido algún tipo de biotecnologías señaladas a continuación.

37.1 ___ Código genético

37.2 ___ Unidades funcionales

37.3 ___ Cultivos de ingeniería celular y de tejidos

37.4 ___ Bioprocesos

37.5 ___ Organismos subcelulares

37.6 ___ Bioinformática

37.7 ___ Nanobiotecnología

37.8 ___ Otro

38. Áreas de aplicación final de los bienes producidos mediante el uso de la biotecnología.

- 38.1 Salud humana
- 38.2 Salud animal y acuicultura
- 38.3 Alimentación
- 38.4 Agricultura
- 38.5 Medio ambiente
- 38.6 Industria

39. Número de personas que han participado en actividades de biotecnología. Incluye: al personal dependiente y no dependiente de la empresa.

40. ¿La empresa contrató a terceros para llevar a cabo proyectos de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) en biotecnología?

- 40.1 Sí
- 40.2 No

41. Número de personas que trabajan en la empresa en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) en biotecnología (investigadores y tecnólogos).

42. Número de personas que trabajan en la empresa en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) en biotecnología (técnicos y personal equivalente).

43. Número de personas que trabajan en la empresa en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT) en biotecnología (personal de apoyo administrativo).

Sección V. Formación en recursos humanos en ciencia y tecnología

Conceptos:

Doctorado. Nivel de estudios reservado para aplicar a una calificación de investigación avanzada. La duración de estos programas es de al menos tres años de tiempo completo. Los programas son para estudios avanzados e investigación original.

Maestría. Grado académico para ampliar los conocimientos en un campo disciplinario. La duración de estos programas es de dos años. El requisito de entrada es la terminación del grado de licenciatura.

Especialidad. Nivel de estudios que se obtiene en universidades e institutos tecnológicos. Su duración depende del campo de formación. Estudios posteriores a los estudios de licenciatura. La validez está respaldada por un certificado independiente de la licenciatura.

44. Del personal que participa en actividades de Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT), indique el número de personas capacitadas por la empresa.

45. De la pregunta anterior indique el número de personas que fueron capacitadas en otro país en Investigación y Desarrollo Tecnológico (IDT).

Sección VI. Transferencia de Tecnología

Conceptos:

Transferencia de tecnología. Actividad mediante la cual los conocimientos científicos y tecnológicos se transfieren de una empresa a otra bajo condiciones comerciales.

Ingresos:

Venta de patentes. Transacciones de los derechos legales de patente (completa o en partes), conferidos por una agencia oficial, nacional o regional, que dan al patentador el monopolio de la invención y su explotación industrial o comercial para un territorio, en un tiempo determinado.

Venta de inventos no patentados. Transacciones de un invento no patentado, pero que es sujeto de ser comercializado.

Revelación de Know-how. Ingresos obtenidos por este concepto. El Know-how es un conocimiento técnico que puede transmitirse, pero no es accesible al público en general y no está patentado. Consiste en el conocimiento que ha sido construido durante la aplicación de una técnica, equivalente a la experiencia adquirida. Se puede transmitir como tal o formar parte de un acuerdo de patentes.

Regalías por licencia de patentes. Ingresos por autorizar a un tercero para explotar todas o algunas de las aplicaciones de la patente en un periodo de tiempo, en un territorio determinado. Se consideran dos formas de pago: el pago de una cantidad fija preestablecida, dicho pago puede ser en una sola transacción o diferida en plazos; y, el pago de regalías, es calculado sobre la base del uso que se hará de la licencia o del resultado final como puede ser el número de unidades producidas, la cantidad de ventas o el porcentaje de las ganancias obtenidas.

Ingresos por derechos de propiedad industrial (diseño, modelos, marcas y franquicias). Transacciones que impliquen ventas, licencias o franquicias de marcas de fábrica, diseños o modelos.

Ingresos por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería. Ingresos por el diseño y preparación de proyectos. Comprenden la definición del producto, del proceso y las especificaciones de la planta, su diseño general y los planos detallados de las instalaciones.

Ingresos por servicios de asistencia técnica industrial asociado a la venta de maquinaria y equipo. Ingresos que obtiene la empresa por realizar actividades de operación y mantenimiento industrial, el entrenamiento del personal, la capacitación de técnicos, servicios de consultoría y asistencia para el control de calidad y solución de problemas técnicos. Asociados con los servicios de consultoría y asistencia técnica de posventa de maquinaria y equipo, o

independiente a través de un contrato exclusivo por la prestación del servicio de asistencia técnica.

Contrato independiente. Ingresos que obtiene la empresa por concepto de la prestación de servicios de asistencia técnica no contemplados en rubros anteriores.

Egresos:

Compra de patentes. Adquirir una patente, ya sea completa o en partes. La patente es un derecho legal conferido por una agencia oficial, nacional o regional, que da al patentador el monopolio de la invención y su explotación industrial o comercial para un territorio, en un tiempo determinado.

Compra de inventos no patentados. Adquisición de inventos no patentados, pero son sujetos de ser comercializados.

Revelación de Know-how. Pagos por tener acceso al Know-how de otra empresa. Es un conocimiento técnico que puede transmitirse, pero no es accesible al público en general y no está patentado. Consiste en el conocimiento que ha sido construido durante la aplicación de una técnica, equivalente a la experiencia adquirida. Se puede transmitir como tal o formar parte de un acuerdo de patentes.

Regalías por licencia de patentes. Pagos por recibir la autorización para explotar todas o algunas de las aplicaciones de la patente en un periodo de tiempo, en un territorio determinado. Se consideran dos formas de pago: el pago de una cantidad fija preestablecida, dicho pago puede ser en una sola transacción o diferida en plazos; y, el pago de regalías es calculado sobre la base del uso que se hará de la licencia o del resultado final, como puede ser el número de unidades producidas, la cantidad de ventas o el porcentaje de las ganancias obtenidas.

Pagos por derechos de propiedad industrial (diseño, modelos, marcas y franquicias). Transacciones que impliquen la compra, licencias o franquicias de marcas de fábricas, diseños o modelos.

Pagos por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería. Egresos por el diseño y preparación de proyectos; comprende la definición del producto, del proceso y las especificaciones de la planta, su diseño general y los planos detallados de las instalaciones.

Pagos de servicios por asistencia técnica industrial asociados a la compra de maquinaria y equipo. Gastos de operación y mantenimiento industrial; comprenden el entrenamiento del personal, la capacitación de técnicos, servicios de consultoría y asistencia para el control de calidad y solución de problemas técnicos en forma independiente.

Contrato independiente. Pagos a empresas nacionales o del exterior por concepto de la prestación de servicios de asistencia técnica no contemplados en rubros anteriores.

46. ¿La empresa ha obtenido ingresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por venta de patentes?

47. ¿La empresa ha obtenido ingresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por venta de patentes?

48. ¿La empresa ha obtenido ingresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por venta de inventos no patentados?

49. ¿La empresa ha obtenido ingresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por venta de inventos no patentados?

50. ¿La empresa ha obtenido ingresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por revelación de know-how?

51. ¿La empresa ha obtenido ingresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por revelación de know-how?

52. ¿La empresa ha obtenido ingresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por regalías por licencias de patentes?

53. ¿La empresa ha obtenido ingresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por regalías por licencias de patentes?

54. ¿La empresa ha obtenido ingresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por regalías por derechos de propiedad industrial (diseño, modelos, marcas y franquicias)?

55. ¿La empresa ha obtenido ingresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por regalías por derechos de propiedad industrial (diseño, modelos, marcas y franquicias)?

56. ¿La empresa ha obtenido ingresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería?

57. ¿La empresa ha obtenido ingresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería?

58. ¿La empresa ha obtenido ingresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por servicios de asistencia técnica industrial asociado a la venta de maquinaria y equipo?

59. ¿La empresa ha obtenido ingresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por servicios de asistencia técnica industrial asociado a la venta de maquinaria y equipo?

60. ¿La empresa ha tenido egresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por venta de patentes?

61. ¿La empresa ha tenido egresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por venta de patentes?

62. ¿La empresa ha tenido egresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por venta de inventos no patentados?

63. ¿La empresa ha tenido egresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por venta de inventos no patentados?

64. ¿La empresa ha tenido egresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por revelación de know-how?

65. ¿La empresa ha tenido egresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por revelación de know-how?

66. ¿La empresa ha tenido egresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por regalías por licencias de patentes?

67. ¿La empresa ha tenido egresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por regalías por licencias de patentes?

68. ¿La empresa ha tenido egresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por regalías por derechos de propiedad industrial (diseño, modelos, marcas y franquicias)?

69. ¿La empresa ha tenido egresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por regalías por derechos de propiedad industrial (diseño, modelos, marcas y franquicias)?

70. ¿La empresa ha tenido egresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería?

71. ¿La empresa ha tenido egresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería?

72. ¿La empresa ha tenido egresos nacionales por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por servicios de asistencia técnica industrial asociado a la venta de maquinaria y equipo?

73. ¿La empresa ha tenido egresos extranjeros por transferencia de tecnología (intercambio de técnicas) por servicios de asistencia técnica industrial asociado a la venta de maquinaria y equipo?

Sección VII Apoyos gubernamentales

Conceptos:

Programa:

PEI. Programa de Estímulos a la Innovación (INNOVAPYME, PROINNOVA, INNOVATEC)

INNOVAPYME. Innovación Tecnológica para las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas

INNOVATEC. Innovación Tecnológica para las Grandes Empresas

PROINNOVA. Proyectos en Red Orientados a la Innovación

FINNOVA. Fondo Sectorial de Innovación

FIT. Fondo de Innovación Tecnológica

FONSEC. Fondos Sectoriales

FOMIX. Fondos Mixtos

Fondos Institucionales:

FOINS. Fondo Institucional del CONACYT

Fondo Institucional de Tecnología

Fondo Institucional de Ciencia

FONDO CIBIOGEM. Fondo para el Fomento y Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología

IDEA. Incorporación de Científicos y Tecnólogos Mexicanos en el Sector Social y Productivo del País

FORDECYT. Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación.

FONCICYT. Fondo de Cooperación Internacional entre México y la Unión Europea

CONRICYT. Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica

Subprograma de Cooperación En Investigación, Desarrollo e Innovación Tecnológica Internacional (Cooperación Bilateral)

Proyectos de Desarrollo Científico para Atender Necesidades Nacionales

Redes Temáticas de Investigación

Repatriación, Retención e Instancias de Consolidación (Apoyos Complementarios para la Consolidación Institucional de Grupos de Investigación)

Estancias Posdoctorales y Sabáticas en el Extranjero

Estancias Posdoctorales Nacionales

PRODIAT. Programa para el Desarrollo de las Industrias de Alta Tecnología

COMPITE. Comité Nacional de Productividad e Innovación Tecnológica, A.C.

PROSOFT 2.O. Programa para el Desarrollo de la Industria del Software

FONDO PYME

PROMEDIA. Programa de Desarrollo de la Industria de Medios Interactivos

CONOCER. Consejo Nacional de Normalización y Certificación de las Competencias Laborales

PAP. Programa de Apoyo para la Productividad

COMPEX. Comisión Mixta para la Promoción de las Exportaciones

74. De los siguientes programas de apoyo que ofrecen las instituciones del Gobierno Federal, indique si la empresa participó en alguno:

304.1 INNOVAPYME (CONACYT)

304.2 INNOVATEC (CONACYT)

304.3 PROINNOVA (CONACYT)

304.4 FINNOVA (SE/ CONACYT)

304.5 FIT (SE/ CONACYT)

304.6 FONSEC (CONACYT)

304.7 FOMIX

304.8 FOINS (CONACYT)

304.9 Fondo Institucional de Tecnología (CONACYT)

304.10 Fondo Institucional de Ciencia (CONACYT)

304.11 Fondo CIBIOGEM (CONACYT)

304.12 IDEA

304.13 FORDECYT (CONACYT)

304.14 Apoyos Institucionales (CONACYT)

304.15 FONCICYT (CONACYT)

304.16 CONRICYT (CONACYT)

304.17 Subprograma de cooperación en investigación, desarrollo e innovación tecnológica internacional (cooperación bilateral)

- 304.18 Proyectos de desarrollo científico para atender necesidades nacionales (CONACYT)
- 304.19 Redes Temáticas de Investigación (CONACYT)
- 304.20 Repatriación, Retención e Instancias de Consolidación (Apoyos Complementarios para la Consolidación Institucional de Grupos de Investigación)
- 304.21 Estancias Posdoctorales y Sabáticas en el Extranjero (CONACYT)
- 304.22 Estancias Posdoctorales Nacionales (CONACYT)
- 304.23 PRODIAT (SE)
- 304.24 COMPITE (SE)
- 304.25 PROSOFT 2.0 (SE)
- 304.26 FONDO PYME (SE)
- 304.27 PROMEDIA (SE)
- 304.28 CONOCER (SEP – STPS)
- 304.29 PAP (STPS)
- 304.30 COMPEX (BANCOMEX)

Sección VIII Madurez Tecnológica

Conceptos:

Departamento técnico de documentación de procesos de producción. Departamento para formalizar los procesos productivos de manera sistemática, a través de la documentación.

Ingenieros. Profesionistas del campo de conocimiento de ingeniería y tecnología.

Otros profesionistas. Profesionistas del resto de los campos del conocimiento.

En ambos casos excluye: personas con estudios de nivel inferior a licenciatura.

Tipos de certificaciones:

ISO 9001-2008. Estándar requerido para valorar la capacidad de cumplir con los requisitos del cliente, los legales y reglamentarios aplicables, y por medio de esto, cumplir con la satisfacción del cliente. Es la única norma de la familia ISO con la cual se puede hacer una auditoría de tercera parte.

ISO-9001:2000. Estándar requerido para valorar la capacidad de cumplir los requisitos del cliente y los reglamentos aplicables y por medio de esto, cumplir con la satisfacción del cliente. Es la única norma de la familia ISO-9000 con la cual se puede hacer una auditoría de tercera parte.

ISO-14001:2009. Norma internacional que hace referencia al sistema de gestión ambiental, permite atender de manera prioritaria el cuidado del ambiente. Mediante su adecuado empleo los establecimientos productivos minimizan el efecto nocivo de sus operaciones industriales y contribuyen a la protección de los ecosistemas. Es la norma certificable vigente del cuidado del medio ambiente.

ISO-14001:2004. Norma que hace referencia al sistema de gestión ambiental, permite atender de manera prioritaria el cuidado del ambiente.

Industria limpia. Certificación otorgada por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). Dicho organismo forma parte de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), este certificado garantiza que los productos ofrecidos al mercado se desarrollen bajo procesos que protejan al medio ambiente. Los beneficiarios de este tipo de

certificado son: las empresas del sector industrial, las organizaciones del sector turismo y los establecimientos con actividades no industriales.

SA 8000:2008. Norma universal sobre condiciones de trabajo que aborda principios éticos y sociales según lo establecen la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y las instituciones dedicadas a los derechos humanos. La adopción de este estándar coadyuva a las prácticas responsables en las empresas y se promueve con esta certificación el reconocimiento de la sociedad.

NMX-SATS-001-IMNC-2008. Norma establecida por la STPS para la gestión de la seguridad en el trabajo. Especifica los requisitos para un sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), permite la organización, el control de riesgos y favorece el desempeño operativo del establecimiento.

OHSAS 18001:2007. Norma que fomenta los entornos de trabajo seguros y saludables al ofrecer un marco que permite a la organización identificar y controlar sus riesgos de salud y seguridad, reducir el potencial de accidentes, apoyar al cumplimiento de las leyes y mejorar el rendimiento en general. Este estándar es la especificación reconocida internacionalmente para sistemas de gestión de la salud y la seguridad en el trabajo.

ISO-13485:2003. Estándar que especifica los requerimientos de un sistema de gestión de calidad en una organización que necesita demostrar sus competencias para suministrar equipo médico y los servicios asociados a estos bienes.

ESR. Norma que hace alusión a una "Empresa Socialmente Responsable", otorgada por las instituciones privadas no lucrativas, el Centro Mexicano para la Filantropía (CEMEFI) y ALIARSE. Dicha certificación está dirigida a empresas y organizaciones del país. Este certificado acredita a la empresa por sus operaciones sustentables en los aspectos económico, social y ambiental; se toma en consideración los intereses de los miembros de la sociedad con los que se interactúa haciendo énfasis en las personas, los valores éticos y el respeto y atención a la comunidad.

HACCP. Norma denominada "Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control" hace referencia a la seguridad en alimentos y tiene como propósito prevenir enfermedades que pueden ser transmitidas a través de la ingesta. Las empresas con la adopción de este estándar elaboran productos microbiológicamente seguros, ya que analizan las materias primas, el proceso y el consumo.

CTPAT. Iniciativa entre el gobierno de los EUA y el sector privado nacional, cuyo objetivo es construir relaciones de cooperación que fortalezcan la seguridad de toda la cadena de suministro y la seguridad de las fronteras. Esta certificación permite participar a empresas de manufactura, transportistas y operadores logísticos. Las medidas de seguridad tomadas por este programa incentivaron la creación de nuevos sistemas que facilitan el comercio internacional sin vulnerar la seguridad nacional. En este contexto, se busca certificar a todos los actores que intervienen en la cadena logística para agilizar el comercio exterior. Los sistemas de sellado empleados en las mercancías son inviolables y los productos se suministran en forma segura.

ISO-22000:2005. Estándar internacional que define los requisitos de un sistema de gestión de la seguridad alimentaria para asegurar la inocuidad de los productos elaborados, su aplicación se recomienda a todas las organizaciones que participan en la cadena alimentaria como son entre otros: los agricultores, fabricantes de equipo, proveedores de aditivos e ingredientes, material de envasado y transporte.

ISO-26000:2010. Norma guía sobre la responsabilidad social, su propósito es ayudar a los miembros de las organizaciones de los sectores público y privado sobre las ventajas de operar de manera social y responsable. La implantación de esta norma aborda siete aspectos

fundamentales que son: la propia organización, los derechos humanos, las prácticas laborales, el medio ambiente, los consumidores, las prácticas operativas transparentes y el desarrollo de la comunidad.

ISO/IEC 27001:2005. Norma que hace referencia al sistema de gestión de la seguridad de la información (SGSI) y va destinada a organizaciones que hayan adecuado sus sistemas de información y los procesos de trabajo, con apego a la normatividad legal sobre el manejo y resguardo de datos.

Adquirir tecnología, equipo, maquinaria y licencias. Las empresas adquieren tecnología, equipo, maquinaria y licencias que se necesitan para llevar a cabo sus procesos de producción. En caso de problemas o contratiempos con el equipo, no disponen de personal que los resuelva, por lo cual se requiere de especialistas externos que realicen las reparaciones o ajustes pertinentes.

Asimilación de licencias. "El proceso de aprendizaje y de aprovechamiento racional del recurso tecnológico con el que se cuenta". Para la organización es básico conocer la manera de cómo funciona la tecnología que utilizan y qué la compone, de esta manera la aprovechará de forma más eficiente y dependerá menos de proveedores externos.

Adaptar y modificar tecnología. La empresa no solo hace suya la tecnología adquirida, sino que es capaz de hacerle los cambios necesarios para que se ajuste a las necesidades de la empresa.

Generar y desarrollar tecnología. La empresa además de tener la capacidad de adquirir, asimilar y adaptar tecnología, dispone de personal altamente calificado que es capaz de satisfacer las necesidades de producción mediante el desarrollo de tecnologías propias haciéndola altamente competitiva. La IDT es un factor importante en la generación de tecnología propia.

Patentar tecnologías. La empresa no solo tiene la capacidad de diseñar y desarrollar nuevas tecnologías, sino que, además, estas tecnologías tienen la novedad suficiente que pueden ser patentadas tanto en México como en el extranjero. Este es un indicador de la intensidad de innovación de la empresa.

75. Indique si la empresa cuenta con un departamento técnico (unidad o área) para documentar los procesos de producción.

75.1 Sí

75.2 No

76. Números de personas (ingenieros y otros profesionistas) que laboran en el departamento técnico

Distinguir por profesión. Si la respuesta anterior fue "no", pase a la siguiente pregunta.

77. Certificaciones con que cuentan los establecimientos de la empresa.

77.1 ISO - 9001:2008

77.2 ISO - 9001:2000

77.3 ISO - 14001:2009

77.4 ISO - 14001:2004

- 77.5 Industria Limpia
- 77.6 SA 8000:2008
- 77.7 NMX-SATS-001-IMNC-2008
- 77.8 OHSAS 18001:2007
- 77.9 ISO-13485:2003
- 77.10 ESR
- 77.11 HACCP
- 77.12 CTPAT
- 77.13 ISO-22000:2005
- 77.14 ISO-26000:2010
- 77.15 ISO/IEC 27001:2005

78. Frecuencia con que la empresa adquiere licencias sobre productos o procesos o compra maquinaria y equipo para ampliar o actualizar sus procesos de producción y la pone en marcha sin modificaciones.

- 78.1 Siempre
- 78.2 Con frecuencia
- 78.3 Esporádicamente
- 78.4 Nunca

79. Frecuencia con que la empresa adquiere licencias sobre productos o procesos o compra maquinaria y equipo, y las asimila al documentar los aspectos relacionados con estas tecnologías.

- 79.1 Siempre
- 79.2 Con frecuencia
- 79.3 Esporádicamente
- 79.4 Nunca

80. Frecuencia con que la empresa adapta y modifica las tecnologías sobre productos o procesos, maquinaria o equipo adquiridos con la finalidad de establecer mayores niveles de eficiencia en la producción.

- 80.1 Siempre
- 80.2 Con frecuencia
- 80.3 Esporádicamente
- 80.4 Nunca

81. Frecuencia con que la empresa genera o desarrolla tecnología propia para el uso exclusivo de la empresa o de empresas del mismo grupo al que pertenece.

- 81.1 Siempre
- 81.2 Con frecuencia
- 81.3 Esporádicamente
- 81.4 Nunca

82. Frecuencia con que la empresa patenta los productos o tecnologías desarrolladas.

82.1 Siempre

82.2 Con frecuencia

82.3 Esporádicamente

82.4 Nunca

83. Frecuencia con que la empresa además de generar o desarrollar tecnología propia, vende la tecnología a otras empresas.

83.1 Siempre

83.2 Con frecuencia

83.3 Esporádicamente

83.4 Nunca

Sección IX. Innovación tecnológica

Conceptos:

Innovación. Introducción en el mercado de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien o servicio) o proceso (incluye método). Algunas innovaciones son resultado de proyectos de innovación, que incluyen investigación y desarrollo tecnológico como uno de sus insumos, mientras que otras innovaciones son resultado de mejoras rutinarias, ideas espontáneas, u otros factores no sistemáticos que llevan a la empresa a desarrollar nuevos productos o procesos, o a la mejora sustancial de los mismos.

Proyectos de Innovación en Productos o Procesos:

Proyecto. Conjunto de actividades coordinadas mediante una planificación para alcanzar objetivos específicos dentro de los límites que imponen un presupuesto, calidades establecidas y un lapso de tiempo definido.

Proyectos de innovación en productos o procesos. Proyectos orientados al desarrollo de innovaciones, sean en producto o en proceso. Generalmente incluyen la IDT.

Situaciones de la innovación:

En desarrollo. Cuando no se ha culminado su introducción al mercado (producto) o cuando el proceso no ha sido utilizado en el proceso de producción. Incluye: todos los trabajos de IDT, los prototipos, las plantas pilotos, así como proyectos en etapas previas a la comercialización.

Concluido. Cuando el producto ha sido introducido al mercado, o bien, cuando el proceso ha sido utilizado en la producción de bienes o servicios (aunque no necesariamente tiene que haber sido comercialmente un éxito).

Suspendido. Cuando ha sido cancelado antes de su introducción al mercado o utilizado en la producción.

Innovaciones Implementadas:

Productos (bienes o servicios). Nuevos productos (bienes y servicios) o la mejora de los ya existentes introducidos al mercado (aunque no necesariamente tiene que haber sido comercialmente un éxito).

Procesos (incluye métodos). Inclusión en el proceso productivo de nuevos procesos (incluye métodos) o la mejora de los ya existentes. Cuando se trata de generación de servicios, la producción se denomina método.

Alcance de las innovaciones en productos (bienes o servicios):

A nivel mundial. Cuando la empresa por primera vez lanza a nivel mundial un nuevo producto (bien o servicio) en el mercado y en el sector de actividad donde actúa la empresa. Este concepto implica el más alto grado posible de alcance de la novedad.

A nivel nacional pero no mundial. Cuando la empresa es la primera en lanzar un producto (bien o servicio) en el mercado del país donde ésta realiza sus operaciones, es decir, la empresa posiciona un bien o servicio por primera vez en el mercado nacional y ningún otro competidor ha posicionado este bien o servicio.

Sólo a nivel de la empresa, pero no para el mercado de la misma. Cuando la empresa introduce al mercado nacional un nuevo producto (bien o servicio) que nunca antes había ella introducido y sin embargo pudo haber sido lanzado ya por otras empresas en dicho mercado.

Productos (bienes o servicios) nuevos. Productos (bienes o servicios) cuyas características tecnológicas o usos previstos difieren de aquéllos productos previamente producidos.

Productos (bienes o servicios) mejorados. Bienes o servicios existentes cuyo desempeño, componentes, materiales o funcionalidad han sido perfeccionados a través de una implementación de mejoras totales o parciales de los productos (bienes o servicios).

Proyectos de Innovación en Productos o Procesos:

Innovación más importante (en productos o en procesos). Aquella que representa para la empresa alguno de los siguientes factores o la combinación de dos o más de ellos, en relación con las demás innovaciones implementadas en el periodo de referencia:

- Mayores ingresos por la venta.
- Expectativa de mayores ingresos.
- Menores costos de producción.
- Mayor participación de mercado.
- Cumplimiento de normas ambientales.
- Mayor avance tecnológico.

Utilización de nuevos materiales. Los productos tecnológicamente mejorados implican el uso de nuevos materiales.

Utilización de productos intermedios. Productos que incorporan el trabajo de innovación realizado por otros. Se refiere a cambios parciales o adiciones a algunos de los subsistemas técnicos integrados.

Nuevas partes funcionales. Ejemplo de innovación de este tipo fue la incorporación de otras funciones al teléfono celular tales como, cámara fotográfica, reproductor de música, agenda electrónica, etcétera.

Funciones fundamentalmente nuevas. El lanzamiento de un nuevo detergente que utiliza una fórmula química existente que sólo se utilizaba antes como intermediario para la producción de

recubrimientos, es decir, la función que tenía la fórmula química como recubrimiento, ahora se aplica en el detergente para darle una nueva función que mejore el rendimiento del detergente. **Nuevas técnicas de producción.** Innovación de este tipo fue la introducción de robots en la producción de automóviles.

Desarrollo interno de nuevo software profesional. Introducción de nuevos equipos automatizados en una cadena de producción, o la instalación de un diseño asistido por computadora para el desarrollo de un producto.

Nuevos métodos de generación de servicios. Tecnologías de la información y las comunicaciones han permitido innovaciones en los servicios.

Utilización de tecnología radicalmente nueva. Los primeros microprocesadores y cámaras fotográficas digitales son ejemplos de productos que recurrieron a nuevas tecnologías.

Recursos Destinados a la Innovación en Productos o Procesos:

Actividades del proceso de innovación:

Investigación y desarrollo tecnológico (IDT). Trabajo creativo para desarrollar productos (bienes o servicios) o procesos (incluye métodos) nuevos o mejorados.

Adquisición de maquinaria, equipo relacionado con la innovación. Adquisición y cambio de maquinaria y herramientas utilizadas para la producción y los procedimientos de control de calidad. **Métodos y estándares para la manufactura de nuevos productos o el uso de nuevos procesos.** Excluye: adquisición de maquinaria y equipo y otros bienes de capital integrados en la IDT.

Adquisición y desarrollo de software relacionados con la innovación. Incorporación vía la generación propia o la compra, de software con objeto de apoyar el desarrollo de una innovación.

Adquisición de terrenos y edificios, relacionados con la innovación. Compras de bienes inmuebles que tengan como propósito apoyar algún proyecto, o la introducción al mercado o implementación de una innovación.

Adquisición de otra tecnología externa ligada a la innovación. Compra de tecnología externa con la forma de patentes, invenciones no patentadas, licencias, revelación de know-how, marcas comerciales, diseños, patrones y servicios con contenido tecnológico.

Capacitación ligada a actividades de innovación. Entrenamiento del personal relacionado con la aplicación de nuevas técnicas o en el uso de maquinaria nueva de actividades de innovación, así como cursos que sirvan de apoyo a la innovación.

Lanzamiento al mercado de innovaciones. Actividades relacionadas con el lanzamiento de un nuevo producto. Pueden incluir pruebas de mercado, adaptación del producto a diferentes mercados y publicidad. Excluye: construcción de redes de distribución para innovaciones de mercado.

Diseño industrial o actividades de arranque de producción de productos (bienes o servicios) nuevos o mejorados. Planos y dibujos que definen los procedimientos, especificaciones técnicas necesarias para la concepción, desarrollo, producción de nuevos productos (bienes o servicios).

84. Indique si la empresa trabajó al menos un proyecto de innovación en productos (bienes o servicios) o procesos (incluye métodos).

Considere la IDT como parte de un proyecto de innovación. Si la respuesta es "si" pase también a la siguiente pregunta.

84.1 Sí

84.2 No

85. Indique cuál es la situación de su principal proyecto de innovación desarrollado.

85.1 En desarrollo

85.2 Concluido

85.3 Suspendido

86. Indique cuál es la situación de su segundo principal proyecto de innovación desarrollado.

86.1 En desarrollo

86.2 Concluido

86.3 Suspendido

87. Indique si la empresa ha introducido al mercado productos (bienes o servicios) o procesos (incluye métodos) nuevos o significativamente mejorados.

Si la respuesta es "si" especifique cuántos, distinguiendo entre bienes o procesos.

88. Indique quién o quiénes desarrollaron principalmente estos productos (bienes o servicios) o procesos (incluye métodos) nuevos o significativamente mejorados introducidos al mercado.

88.1 La empresa

88.2 La empresa en colaboración con institutos de investigación públicos o privados

88.3 La empresa en colaboración con universidades u otras instituciones de educación superior

88.4 La empresa en colaboración con otras empresas

88.5 Institutos de investigación públicos o privados

88.6 Universidades u otras instituciones de investigación superior

89. Indique el número de los productos (bienes o servicios) nuevos o significativamente mejorados introducidos al mercado de acuerdo al alcance de la novedad.

Especifique entre "a nivel mundial", "a nivel nacional, pero no mundial" y "solo a nivel de empresa, pero no para el mercado de la misma".

90. Indique la innovación más importante en productos (bienes o servicios) o procesos (incluye métodos).

90.1 Utilización de nuevos materiales

- 90.2 Utilización de productos intermedios
- 90.3 Nuevas partes funcionales
- 90.4 Funciones fundamentalmente nuevas
- 90.5 Nuevas técnicas de producción
- 90.6 Utilización de tecnología radicalmente nueva

91. Respecto de la innovación más importante introducida al mercado, indique el tiempo transcurrido desde el inicio de su desarrollo hasta la comercialización de productos (bienes o servicios) o de la puesta en marcha de procesos (incluye métodos).
Indicar el tiempo en años y meses.

92. Respecto de la innovación más importante introducida al mercado, indique el tiempo en el que espera recuperar la inversión a partir de la comercialización de productos (bienes o servicios) o de la puesta en marcha de procesos (incluye métodos).
Indicar el tiempo en años y meses.

93. Respecto de la innovación más importante introducida al mercado, indique si el principal cliente es otra empresa. Si la respuesta es "sí", y la empresa es extranjera, mencione el país.

94. Respecto de la innovación más importante introducida al mercado, indique el porcentaje estimado en reducción de tiempo y costo.

95. De los siguientes mecanismos de financiamiento, indique cuáles utilizó para realizar actividades de innovación.

- 95.1 Recursos propios
- 95.2 Recursos de empresas subsidiarias o asociadas
- 95.3 Recursos de otras empresas
- 95.4 Créditos de instituciones bancarias privadas
- 95.5 Apoyos gubernamentales
- 95.6 Apoyos de organismos internacionales

Anexo 4. Instrumento. Guion de entrevista a Empresa 1

KURAGO



Centro de Investigación y Docencia Económicas

Doctorado en Políticas Públicas

Alumna: Michele Arelyd González Galindo (michele.gonzalez@alumnos.cide.edu)

Director de tesis: Dr. David Arellano Gault (david.arellano@cide.edu)

Instrumento de investigación

Proyecto de investigación: *Factores críticos de ciclos y procesos de la innovación tecnológica en sectores de conocimiento no lineales. Estudio empírico a través del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) en México.*

Estudio de caso: Empresa KURAGO BIOTEK

Guion de entrevista

Nota: La información recabada de este cuestionario corresponde a la empresa del estudio de caso e incluye las actividades que realiza. Los directores, administradores, gerentes, personal técnico, representantes o encargados de la empresa son solidariamente responsables de la información asentada.

La información proporcionada a continuación, será manejada en forma estrictamente confidencial conforme al acuerdo de confidencialidad y consentimiento informado firmado entre la empresa y la investigadora.

Objetivo general de la entrevista: Obtener información relacionada con los proyectos del Programa Estímulos a la Innovación (PEI) que se desarrollaron en colaboración con el Centro Público de Investigación (CPI) para obtener un proyecto de innovación de utilidad para la empresa que pueda comercializarse en el mercado. También se busca obtener información sobre recursos humanos y financieros destinados a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico que complementen el desarrollo del proyecto, así como los factores que favorecen u obstaculizan la innovación en el sector productivo.

Guion de entrevista para personal de la empresa

1. ¿Cuál es la experiencia de la empresa con programas gubernamentales? ¿Cuáles son los principales programas en los que han participado y cuáles les han generado buenos resultados?
2. ¿En qué medida se han vinculado con universidades o CI? ¿Considera que la vinculación ha aportado buenos resultados a los productos desarrollados en la empresa?
3. ¿Aproximadamente cuántos proyectos de biotecnología se han trabajado en conjunto con CPI para el programa PEI?, ¿Cuáles proyectos considera que son exitosos y cuáles han tenido mayores dificultades para desarrollarse?
4. Respecto a los proyectos: “Desarrollo biotecnológico de un vector intestinal con efecto antiinflamatorio e inmunomodulador (PEI 2013, continuación del proyecto Proinnova 2012) en vinculación con el Centro De Investigaciones Biológicas Del Noroeste, el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, y el Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubiran, y el proyecto: “Moléculas bioconjugadas prebióticos/omega-3 y otros ácidos grasos, proceso de obtención, caracterización, y validación de aplicaciones anti inflamatorias en modelo in vitro (Proinnova 2012) en vinculación con el Centro De Investigaciones Biológicas Del Noroeste y el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco , ¿qué resultados se obtuvieron?, ¿son proyectos que terminaron con el programa PEI o que la empresa continuó por su cuenta? y ¿cuál es el estado actual de esos proyectos?
5. ¿Cuáles fueron las principales dificultades que presentaron los proyectos para convertirse en innovación? Es decir, dentro del proceso de innovación ¿qué factor considera que es de mayor demanda o atención para que los proyectos sean exitosos o no (tiempo de desarrollo, financiamiento por riesgo de inversión, propiedad intelectual...)?
6. ¿Cuáles fueron las principales dificultades que presentaron los proyectos de acuerdo a los requerimientos del PEI?
7. ¿Cuál es el mayor beneficio de vincular un proyecto de biotecnología de la empresa con un CPI a través del programa PEI?
8. ¿Cuál es la principal dificultad de vincular un proyecto de biotecnología con los CPIs? ¿El PEI facilita esta vinculación?
9. ¿Considera que el PEI facilita o entorpece el proceso de innovación de un producto de biotecnología?
10. ¿Actualmente qué otros programas gubernamentales consideran que promueven la innovación en el sector de biotecnología? ¿Cuál programa cree que es de mayor beneficio para el sector? ¿Considera oportuno que existiera un programa específico que atendiera las necesidades del sector o los programas existentes funcionan bien y sólo habría que realizar algunos ajustes?
11. En su opinión qué mejoras propondría para facilitar el proceso de innovación en el sector de biotecnología.

Anexo 5. Instrumento. Guion de entrevista a Empresa 2

UNIMA



Centro de Investigación y Docencia Económicas

Doctorado en Políticas Públicas

Alumna: Michele Arelyd González Galindo (michele.gonzalez@alumnos.cide.edu)

Director de tesis: Dr. David Arellano Gault (david.arellano@cide.edu)

Instrumento de investigación

Proyecto de investigación: *Factores críticos de ciclos y procesos de la innovación tecnológica en sectores de conocimiento no lineales. Estudio empírico a través del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) en México.*

Estudio de caso: Empresa UNIMA

Guion de entrevista

Nota: La información recabada de este cuestionario corresponde a la empresa del estudio de caso e incluye las actividades que realiza. Los directores, administradores, gerentes, personal técnico, representantes o encargados de la empresa son solidariamente responsables de la información asentada.

La información proporcionada a continuación, será manejada en forma estrictamente confidencial conforme al acuerdo de confidencialidad y consentimiento informado firmado entre la empresa y la investigadora.

Objetivo general de la entrevista: Obtener información relacionada con los proyectos del Programa Estímulos a la Innovación (PEI) que se desarrollaron en colaboración con el Centro Público de Investigación (CPI) para obtener un proyecto de innovación de utilidad para la empresa que pueda comercializarse en el mercado. También se busca obtener información sobre recursos humanos y financieros destinados a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico que complementen el desarrollo del proyecto, así como los factores que favorecen u obstaculizan la innovación en el sector productivo.

Guion de entrevista para personal de la empresa

1. ¿Cuál es la experiencia de la empresa con programas gubernamentales? ¿Cuáles son los principales programas en los que han participado y cuáles les han generado buenos resultados?
2. ¿En qué medida se han vinculado con universidades o CI? ¿Considera que la vinculación ha aportado buenos resultados a los productos desarrollados en la empresa?
3. ¿Aproximadamente cuántos proyectos de biotecnología se han trabajado en conjunto con CPI para el programa PEI?, ¿Cuáles proyectos considera que son exitosos y cuáles han tenido mayores dificultades para desarrollarse?
4. Respecto al proyecto: “Desarrollo de una prueba de diagnóstico diferencial para la influenza aviar por microfluidica y Big-Data” (PEI 2014-2015) ¿qué resultados se obtuvieron?, ¿es un proyecto que terminó con el programa PEI o que la empresa continuó por su cuenta? y ¿cuál es el estado actual de ese proyecto?
5. ¿Cuáles fueron las principales dificultades que presentó el proyecto para convertirse en innovación? Es decir, dentro del proceso de innovación ¿qué factor considera que es de mayor demanda o atención para que el proyecto sea exitoso o no (tiempo de desarrollo, financiamiento por riesgo de inversión, propiedad intelectual...)?
6. ¿Cuáles fueron las principales dificultades que presentó el proyecto de acuerdo a los requerimientos del PEI?
7. ¿Cuál es el mayor beneficio de vincular un proyecto de biotecnología de la empresa con un CPI a través del programa PEI?
8. ¿Cuál es la principal dificultad de vincular un proyecto de biotecnología con los CPI? ¿El PEI facilita esta vinculación?
9. ¿Considera que el PEI facilita o entorpece el proceso de innovación de un producto de biotecnología?
10. ¿Actualmente qué otros programas gubernamentales consideran que promueven la innovación en el sector de biotecnología? ¿Cuál programa cree que es de mayor beneficio para el sector? ¿Considera oportuno que existiera un programa específico que atendiera las necesidades del sector o los programas existentes funcionan bien y sólo habría que realizar algunos ajustes?
11. En su opinión qué mejoras propondría para facilitar el proceso de innovación en el sector de biotecnología.