



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA MECÁNICA – DISEÑO MECÁNICO

METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA LA CREACIÓN DE MÁQUINAS DE PROPÓSITO
ESPECIAL PARA EL SECTOR DE PYMES EN MÉXICO

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
ING. RAFAEL ORTA GONZÁLEZ

TUTOR PRINCIPAL
DR. LEOPOLDO ADRIÁN GONZÁLEZ GONZÁLEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD. MX., 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Borja Ramírez Vicente
Secretario: Dr. Dorador González Jesús Manuel
Vocal: Dr. González González Leopoldo A.
1er Suplente: Dr. Espinosa Bautista Adrián
2do Suplente: Dr. Ramírez Reivich Alejandro C.

Lugar donde se realizó la tesis: Facultad de Ingeniería, Ciudad Universitaria, CDMX.

TUTOR DE TESIS:

Dr. Leopoldo Adrián González González



Dedicatorias

A mis padres, a quienes les debo todo.

A mi esposa, quien me impulsa a superarme.

A mi tutor, por sus enseñanzas y su amistad.

A mis amigos, porque contribuyen constantemente a mi felicidad.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por transformarme en un profesionalista competente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por su apoyo financiero.

Resumen

El presente trabajo pretende apoyar a la Comunidad de la Facultad de Ingeniería a través de una serie de estudios y recomendaciones que buscan impulsar el aprovechamiento de proyectos académicos para fines comerciales.

Se describen definiciones necesarias para comprender el grado de novedad que poseen los proyectos académicos, así como para conocer los elementos básicos que conforman un ecosistema de innovación.

Se muestran referencias nacionales e internacionales con respecto a los elementos involucradas con el desarrollo de los proyectos académicos, como Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación, campos de conocimiento con mayor densidad poblacional, protección de propiedad intelectual, producción de artículos científicos, inversión gubernamental en actividades científicas y tecnológicas, sectores industriales, entre otros.

Se realiza un análisis comparativo sobre algunas herramientas para evaluar la innovación de manera local y global.

Se enlistan posibles fuentes de financiamiento para llevar a cabo proyectos de explotación comercial del conocimiento, describiendo los requerimientos y beneficios que ofrece una de las opciones de financiamiento.

Se expone un caso de estudio en donde se revisa el procedimiento para llevar a cabo la solicitud de recursos financieros para apoyar la explotación de los resultados del caso.

Índice

Introducción	1
Objetivos y alcances	2
Objetivos	2
Alcances.....	2
Propósito.....	2
Antecedentes	3
Importancia de la innovación.....	3
Tipos de innovación.....	5
Servicios científicos y tecnológicos	6
Niveles de madurez tecnológica.....	7
Transferencia de tecnología.....	8
Balanza tecnológica.....	8
Clasificación de actividades industriales	9
Modelo de sistema de innovación	10
Sistema nacional de innovación	11
Tendencias industriales	15
Contexto nacional.....	16
Resultados del índice global de competitividad.....	16
Resultados del índice global de innovación.....	18
Esfuerzos económicos	18
Proyectos de Innovación	23
Educación.....	23
Sistema nacional de investigadores.....	27
Propiedad Intelectual	28
Patentes	29
Publicación de artículos.....	29
Innovación del sector privado en México	30
Indicadores de innovación	32

Estudios que evalúan la innovación.....	32
Manuales de la familia Frascati	34
Manuales RICYT.....	35
Manuales BID-UNESCO	36
Índice de competitividad global.....	37
Índice mundial de innovación.....	37
Índice nacional de innovación	37
Ranking nacional de ciencia, tecnología e innovación	38
Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación	38
Indicadores relevantes.....	38
Financiamiento de la innovación.....	39
Desarrollo y financiamiento de proyectos.....	39
Caso de estudio: Oportunidades para un proyecto académico.....	44
Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación	44
Requerimientos mínimos de las propuestas.....	45
Evaluación de las propuestas	46
Recomendaciones para la solicitud de recursos.....	47
Diseño de una cámara de condicionamiento operante	49
Resultados y conclusiones	51
Referencias	52

Introducción

Para cumplir con los objetivos y alcances del estudio, se realizó una investigación para conocer las oportunidades que existen en México para poder dar continuidad a los proyectos académicos concluidos con éxito. A partir de ahí se buscó presentar dichas oportunidades a la comunidad académica de tal manera que se establezcan las bases necesarias para comprender como funcionan los sistemas de innovación, quiénes participan, cómo son impulsados y qué es lo que se espera obtener de ellos. Posteriormente se enlistan alternativas de financiamiento que existen actualmente en México y se describe a detalle los requisitos y los beneficios para poder postular una propuesta de solicitud de recursos que sirvan para impulsar el desarrollo de un proyecto. Así, a lo largo del presente trabajo se puede consultar la siguiente información:

- En el apartado de Propósito se describen las motivaciones que dieron origen al estudio.
- En los Antecedentes se presentan los conceptos básicos relacionados con la innovación, además de otros relacionados con la transferencia de la tecnología y la explotación del conocimiento. También se muestra la estructura del sistema nacional de innovación.
- En el Contexto nacional se resumen los resultados obtenidos en estudios internacionales de competitividad e innovación, junto con los registros nacionales en cuanto a formación académica, inversión en proyectos de investigación, producción de publicaciones científicas y solicitudes de protección de propiedad intelectual.
- En los Indicadores de innovación, se presentan algunas organizaciones internacionales que dedican esfuerzos para desarrollar mecanismos que permitan evaluar el nivel de innovación que poseen determinados países, lo anterior a través de evidencias como la cantidad y calidad de los recursos humanos dedicados a realizar actividades innovadoras, los recursos financieros que se invierten y los resultados que se obtienen en la forma de generación de propiedad intelectual.
- En el aspecto del Financiamiento de la innovación se dan a conocer algunas fuentes de ingreso económico para sostener los proyectos, algunas opiniones que se tienen a nivel nacional sobre los apoyos gubernamentales, los principales actores con respecto al financiamiento y el desarrollo de actividades innovadoras, algunas de las políticas públicas que brinda el gobierno y, ejemplos de fondos para apoyar proyectos académicos.
- En el Caso de estudio, se presenta una de las fuentes de financiamiento que ofrece el gobierno, se expone el objetivo del programa, las modalidades y sus requisitos de aplicación, los criterios de evaluación para la aceptación de las propuestas, así como una serie de recomendaciones para la adecuada postulación de las propuestas. El apartado concluye con un ejemplo que se basa en un caso de estudio y se enlistan la manera en que puede participar la solicitud de recursos del programa.

Objetivos y alcances

Objetivos

1. Facilitar información relevante para poder identificar áreas de oportunidad en los campos de conocimiento para poder realizar la explotación del conocimiento a partir de los proyectos que se llevan a cabo en la Facultad de Ingeniería y estimar su nivel de innovación.
2. Resumir las políticas públicas que ofrece el gobierno y los temas prioritarios para impulsar la explotación del conocimiento.

Alcances

1. Entregar un reporte que resuma la situación actual de México en cuanto a ciencia, tecnología e innovación.
2. Mostrar un caso de estudio cuya finalidad sea revelar las oportunidades que existen de realizar proyectos de investigación y desarrollo a partir de los proyectos concluidos en la Facultad de Ingeniería e identificar su posible nivel de novedad.

Propósito

La idea inicial del presente trabajo surge a partir de una angustia recurrente en la juventud en México, un problema que, sin lugar a dudas, acongoja a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería y que sería deseable que se fuera mitigando con el pasar de las generaciones estudiantiles. Para definir el problema basta describirlo de manera comprensible, y se trata de la desidia e incertidumbre que predomina durante el comienzo de la carrera profesional, el desempleo, la falta de conciencia con respecto al valor que tenemos los egresados de la Facultad de Ingeniería como profesionistas, la aparente falta de recursos financieros para dar inicio o continuidad a los proyectos, o el desconocimiento de mecanismos para proteger la propiedad intelectual, así como la consecuente explotación del conocimiento, entre otras inquietudes relacionadas.

La respuesta al conjunto de factores que conforman el problema no se encuentra en este trabajo, sin embargo, éste trabajo sí busca orientar a los lectores que se encuentran en una de las situaciones antes mencionadas, principalmente para generar curiosidad, para abrir la mente a nuevas posibilidades, para incentivar el desarrollo de un proyecto que pueda definir el ejercicio de la carrera profesional de tantos egresados como sea posible.

Finalmente, cabe aclarar que la investigación realizada no es tan exhaustiva como para declarar que cubre todo lo esencial con respecto a la información requerida para el arranque de un proyecto innovador que garantice tener un alto potencial de éxito, pero sí le será posible al lector identificar qué tan novedosa puede llegar a ser su propuesta, cuáles son algunos requerimientos que debe cumplir para llevarla a cabo, dónde puede documentarse con respecto a las

oportunidades que puedan surgir, así como algunas recomendaciones que podrían reducir el riesgo asociado al emprendimiento de dicha propuesta.

Antecedentes

Importancia de la innovación

La innovación en la labor del ingeniero conlleva múltiples efectos positivos que pueden impactar directamente en la sociedad, en la economía o en el medio ambiente. En cuanto a producción de bienes o servicios, las actividades de innovación en la industria pueden generar resultados en la mejora de la calidad, incrementar la capacidad de producción, mejorar la flexibilidad, lo cual se puede reflejar en la satisfacción del cliente, reducción de tiempos y costos, o un aumento en la gama de productos. Uno de los problemas clásicos en la industria yace en la optimización de recursos, esto ha desencadenado múltiples soluciones innovadoras a lo largo de la historia, además, la innovación en los procesos puede facilitar el cumplimiento de estándares y regulaciones, garantizando la seguridad de los productores y los consumidores (Lawlor et al., 2013). Aunque actualmente las ideas innovadoras también pueden aplicarse a la manera en que se estructura una organización, a la forma de comercializar los bienes, a la reducción del impacto ambiental, al beneficio que obtiene la sociedad, entre múltiples enfoques que sorpresivamente pueden tener un origen menos empresarial y más humanitario. Nuevas tecnologías y materiales fomentan la creación de nuevos mercados, además de satisfacer en mayor medida las necesidades del cliente y el usuario final. Nuevos recursos digitales pueden facilitar actividades que antes eran complejas y laboriosas. No cabe duda que la ciencia y la tecnología ayudan a la sociedad a tener una mejor calidad de vida, a potencializar las capacidades, a alcanzar oportunidades antes no existían (Saracho et al., 2015). El ingeniero juega un rol muy importante dentro del contexto de la innovación y en México, particularmente, hacen falta profesionistas con iniciativa y capacidad para innovar. Los egresados de la Facultad de Ingeniería pueden contribuir en menor o mayor medida al progreso científico, tecnológico, económico y social de la sociedad mexicana. Un egresado ha realizado actividades relacionadas con el desarrollo de prototipos, diseños, propuestas, reportes, cálculos, investigación, simulaciones, programación, cotizaciones, planificación, ejecución, conclusiones, presentaciones, entre otras. Por lo tanto, es capaz de involucrarse en actividades de investigación, experimentación, desarrollo de proyectos, documentación de resultados, colaboración o seguimiento de protocolos y metodologías. El requerimiento técnico está prácticamente cubierto en el ejercicio de la innovación para los egresados de la Facultad de Ingeniería y, si se consideran habilidades como solución de problemas, pensamiento analítico, trabajo bajo presión y, aprendizaje autodidacta, es evidente que el factor clave para emprender un proyecto de innovación es la iniciativa (Malkin et al., 2013).

En México algunos factores que dificultan el progreso de la innovación son los países desarrollados, la globalización, los oligopolios y, sobretodo, la existencia de necesidades básicas que tienen prioridad para la sociedad mexicana, como la salud, alimentación, seguridad,

educación, pobreza, etc. Hay muchas necesidades que hace falta subsanar en la población mexicana, sin embargo, el verdadero reto consiste en conseguir que se satisfagan las de aquellas personas que no pueden costear sus necesidades y que se encuentran en zonas marginadas (Albornoz et al., 2015).

Según el Índice Global de Competitividad, el aspecto por el que más destaca México es el tamaño de mercado, ubicación geográfica, México ha tratado de posicionarse como uno de los países estratégicos para llevar a cabo operaciones comerciales en América. Además de contar con tratados de comercio que simplifican trámites y reducen los costos de exportación, facilidades legales para iniciar operaciones y una variedad de recursos humanos capacitados distribuidos en toda la república (Schwab & Sala, 2017).

Gracias a la globalización y el rápido avance de la tecnología, tenemos a nuestra disposición una amplia gama de herramientas para mejorar la productividad localmente. Además, la adopción de la misma permite asimilar y adaptar herramientas que posteriormente podrían sentar las bases para crear nueva tecnología. No obstante, la percepción del valor agregado que deja la investigación genera bajas expectativas, de ahí que muchos empresarios mexicanos no presenten interés en actividades de innovación (Dini & Stumpo, 2011).

En México existen profesionistas que tienen perfil adecuado para la investigación pero que no se dedican a dichas actividades por falta de interés o de oportunidades. Para poder generar una cultura de innovación en las empresas mexicanas hace falta que los actores tengan conocimiento sobre el estado del arte de su respectiva industria. El gobierno cuenta con programas que fomentan la investigación a nivel académico y empresarial pero un inconveniente al realizar proyectos en conjunto es la transferencia tecnológica. Se requiere una mejor vinculación entre los entes involucrados en la investigación y desarrollo experimental y la explotación de los resultados obtenidos (Santamaría et al., 2015).

Entre las principales causas por las cuales en México no se realizan esfuerzos por la innovación, destacan la falta de visión prospectiva, el riesgo financiero que representa la innovación empresarial, la incertidumbre en cuanto a tiempos y el éxito de las investigaciones, aunado al desaprovechamiento de talento existente. Es menester que exista mayor acceso a las políticas que brindan asesoría y financiamiento en cuanto a nuevos proyectos de investigación (Albornoz et al., 2016).

Para que el desempeño en la investigación y desarrollo tecnológico tenga éxito, se necesita una fuerza laboral capacitada y enfocada en el desarrollo social y económico, en otras palabras, con miras a mejorar la calidad de vida y comercializar los productos obtenidos de la investigación. Para lograr esto, es recomendable aprovechar los programas e incentivos a la innovación que ofrece el gobierno, además de formar alianzas estratégicas (Malkin et al., 2013).

Al comercializar los resultados obtenidos de la investigación y desarrollo experimental, se crean nuevas fuentes de crecimiento impulsadas por la innovación, las cuales son vitales para levantar la economía y existe la posibilidad de que se presente un crecimiento a largo plazo. La innovación

en agricultura es especialmente necesaria en los países en vías de desarrollo, como México, pues ayuda a superar los retos en cuanto a alimentación y, en el mejor de los casos, incrementa la exportación de éstos (Dutta et al., 2017).

Desde mediados del Siglo XX ha sido cada vez más claro que la convergencia internacional en cuanto a esfuerzos en innovación tiene como consecuencia un progreso mucho mayor. Hoy, más que nunca, existe acceso a la colaboración conjunta y prácticamente todos los países tienen oportunidad de participar en proyectos de investigación. Esto es especialmente importante para los países en desarrollo, pues es una estrategia para seguir avanzando en cuanto al aprendizaje sobre tecnología, metodologías, y estado del arte relacionado con los proyectos que se lleven a cabo en colaboración internacional (Dutta et al., 2017).

México debe ser capaz de consolidar el potencial con el que cuenta y no despreciar los esfuerzos que se han realizado anteriormente. Todo esto, a pesar de los retos políticos, sociales y económicos que enfrentamos día a día. Asimismo, se debe considerar que la presencia de clusters regionales que realicen actividades de investigación es esencial para agregar diversidad e impulsar el desempeño nacional de innovación. También es de suma importancia mejorar las métricas que contabilizan las actividades realizadas al respecto, para poder conocer el estado actual y qué hace falta mejorar (Albornoz et al., 2015).

Para la industria los efectos más relevantes que se pueden obtener a partir de un proceso de innovación son mayores ingresos por venta, o expectativa de mayores ingresos, menores costos de producción, mayor participación en el mercado, cumplimiento de normas ambientales, mayor avance tecnológico, utilización de nuevos materiales o productos intermedios, nuevas partes funcionales o funciones fundamentalmente nuevas, nuevas técnicas de producción, desarrollo interno de nuevo software profesional, nuevos métodos de generación de servicios o la implementación de tecnología radicalmente nueva (Saracho et al., 2015).

Cuando una organización realiza un proyecto de innovación, se considera como fuente interna a los departamentos de ingeniería, producción, mercadotecnia, servicio al cliente, diseño e investigación y desarrollo tecnológico, siempre y cuando contribuyan con el proyecto. Asimismo, se considera como fuente externa a competidores, proveedores, clientes, consultores, empresas afines, universidades, centros de investigación, patentes, conferencias, seminarios, revistas, redes computarizadas de información, ferias y exposiciones industriales. Se considera como recursos destinados a la innovación a la adquisición de espacios, equipos y software utilizados en proyectos de innovación, personal dedicado a las actividades de investigación y desarrollo experimental, además de la capacitación del mismo (Pearson et al., 1995).

Tipos de innovación

La innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), proceso, método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores

(Jankowski & Gault 2015). En la literatura se describen distintos tipos de innovación, a continuación se enlistan algunos de los que se utilizan con mayor frecuencia (FCCYT, 2012).

- Innovación de producto. Incluye la mejora significativa de las características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales.
- Innovación de proceso. Pueden tener por objeto disminuir los costos unitarios de producción o distribución, mejorar la calidad, así como producir o distribuir nuevos productos o sensiblemente mejorados.
- Innovación de comercialización. Implica cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación.
- Innovación organizacional. Implementación de un método organizacional nuevo, la introducción o modificación de estructuras organizacionales, distribución de roles y responsabilidades internas y externas, o establecimiento de orientaciones estratégicas que impacten en la competitividad de la organización.
- Innovación disruptiva. Consiste en la creación de productos o procesos nuevos, que no pueden entenderse como una evolución natural de los ya existentes, y cuya introducción a la aplicación causa un cambio de alcances globales. Se trata de situaciones en las que la utilización de un principio científico nuevo provoca la ruptura real con las tecnologías anteriores.
- Innovación incremental. Son pequeños cambios dirigidos a incrementar la funcionalidad y las prestaciones de la organización que, si bien aisladamente son poco significativas, cuando se suceden continuamente, de forma acumulativa, pueden constituir una base permanente de progreso.
- Innovación social. Involucra la satisfacción de las necesidades sociales, la creación de nuevas relaciones sociales e incrementa la capacidad de acción de la sociedad.
- Innovación inclusiva. Contribuye a reducir la exclusión social y la privación de capacidades que padecen los sectores de la población más desfavorecidos. Depende de un encuentro entre quienes tienen o expresan necesidades sociales y los agentes con capacidades científico-tecnológicas y productivas para atenderlas.

Servicios científicos y tecnológicos

Los servicios científicos y tecnológicos son todas las actividades relacionadas con la investigación y el desarrollo experimental que contribuyen a la generación, difusión y aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos (FCCYT, 2012). Se pueden clasificar de la siguiente manera:

- I. Los servicios de ciencia y tecnología prestados por bibliotecas, archivos, centros de información y documentación, servicios de consulta, centros de congresos científicos, bancos de datos y servicios de tratamiento de la información.

- II. Los servicios de ciencia y tecnología proporcionados por los museos de ciencias y/o tecnología, los jardines botánicos y zoológicos y otras colecciones de ciencia y tecnología (antropológicas, arqueológicas, geológicas, etcétera).
- III. Actividades sistemáticas de traducción y preparación de libros y publicaciones periódicas de ciencia y tecnología.
- IV. Los levantamientos topográficos, geológicos e hidrológicos; observaciones astronómicas, meteorológicas y sismológicas; inventarios relativos a los suelos, los vegetales, los peces y la fauna; ensayos corrientes de los suelos, del aire y de las aguas, y el control y la vigilancia corrientes de los niveles de radiactividad.
- V. La prospección y las actividades asociadas cuya finalidad sea localizar y determinar recursos petroleros y minerales.
- VI. Recolección de información sobre los fenómenos humanos, sociales, económicos y culturales cuya finalidad consiste, en la mayoría de los casos, en reunir estadísticas corrientes.
- VII. Ensayos, normalización, metrología y control de calidad: trabajos corrientes y ordinarios relacionados con el análisis, control y ensayo de materiales, productos, dispositivos y procedimientos mediante el empleo de métodos conocidos, junto con el establecimiento y mantenimiento de normas y patrones de medida.
- VIII. Trabajos corrientes y regulares cuya finalidad consiste en aconsejar a clientes, a otras secciones de una organización o a usuarios independientes, y en ayudarles a aplicar conocimientos científicos, tecnológicos y de gestión.
- IX. Actividades relativas a las patentes y licencias: trabajos sistemáticos de carácter científico, jurídico y administrativo realizados en organismos públicos.

Niveles de madurez tecnológica

La madurez tecnológica consiste en el grado de interacción que tiene una organización con respecto a la tecnología (CONACYT, 2016). Se divide en los seis siguientes niveles:

1. Adquisición de tecnología, equipo, maquinaria o licencias. La organización adquiere tecnología para comenzar, actualizar o ampliar sus operaciones, sin embargo, no cuenta con la facultad para resolver problemas relacionados con la tecnología.
2. Asimilación de la tecnología adquirida. La organización atraviesa un proceso de aprendizaje y aprovechamiento racional de los recursos tecnológicos, a partir del uso y la documentación de la tecnología adquirida, así que conoce los componentes y la manera en que ésta funciona.
3. Adaptar o modificar la tecnología adquirida. La organización es capaz de realizar cambios en la tecnología adquirida para satisfacer algunas necesidades específicas y obtiene mayores niveles de eficiencia.
4. Generar o desarrollar la tecnología propia. La organización cuenta con la capacidad de desarrollar tecnología a la medida de sus necesidades.

5. Proteger la tecnología propia. La tecnología creada por la organización tiene la novedad suficiente para ser protegida en México o en el extranjero.
6. Comercializar la tecnología propia. La organización explota la tecnología creada para su propio beneficio pero además es capaz de vender licencias o equipos a otras empresas que lo requieran.

La NASA utiliza un criterio de medición de la madurez tecnológica denominado *Technology Readness Level*, el cual se basa en una clasificación del progreso de los proyectos que se realizan internamente en dicha organización (Mai, 2012). Se divide en nueve niveles:

1. Principios básicos observados y reportados
2. Concepto y/o aplicación tecnológica formulada
3. Función crítica, analítica y experimental y/o prueba de concepto característica
4. Validación de componente y/o disposición de los mismos en entorno de laboratorio
5. Validación de componente y/o disposición de los mismos en un entorno relevante
6. Modelo de sistema o subsistema o demostración de prototipo en un entorno relevante
7. Demostración de sistema o prototipo en un entorno real
8. Sistema completo y certificado a través de pruebas y demostraciones
9. Sistema aprobado con éxito en un entorno real

Transferencia de tecnología

Se denomina transferencia de tecnología a la actividad mediante la cual se comercializan o intercambian conocimientos científicos y tecnológicos entre distintas organizaciones. Los tipos de transferencia se dividen en dos tipos (FCCYT, 2012): 1) egresos, cuando se adquieren conocimientos científicos y tecnológicos como compra de patentes, licencias o inventos, revelación de know-how, pagos por derechos de propiedad industrial, servicios por asistencia técnica industrial, estudios técnicos, consultorías o trabajos de ingeniería o cualquier contrato independiente que esté sujeto a la transmisión de conocimiento científico y tecnológico, y 2) ingresos, cuando la organización posee conocimientos científicos y tecnológicos que puedan ser comercializados.

Balanza tecnológica

La transferencia de tecnología puede realizarse en dos vías, egresos e ingresos. Los ingresos por transferencia tecnológica pueden ser de dos tipos (CONACYT, 2016): intercambio de técnicas, como ventas de patentes o inventos no patentados, revelación de know-how, regalías por licencias de patentes o, ingresos por derechos de propiedad industrial (diseño, modelos, marcas o franquicias) y; servicios con contenido tecnológico, como ingresos por estudios técnicos, consultorías y trabajos de ingeniería o por servicios de asistencia técnica industrial asociados a la venta de maquinaria y equipo, así como contratos independientes. Mientras que los egresos corresponden a la compra o adquisición de los conceptos antes mencionados.

En el Manual de Frascati se presentan una serie de ejemplos que sirven como criterio para diferenciar las actividades de investigación y desarrollo tecnológico con respecto a otras actividades empresariales (Jankowski & Gault 2015). Los prototipos y plantas piloto se consideran actividades de investigación cuando el objetivo primario es realizar mejoras significativas en el producto o proceso que se estudia. Los diseños industriales, de herramental y pruebas de producción se también se consideran como actividades de investigación cuando no son para procesos de producción planificados. A partir del desarrollo de pre-producción, incluyendo el servicio después de ventas, las patentes y licenciamiento, pruebas de rutina, recolección de datos de producción e inspecciones de control se consideran puramente como actividades empresariales.

Clasificación de actividades industriales

La clasificación internacional de actividades industriales incluye una categorización de acuerdo con un criterio de la estructura y el nivel de intensidad que conllevan las ramas industriales en actividades de investigación y desarrollo experimental. A continuación se muestra dicha clasificación (FCCYT, 2012).

Bajo	Medio bajo
<ul style="list-style-type: none"> • Reciclaje • Pulpa, papel y productos de papel • Alimentos, bebidas y tabaco • Textiles, prendas de vestir, piel y cuero • Ventas al mayoreo y menudeo, y reparación de vehículos de motor • Electricidad, gas y suministro de agua (servicios públicos) • Bienes raíces, renta y actividades empresariales • Construcción • Intermediación financiera (incluyendo aseguradoras) • Transporta y almacenamiento • Hoteles y restaurantes • Servicios comunales, sociales y personales 	<ul style="list-style-type: none"> • Productos minerales no metálicos • Caucho y productos plásticos • Carbón, productos derivados del petróleo y energía nuclear • Comunicaciones • Metales básicos • Barcos • Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo)
Alto	Medio alto
<ul style="list-style-type: none"> • Aviones • Farmacéuticos • Maquinaria de oficina, contabilidad y computación • Equipo electrónico (radio, TV y comunicaciones) 	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación y desarrollo • Maquinaria, equipo, instrumentos y equipo de transporte (excepto maquinaria de oficina, contabilidad y computación) • Vehículos de motor • Otros equipos de transporte (excepto aviones y barcos) • Químicos y productos químicos (excepto farmacéuticos) • Maquinaria no especificada en otra parte • Computadoras y actividades relacionadas

- Instrumentos médicos, de precisión y ópticos, relojes y cronómetros

Modelo de sistema de innovación

Un sistema de innovación consiste en las interacciones entre los actores necesarios para transformar una idea que permita generar un proceso, producto o servicio nuevo o significativamente mejorado que pueda ser comercializado, a través de un el flujo de recursos tecnológicos e información entre dichos actores (FCCYT, 2012). Existen tres actores clásicos involucrados en los procesos de investigación y desarrollo experimental, el gobierno, las empresas y las instituciones de educación superior (Jankowski & Gault 2015). El gobierno, que se encarga de garantizar un clima adecuado para la interacción entre los involucrados en los proyectos de investigación, generando planes y programas cuya función es promover la innovación en el país, impulsando nuevos proyectos al aportar capital de riesgo, a la vez que provee instrumentos legales que le otorgan los derechos de propiedad intelectual a quien corresponda, además de encargarse de realizar mediciones que sirvan como referencia para conocer el estado del país y poder comparar los resultados con otros países (Malkin et al., 2013). Las empresas son las que aportan mayor conocimiento y experiencia sobre el estado actual de los productos o servicios que ya existen, ya que cuentan con la información relacionada con el ciclo de vida de los productos o servicios que actualmente comercializan y nociones sobre los de la competencia, además de poseer estudios sobre las necesidades de la sociedad y comportamiento del mercado, e infraestructura para llevar a cabo experimentos y fabricación de prototipos. También son las que se benefician más, económicamente hablando, al generar un producto innovador exitoso, pues son las responsables de la comercialización, aunque eso también implica procesos de manufactura y distribución, cumplimiento de normas de seguridad, ambientales y sociales, entre muchas otras posibles complicaciones (Brem, 2008). Las instituciones de educación superior y los centros de investigación son los principales proveedores de recursos humanos dedicados a la investigación, aunado al acceso a acervos digitales de publicaciones relacionadas con ciencia y tecnología que sirven para documentarse sobre los temas relacionados con el proyecto de investigación, así que generalmente aportan el fundamento teórico asociado con el diseño del producto o servicio innovador, así como enfoques diferentes a los propuestos por la industria, agregando diversidad y profundidad a las propuestas que aportan. Nuevos estudios con respecto a los sistemas de innovación se han encargado de resaltar tres actores que siempre han estado presentes pero cada vez más se muestran con mayor presencia y de manera individual, estos son, inversores privados, la sociedad y el creador o inventor (Audretsch et al., 2016).

En un proceso de innovación, un punto de partida básico es el autoconocimiento del estado actual de la empresa o institución que desea innovar. Consiste en una evaluación exhaustiva sobre los recursos, procesos y resultados que se han obtenido en el pasado y con los que se cuenta actualmente. A partir de ahí, se definen objetivos sobre lo que se desea lograr con los resultados del proceso de innovación y se estima la factibilidad, de acuerdo con los recursos materiales e

intelectuales con los que se cuenta, así como el acceso a personal capacitado para llevar a cabo las investigaciones y experimentos necesarios. Hasta este punto puede ser suficiente utilizar sólo recursos de la empresa o institución (Colecchia et al., 2010). Se debe planificar a detalle la ruta a seguir y los recursos que serán necesarios. La siguiente fase se centra en la generación y desarrollo de nuevas ideas, para lo cual es indispensable presentar una adecuada masa crítica de investigación que permita la expansión de conocimientos, así como un entorno que promuevan la ciencia y descubrimientos. Es necesario que todos los miembros involucrados en el proyecto posean una visión conjunta sobre lo que se espera del proyecto. Es mejor que participen múltiples instituciones en el proceso, ya que así la inversión individual se reduce mientras que incrementa la diversidad en cuanto a métodos, disciplinas y equipos disponibles (Dini & Stumpo, 2011).

Una vez que la investigación da resultados aceptables, de acuerdo con los objetivos planteados, se deben realizar una serie de pruebas técnicas, planteamiento de negocios, regulaciones y evaluaciones de efectividad hasta consolidar los resultados en un producto y/o servicio que pueda ser comercializado, ya sea directamente con el usuario final o como licencia o patente para otros proveedores. Un aspecto delicado es la transferencia de tecnología a través de las universidades, instituciones y empresas que pudieron estar involucrados, lo ideal es que los beneficios obtenidos con el resultado final sean justos, ya que así se fomentará el interés por realizar futuras colaboraciones, promoviendo la existencia de futuros procesos de innovación (Hishida, 2013). Durante la etapa de protección o durante la etapa de comercialización, existe una alta probabilidad de que la competencia analice los elementos de innovación que posee el nuevo producto o servicio e intente imitarlo. De manera que para evitar perder la ventaja competitiva al ser el primero en presentar el producto o servicio innovador, es recomendable realizar procesos de mejora continua o nuevos procesos de innovación alrededor de lo que ya se obtuvo.

Sistema nacional de innovación

En México, el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) tiene como actor central a la sociedad mexicana (CONACYT, 2016), cuenta con un marco estructural y normativo que tiene como fundamento a la Ley de ciencia y tecnología, la Ley de planeación y otros instrumentos jurídicos. Su eje rector es el Plan Nacional de Desarrollo (PND) y sus actividades, objetivos y metas se definen en el Programa especial de ciencia, tecnología e innovación, el cual tiene como objetivo "Hacer del desarrollo científico, tecnológico y la innovación pilares para el progreso económico y social sostenible". En la Figura 1 se muestra el diagrama con la jerarquía de los organismos gubernamentales que conforman al Sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación.

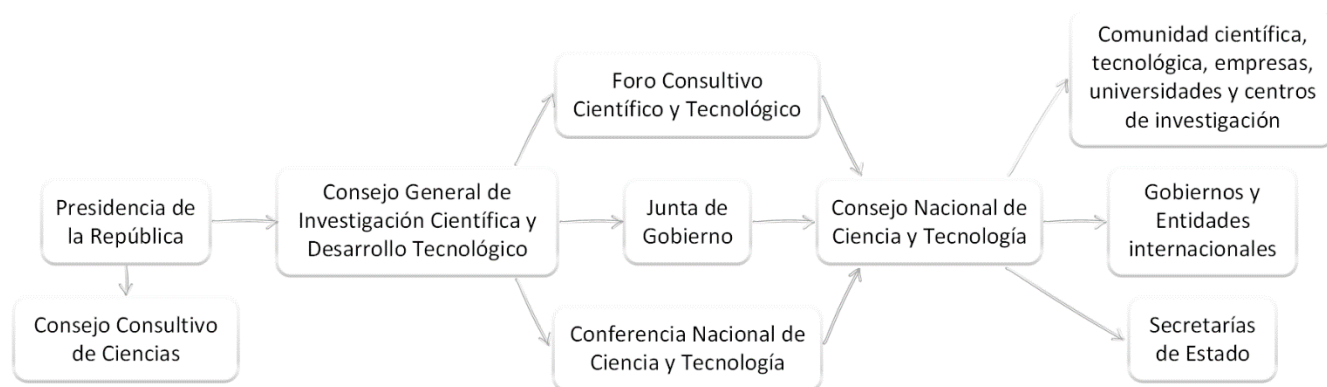


Figura 1. Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en México (CONACYT, 2013)

El Consejo nacional de ciencia y tecnología (CONACYT) es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal, integrante del Sector Educativo, con personalidad jurídica y patrimonio propio. El CONACYT juega un papel muy importante en el SNCTI, pues es el responsable de elaborar las políticas públicas relacionadas con la ciencia y la tecnología en el país. Tiene interacción con los sectores gubernamental, productivo, educativo, privado no lucrativo y exterior, de manera que está involucrado en prácticamente todas las actividades orientadas a la innovación dentro del país (CONACYT, 2013).

Existen cinco metas nacionales que dependen del éxito de otros programas sectoriales, los cuales deben estar forzosamente alineados a tres estrategias transversales: a) Democratizar la productividad; b) Gobierno cercano y moderno y; c) Igualdad de oportunidades y no discriminación contra las mujeres (CONACYT, 2013). Las metas y programas son los siguientes:

- I. México en paz
 - a. Defensa nacional
 - b. Gobernación
 - c. Procuración de justicia
 - d. Marina.
- II. México incluyente
 - a. Salud.
- III. México con educación de calidad
 - a. Educación.
- IV. México próspero
 - a. Desarrollo agropecuario, pesquero y alimentario
 - b. Comunicaciones y transporte
 - c. Medio ambiente y recursos naturales
 - d. Energía
 - e. Turismo
 - f. Desarrollo innovador.
- V. México con responsabilidad global

a. Relaciones exteriores.

El gobierno ha enfatizado los esfuerzos en determinados temas ya que son necesidades urgentes y oportunidades estratégicas para el desarrollo del país, de manera que tomará acciones de fortalecimiento de capital humano, agendas de proyectos científicos, infraestructura y desarrollo regional relacionado con dichos temas. Esperando que el conocimiento de la siguiente información pueda ser tomada en consideración por el lector para desarrollar futuros proyectos, a continuación se enlistan los temas antes mencionados. Se subrayan los temas de mayor importancia (CONACYT, 2013).

I. Ambiente

- Gestión integral del agua, seguridad hídrica y derecho al agua
- Los océanos y su aprovechamiento
- Mitigación y adaptación al cambio climático
- Resiliencia frente a desastres naturales y tecnológicos
- Aprovechamiento y protección de ecosistemas y de la biodiversidad

II. Conocimiento del universo

- Estudios de astronomía y de cosmología
- Estudios de física, matemáticas, química y sus aplicaciones
- Estudio de las geociencias y sus aplicaciones

III. Desarrollo sustentable

- Alimentos y su producción
- Aspectos normativos para la consolidación institucional
- Ciudades y desarrollo urbano
- Estudios de política pública y de prospectiva

IV. Desarrollo tecnológico

- Automatización y robótica
- Desarrollo de la biotecnología
- Desarrollo de la genómica
- Desarrollo de materiales avanzados
- Desarrollo de nanomateriales y de nanotecnología
- Conectividad informática y desarrollo de las tecnologías de la información, la comunicación y las telecomunicaciones
- Ingenierías para incrementar el valor agregado en las industrias
- Manufactura de alta tecnología

V. Energía

- Consumo sustentable de energía
- Desarrollo y aprovechamiento de energías renovables y limpias

- Prospección, extracción y aprovechamiento de hidrocarburos

VI. Salud

- Conducta humana y prevención de adicciones
- Enfermedades emergentes y de importancia nacional
- Medicina preventiva y atención de la salud
- Desarrollo de la bioingeniería

VII. Sociedad

- Combate a la pobreza y seguridad alimentaria
- Comunicación pública de la ciencia
- Economía del conocimiento
- Sociedad y economía digital
- Humanidades
- Migraciones y asentamientos humanos
- Prevención de riesgos naturales
- Seguridad ciudadana

Además de los temas declarados en el Plan Nacional de Desarrollo que son de interés nacional, en el sitio web del Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), se encuentra disponible una aplicación en línea que muestra los sectores estratégicos que son de interés para cada una de las entidades federativas que conforman a México, declaradas por el gobierno de cada estado (INADEM, 2016). En dicha plataforma es posible identificar múltiples áreas de oportunidad de acuerdo a dos criterios de búsqueda, es decir, por estado o por industria. Al seleccionar cualquiera de los estados, el sistema muestra información sobre las industrias clave de acuerdo con las características por las que actualmente destaca esa determinada región, así como industrias futuras que han sido identificadas por el gobierno local como necesidades de mayor interés económico y social. Por otro lado, al seleccionar una industria, se pueden observar los estados en donde ésta tiene relevancia económica y los países interesados en impulsar dicha industria.

Entre los estudios que se realizan en México como referencia para conocer el estado actual en el que se encuentra el país en relación al potencial para realizar ciencia, tecnología e innovación, se mencionan los siguientes:

- Índice global de innovación (INSEAD, OMPI, Cornell University)
- Índice global de competitividad (WEF)
- Índice de competitividad (IMCO)
- Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación (Conacyt)
- Índice de innovación empresarial (Venture Institute)

Tendencias industriales

La reubicación de operaciones de manufactura ha ido disminuyendo en los últimos años, gracias a la constante lucha por las reformas legislativas de libre comercio, la movilidad de recursos humanos y la reducción de costos en materiales y procesos que proveen las nuevas tecnologías, aunado a la agresiva competencia que representa la manufactura en Asia (Albornoz et al., 2015). Es evidente que la implementación de energías limpias y prácticas de sustentabilidad en la industria demuestran un gran impulso en el día a día, es una necesidad y una responsabilidad con la que todos debemos tratar.

Tanto las prácticas de innovación abierta como las de innovación colaborativa cada vez presentan menor frecuencia (Deshpande, 2014), esto debido a la competencia por la explotación del dinámico crecimiento de la tecnología, mientras que antes las grandes compañías coadyuvaban para adquirir licencias en conjunto, recientemente se enfrentan en conflictos legales por plagio. A lo largo de la presente década se ha disminuido la exploración de nuevos modelos de negocio, cabe mencionar que en décadas pasadas hubo un auge en la creación de modelos de negocio debido al crecimiento económico de las grandes potencias, resultando en una amplia gama de estrategias comerciales cuyos resultados se vieron reflejados en el nacimiento o transformación de nuevos emporios comerciales, muchas de las cuales siguen siendo adaptadas al mercado actual (Hishida, 2013).

Para mostrar algunos comportamientos temporales con respecto al contexto de la ciencia y la tecnología, en la Figura 2 se muestran algunas tendencias con respecto áreas tecnológicas, económicas, sociales, ambientales y político-legales que la Unidad de Inteligencia de Negocios de ProMéxico ha reportado.

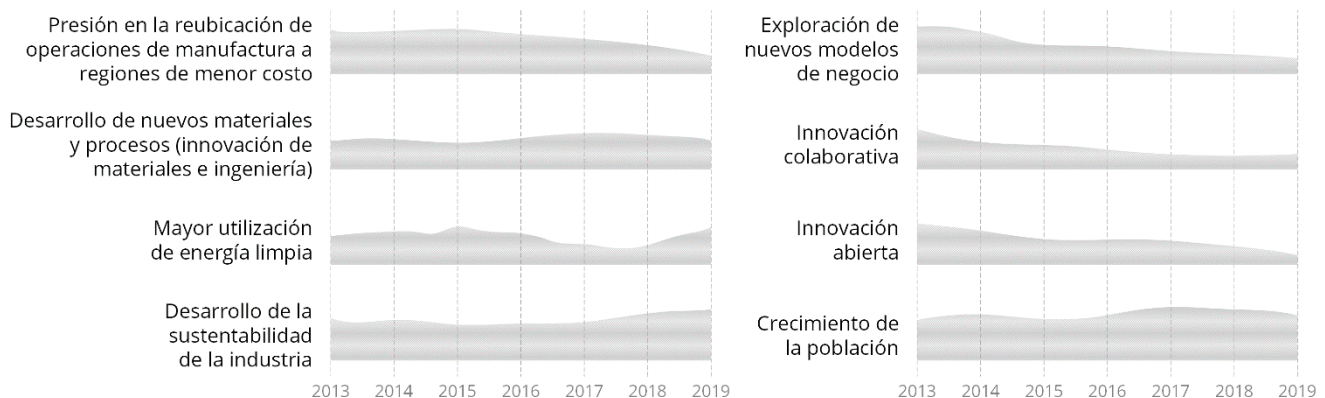


Figura 2. Tendencias industriales en México (ProMexico, 2016).

Contexto nacional

Resultados del índice global de competitividad

En el reporte del Índice Global de Competitividad correspondiente al año 2016 (Schwab & Sala, 2017), México ocupa el 51er lugar de entre 138 economías evaluadas. Los resultados se resumen en 12 indicadores (pilares), los cuales están agrupado en 3 categorías. México se encuentra por encima de la media de América Latina y el Caribe, destacando principalmente en los pilares de Tamaño de mercado junto con el de Salud y educación primaria, aunque en éste último se debe a criterios de salud, pues en el criterio asociado a la calidad de la educación primaria México se ubica muy por debajo de la media de las economías evaluadas. Dentro del pilar de educación superior y capacitación, los criterios con peor valoración son la calidad del sistema educativo y la calidad de la enseñanza en matemáticas y ciencias. Con respecto al pilar de las instituciones, México aparece en las últimas posiciones con respecto a los criterios de confianza en los funcionarios públicos, reportes de crimen y violencia, además de la confiabilidad en los servicios policíacos. En el pilar de eficiencia del mercado de bienes, México se encuentra muy por encima de la media en cuanto a la prevalencia de negocios de propiedad extranjera. En relación al pilar de eficiencia del mercado laboral, cabe señalar la baja participación femenina en la fuerza laboral. Sobre el pilar disponibilidad tecnológica lo que más llama la atención es la inversión extranjera directa. Por último, en el pilar de innovación, lo mejor evaluado es la calidad de las instituciones de investigación científica, mientras que lo peor es la falta de prioridad gubernamental ante la producción de tecnología avanzada local.

En la Figura 3 se presentan los pilares agrupados, junto con la posición relativa que ocupa México con respecto al resto de las economías evaluadas, así como el promedio obtenido en la región de América Latina y el Caribe.

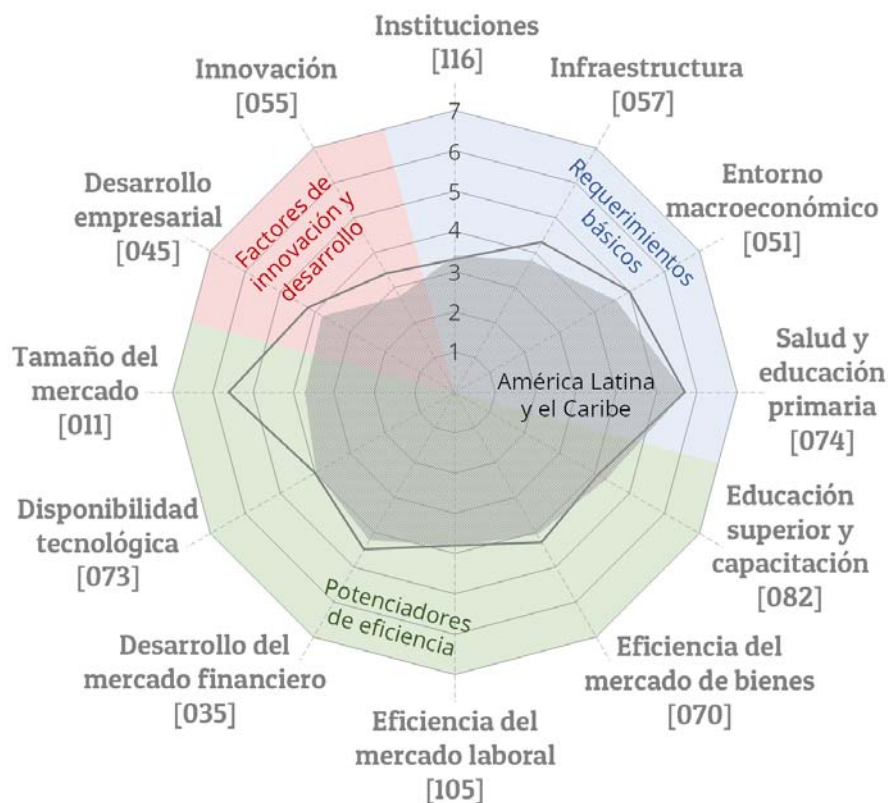


Figura 3. Resultados del Índice Global de Competitividad en México (Schwab & Sala, 2017).

A través de la encuesta de opinión ejecutiva (EOS por sus siglas en inglés), realizada por el Foro Económico Mundial a líderes empresariales, los factores más problemáticos para hacer negocios en México, de acuerdo con una encuesta realizada durante el estudio, son los siguientes:

- [22.5%] Corrupción
- [12.7%] Crimen y robo
- [12.1%] Ineficiencia en burocracia gubernamental
- [9.4%] Tasas de impuestos
- [8.6%] Regulaciones de impuestos
- [7.0%] Acceso al financiamiento
- [6.7%] Suministro inadecuado de infraestructura
- [5.1%] Personal inadecuado para la educación
- [4.0%] Regulaciones restrictivas del trabajo
- [3.7%] Capacidad para innovar insuficiente

Resultados del índice global de innovación

En los resultados del reporte que realiza la Organización Mundial de Propiedad Intelectual en el estudio del Índice Global de Innovación (Dutta et al., 2017), la región de América Latina y el Caribe ocupa el quinto lugar de siete regiones. En esta región, Chile ocupa el primer lugar en cuanto al nivel de innovación, seguido por Costa Rica y México, tal como se muestra en la Figura 4.

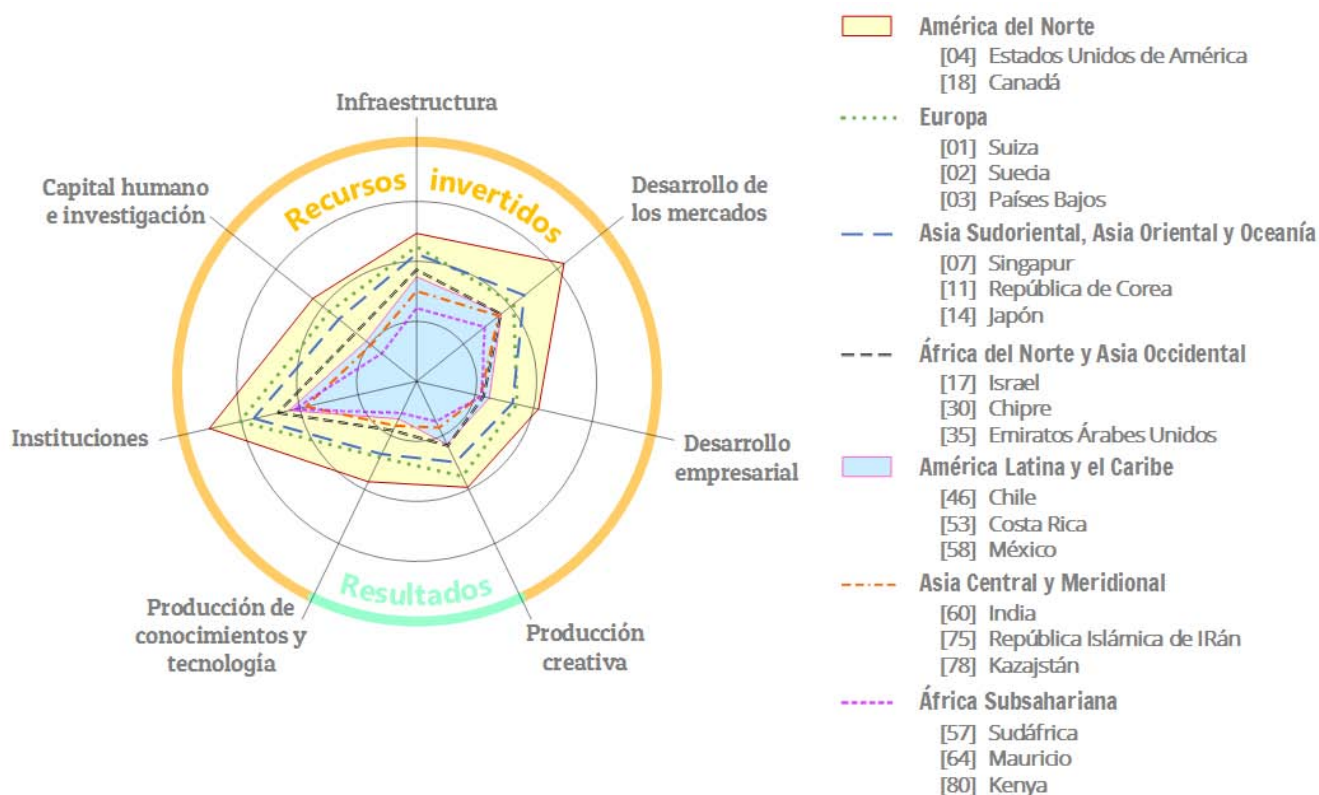


Figura 4. Resultados del Índice Global de Innovación en México (Dutta et al., 2017).

Esfuerzos económicos

En el reporte del Índice Global de Innovación (IGI) se muestra el mapa que aparece en la Figura 5, el cual compara la relación que existe entre las 127 economías, considerando los parámetros de producto interno bruto (PIB) per cápita en paridad de poder adquisitivo y el resultado obtenido en el Índice Global de Innovación (Dutta et al., 2017). En el mapa se muestra una distinción entre los innovadores eficientes (que poseen un radio de eficiencia en innovación superior a 0.66) e ineficientes. Se muestran los códigos para definir a las economías correspondientes a los 25 países con mayor valor en cuanto al índice global de innovación y los 18 países que se ubican en la región de América Latina y el Caribe, respetando la nomenclatura publicada en la norma ISO 3166-1 alpha-2. El tamaño de las burbujas representa la población correspondiente a cada economía. Aparece una línea de tendencia representada por un polinomio de tercer grado, la cual muestra la relación que existe entre la inversión y la calificación obtenida en el índice.

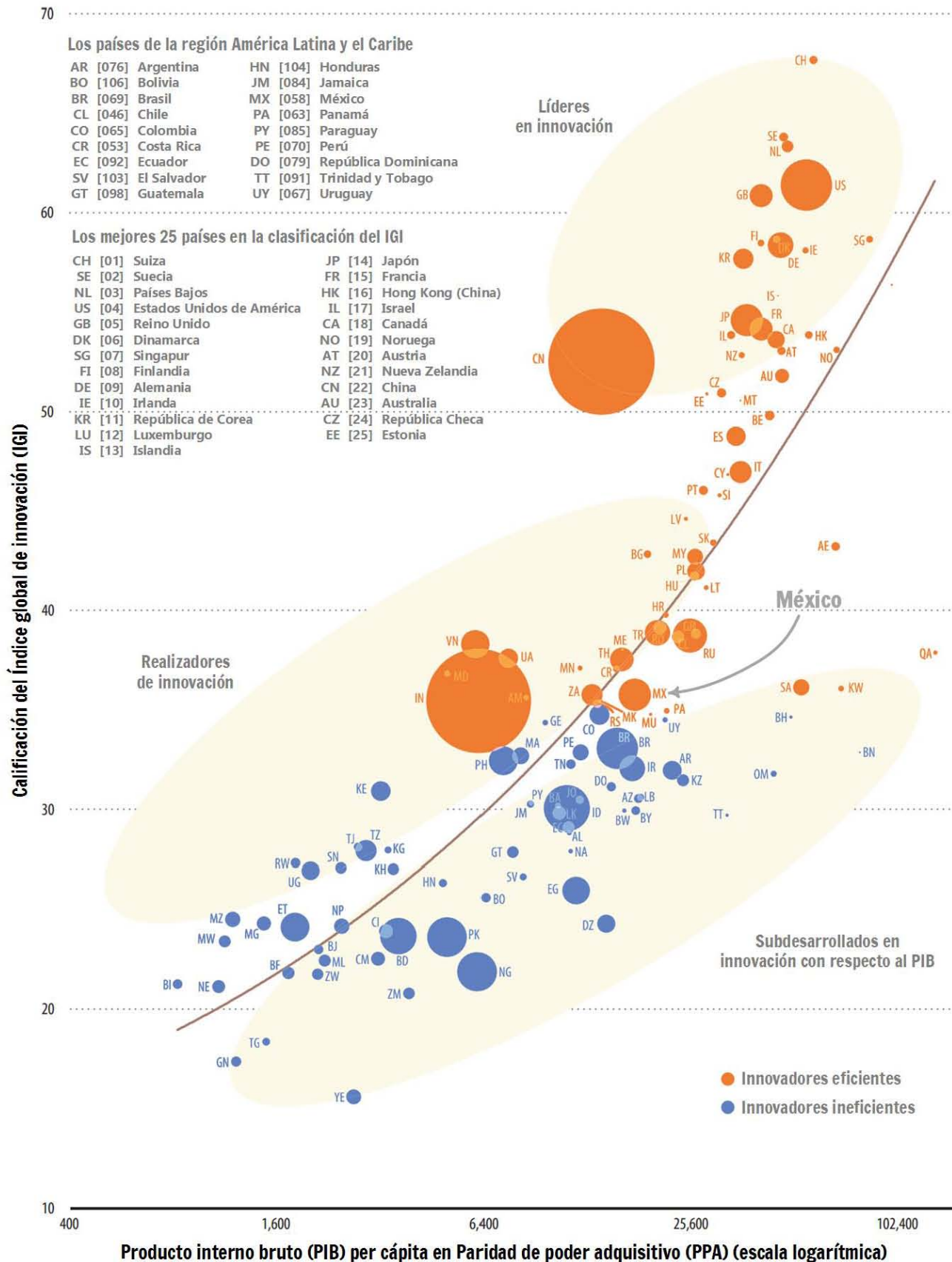


Figura 5. Relación entre el IGI y el PIB en 127 países (Dutta et al., 2017).

De acuerdo con los datos obtenidos en la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) con respecto al año 2014, en la Figura 6 se aprecia que los países con una mayor relación de Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) con respecto al Producto Interno Bruto (PIB) son aquellos en donde el sector privado aporta más que el sector público.

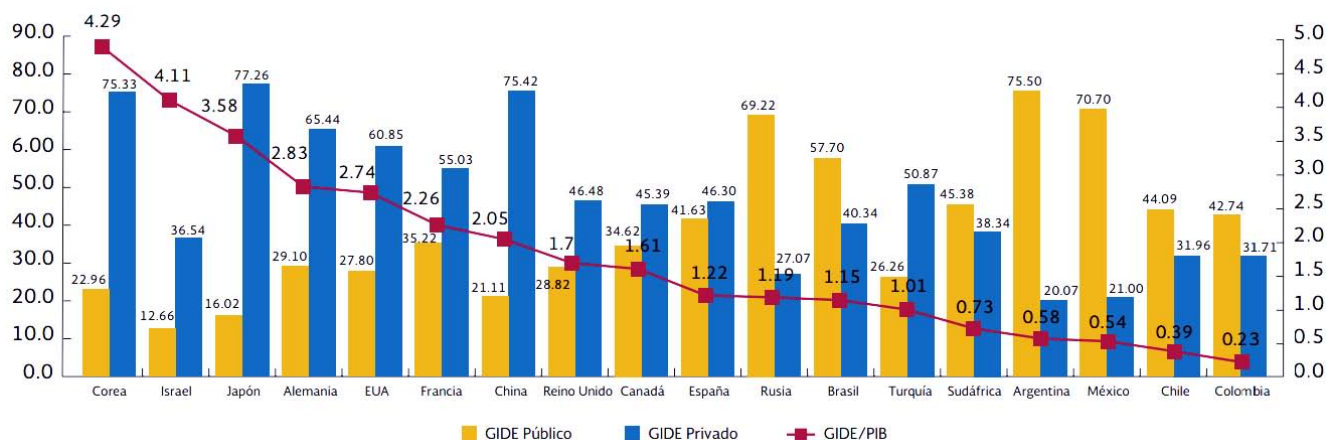


Figura 6. Relación de inversión pública y privada en investigación y desarrollo experimental (CONACYT, 2016).

México tiene una relación de GIDE/PIB de 0.54, siendo el tercer país que más invierte recursos en actividades de investigación y desarrollo en la región de América Latina y el Caribe, donde la relación promedio es de 0.29. Sin embargo, en un panorama global, se encuentra muy por debajo de la media. Dentro de los 35 países que conforman la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), por ejemplo, el promedio de la relación entre GIDE/PIB es de 2.37, más de cuatro veces lo que se registró en México (CONACYT, 2016).

En el año 2014 se contabilizaron, a nivel nacional, esfuerzos económicos en materia de Ciencia, tecnología e innovación de \$181.8 miles de millones de pesos mexicanos. Siendo los inversores principales, casi en igual medida, el gobierno y las empresas. Los recursos fueron invertidos principalmente en actividades de investigación científica y desarrollo experimental, seguido de servicios científicos y tecnológicos. En la Figura 7 se resumen las fuentes de ingreso y las actividades en que se invirtieron los recursos antes mencionados.

De acuerdo con los registros de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la inversión realizada en México con respecto a actividades científicas y tecnológicas ha ido incrementando año con año. Uno de los objetivos del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018 es lograr que el Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental (GIDE) crezca hasta alcanzar el 1% del PIB, durante el año 2015 se registró una inversión cercana al 0.54% del PIB.

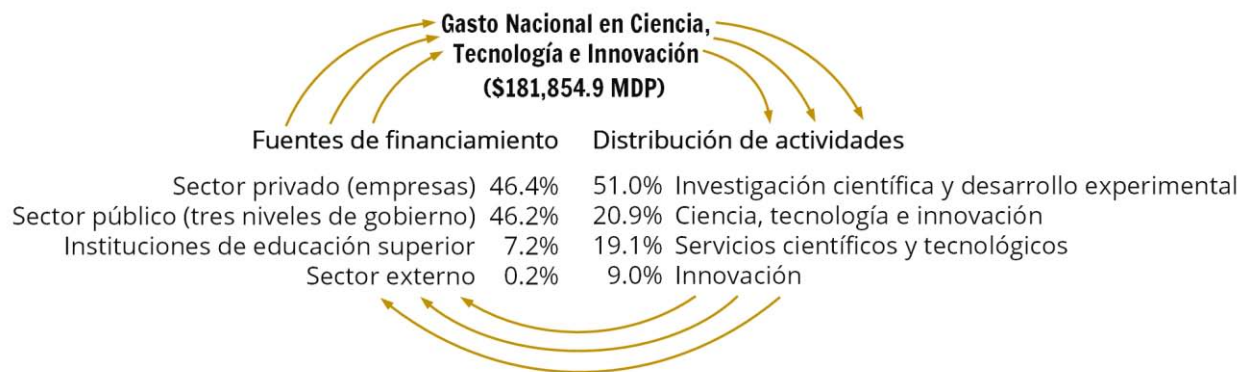


Figura 7. Financiamiento y distribución de la inversión en ciencia, tecnología e innovación (CONACYT, 2016).

Se le denomina Gasto Federal en Ciencia y Tecnología a la inversión en ciencia, tecnología e innovación realizada por el sector público. Durante el año 2014 se reportó un monto total de \$83.5 miles de millones de pesos mexicanos. Para reflejar una mayor comprensión y control sobre el ejercicio de éstos recursos, el gobierno los clasifica de cuatro maneras diferentes, como se ilustra en la Figura 8:

- I) Por tipo de actividad, se invirtieron los recursos en Investigación científica y desarrollo experimental (69.4%), Educación y enseñanza de la ciencia y la técnica (22.0%), Servicios científicos y tecnológicos (2.8%) e, Innovación tecnológica (5.8%);
- II) por sector de asignación, los recursos son distribuidos entre la Administración central y entidades de servicio institucional (80.2%), Centros de enseñanza superior públicos (18.8%) y, entre empresas públicas (1.0%);
- III) por objetivo socio-económico, la mayoría de los recursos se invierten en el Avance general del conocimiento (56.7%) y en la Producción, distribución y uso racional de la energía (15.2%), otras áreas relevantes, aunque en menor medida, son la Protección y mejoramiento de la salud humana y, la Producción y tecnología agrícola e industrial y, por último;
- IV) por sectores administrativos, principalmente se invierte en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) (40.3%), en Educación pública (24.0%), obteniendo la UNAM alrededor de la mitad de los recursos, mientras que el CINVESTAV, el IPN y la UAM reciben alrededor del 10% y, en Energía (15.2%), centralizando los recursos entre el Instituto Mexicano del Petróleo y Pemex, otros sectores relevantes son el de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (8.5%) y el de Salud y Seguridad Social (7.3%).

**Gasto Federal en Ciencia, Tecnología e Innovación
(\$83,551 MDP)**

Por tipo de actividad

69.4%	Investigación Científica y Desarrollo Experimental
22.0%	Educación y Enseñanza Científica y Tecnológica
5.8%	Innovación Tecnológica
2.8%	Servicios Científicos y Tecnológicos

Por sector de asignación

80.2%	Administración central y Entidades de servicio institucional
18.8%	Centros de enseñanza superior públicos
1.0%	Empresas públicas

Por objetivo socio-económico

56.7%	Avance general del conocimiento
15.2%	Producción, distribución y uso racional de la energía
7.3%	Protección y mejoramiento de la salud humana
7.3%	Producción y tecnología industrial
6.4%	Producción y tecnología agrícola
3.7%	Exploración y explotación de la Tierra
2.3%	Estructuras y relaciones sociales
0.7%	Cuidado y control del medio ambiente
0.4%	Transportes y telecomunicaciones

Por sector administrativo y principales entidades

40.3%	Conacyt
71.0%	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
29.0%	Centros de Investigación
24%	Educación Pública
52.9%	Universidad Nacional Autónoma de México
13.1%	Centro de Investigación y de Estudios Avanzados
10.1%	Instituto Politécnico Nacional
9.8%	Universidad Autónoma Metropolitana
3.2%	El Colegio de México, A.C.
0.8%	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
15.2%	Energía
49.2%	Instituto Mexicano del Petróleo
37.8%	Petróleos Mexicanos
7.1%	Instituto de Investigaciones Eléctricas
5.9%	Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares
8.5%	Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
21.7%	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
18.1%	Colegio de Postgraduados
6.7%	Instituto Nacional de Pesca
6.3%	Universidad Autónoma Chapingo
7.3%	Salud y Seguridad Social
41.4%	Institutos Nacionales de Salud
39.7%	Dirección General de Calidad y Educación en Salud
8.5%	Instituto Mexicano del Seguro Social
1.2%	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado

Figura 8. Distribución del Gasto Federal en Ciencia, Tecnología e Innovación (CONACYT, 2016).

Por otro lado, los gastos en investigación y desarrollo, desde una perspectiva industrial, se centran en la manufactura y los servicios. En la industria de la manufactura, más de la mitad de los recursos están destinados a la categoría de Maquinaria, equipo, instrumentos y equipo de transporte, donde los vehículos de motor ocupan el 51% de los recursos y máquinas eléctricas el 30%. En la industria de los servicios, la mayor inversión se realiza en la categoría de empresariales, aplicándose a los servicios comunales, sociales y personales la mayoría de los recursos, seguido de la intermediación financiera.

En la Figura 9 se resumen los recursos invertidos en investigación y desarrollo experimental dentro del sector de educación superior. Durante el año 2014 se reportó que alrededor del 75% se invirtieron en el campo de las ciencias naturales e ingenierías, se invirtió un poco más del 85% en actividades de investigación básica y aplicada, además de que más de la mitad de los recursos fueron gastados en costos laborales.

Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental ejercido en el Sector de Educación Superior (\$20,061 MDP)	Por tipo de gasto		
	59.6%	Costos laborales	
	26.8%	Otros costos corrientes	
	11.7%	Instrumentos y equipos	
	1.9%	Terrenos y edificios	
Por campo de la ciencia		Por actividad	
75.3%	Ciencias naturales e ingeniería	41.8%	Investigación básica
24.7%	Ciencias sociales y humanidades	45.8%	Investigación aplicada
		12.4%	Desarrollo experimental

Figura 9. Distribución del Gasto Federal en Ciencia, Tecnología e Innovación en la Educación Superior (CONACYT, 2016).

Proyectos de Innovación

CONACYT reporta que entre los años 2011 y 2015 hubo un promedio de 137 proyectos financiados por el Programa de Innovación Tecnológica para Negocios de Alto Valor Agregado, Tecnologías Precursoras y Competitividad de las Empresas (PEI), con una inversión cercana a \$1,863 MDP, de los cuales el gobierno invierte alrededor del 36% y el resto lo absorbe la empresa interesada (CONACYT, 2016).

Entre los distintos sectores industriales apoyados por el PEI, los de mayor interés para el CONACYT son aquellos que pertenecen a la industria Automotriz, Química, Alimentos, Farmacéutica y, Salud, estos representan poco más de la mitad de los proyectos financiados, en el orden antes descrito. Otros sectores de interés, aunque solo representan el 22.6%, son los relacionados con la industria Aeroespacial, Tecnologías de la Información, Biotecnología, Energía, Agroindustrial y, Construcción (CONACYT, 2016).

Asimismo, las principales entidades federativas que recibieron apoyo financiero para proyectos que involucraron innovación, fueron Ciudad de México, Nuevo León, Estado de México, Chihuahua y, Jalisco. Nuevamente, éstas representan más de la mitad de los recursos invertidos por el gobierno, mientras que las entidades de Baja California, Querétaro, Guanajuato, San Luis Potosí y, Puebla, representan apenas una cuarta parte (CONACYT, 2016).

Educación

Para tener una referencia sobre la posición relativa que ocupa México con respecto de los demás países del mundo en cuestión de instituciones de educación superior, a continuación se presenta un resumen de los resultados expuestos en el Ranking Mundial de Universidades en la Web (Cybermetrics Lab, 2017). Éste estudio ha sido desarrollado desde 1996 por un grupo de investigación llamado Cybermetrics Lab, entregando reportes de desempeño que cubren a más de 48 mil dominios web de organizaciones académicas, además de centros de investigación, hospitales, repositorios y escuelas de negocios, basándose en una metodología que consiste en

medir su impacto en internet a través de cuatro criterios principales: presencia (páginas en dominio principal y subdominios), visibilidad (enlaces externos referenciados), transparencia (citas de autores principales) y excelencia (publicaciones científicas en 26 disciplinas).

El objetivo principal del estudio es promover las iniciativas de acceso abierto a la información, por lo cual en la clasificación se favorece a aquellas instituciones que facilitan la transferencia de conocimiento científico y cultural generado por las organizaciones para la sociedad, basado en la premisa de que una mayor actividad en la red puede reflejar la calidad y categoría de la producción académica de una institución, además del nivel y especialización del profesorado e investigadores que en ella participen, de manera que el estudio abarca a todas las universidades del mundo que tienen presencia en internet a partir de sus acervos digitales. Los resultados del ranking se pueden observar en la Figura 10.

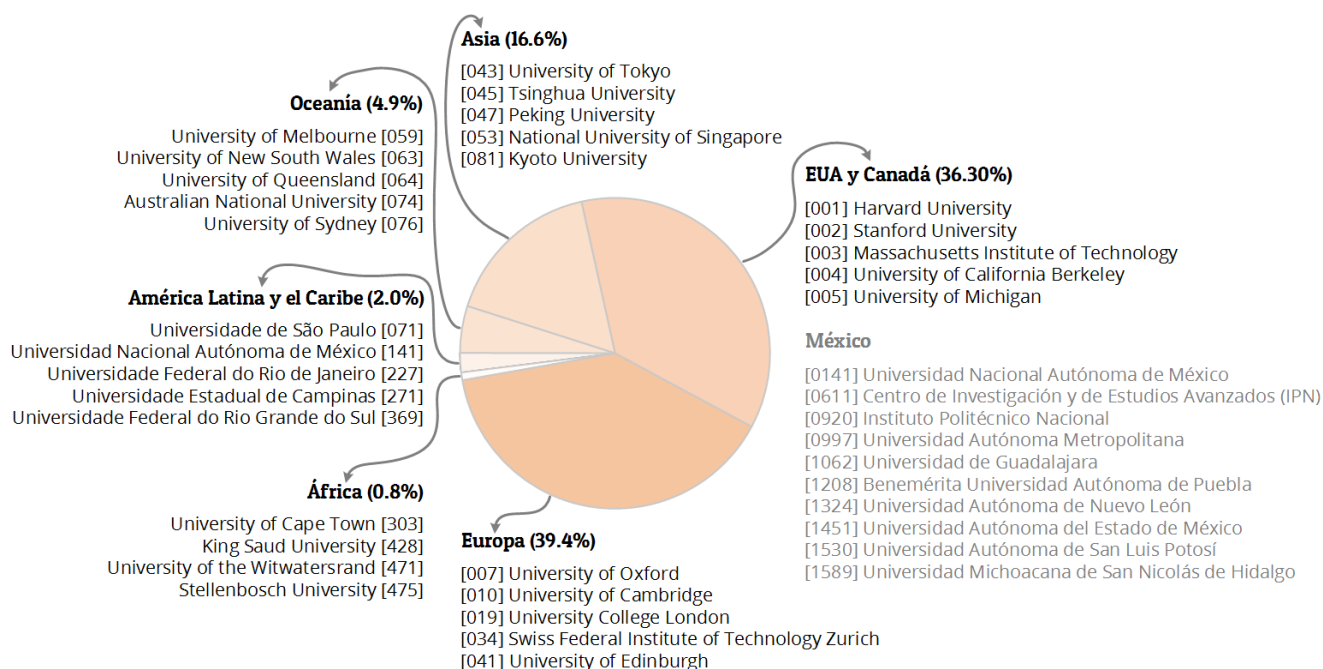


Figura 10. Comparación de universidades en el mundo (Cybermetrics Lab, 2017).

La Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) publicó un estudio sobre los el registro histórico de los universitarios titulados en Iberoamérica, en él se observa que en el año de 1990 los campos de conocimiento de ciencias agrícolas, ciencias médicas, ciencias naturales y exactas, humanidades y artes e, ingeniería y tecnología, se encontraban con un tamaño de población relativamente similar mientras que el campo de ciencias sociales poseía un tamaño más de cuatro veces superior en relación al resto de los campos (Albornoz et al., 2015). En el año 2010, todos los campos atravesaron por un crecimiento entre el 130% y el 385%, acentuando la diferencia entre el tamaño de la población titulada, siendo el campo de las ciencias sociales el más frecuente, con un tamaño superior a siete veces con respecto al resto de los campos, seguido de ciencias médicas

e, ingeniería y tecnología, presentando éstos últimos un tamaño que dobla la cantidad de los otros tres campos.

En el Informe General del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación (2014) que publica el CONACYT, se revela que en México alrededor del 21.4% de la población mayor a 18 años de edad está considerada como parte de los recursos humanos en ciencia y tecnología, es decir, que posee una formación académica suficiente para desempeñar labores de investigación y desarrollo experimental, o bien, actualmente se encuentra desempeñando dichas labores pese a no contar con una formación académica previa (CONACYT, 2016).

El Gasto Federal para Ciencia y Tecnología (GFCYT) que presupuestó el gobierno durante el año 2015 ascendió hasta \$21,100 MDP, de los cuales el 54.1% fue asignado a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el 13.3% al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), el 12.9% al Instituto Politécnico Nacional (IPN), el 11.0% a la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM). Dos menciones destacables, aunque en mucho menor medida que las instituciones anteriores, son el Colegio de México (COLMEX) y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) (CONACYT, 2016).

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (2015) que realiza el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) junto con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), existen 4,358.4 miles de personas que completaron el nivel de educación terciaria y que están desempeñando actividades de ciencia y tecnología en México. Dentro de éste grupo poblacional, el 10.9% posee estudios de posgrado, el 81.9% posee estudios de licenciatura y el 7.2% posee estudios técnicos. Además, los principales campos de la ciencia en los que se concentran éstos individuos son ciencias sociales (55.7%), ingeniería y tecnología (17.1%) y ciencias de la salud (13.8%), lo cual es congruente con el estudio realizado por el RICYT a nivel Iberoamericano, pues el resto de los campos posee una participación menor al 5.5% (CONACYT, 2016). En contraste, el mismo estudio realizado por el INEGI y la STPS muestra que existen alrededor de 1,731.1 miles de personas que completaron el nivel de educación terciaria y que no se encuentran realizando ninguna actividad económica, de los cuales únicamente el 8.4% están buscando ocuparse en alguna actividad económica y el 91.6% están retirados o no desean realizar actividades económicas. De éste grupo, el 4.0% tiene estudios de posgrado, el 75.1% tienen estudios de licenciatura y, el 20.9% posee estudios técnicos. Asimismo, los principales campos de la ciencia a los que corresponde este grupo son ciencias sociales (60.5%), ingeniería y tecnología (17.4%) y, ciencias de la salud (10.5%).

La Secretaría de Educación Pública reportó al término del año 2015 que en México se registraron 7,203 instituciones de educación superior, con aproximadamente 361,011 profesores contratados y 3,552,800 alumnos matriculados (ANUIES, 2017). De acuerdo con los anuarios estadísticos de educación superior publicados por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), a continuación se presentan los datos más relevantes para tener una

referencia sobre la densidad poblacional con base en el nivel de estudios (ver Figura 11) y el campo de conocimiento (ver Figura 12).

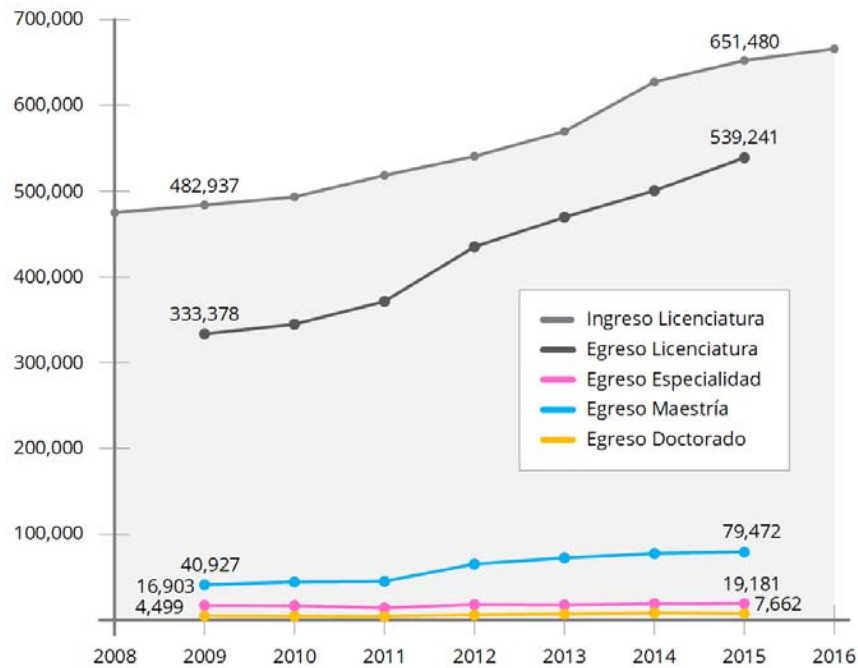


Figura 11. Comparación de alumnos egresados a nivel superior y posgrado en México (ANUIES, 2017).

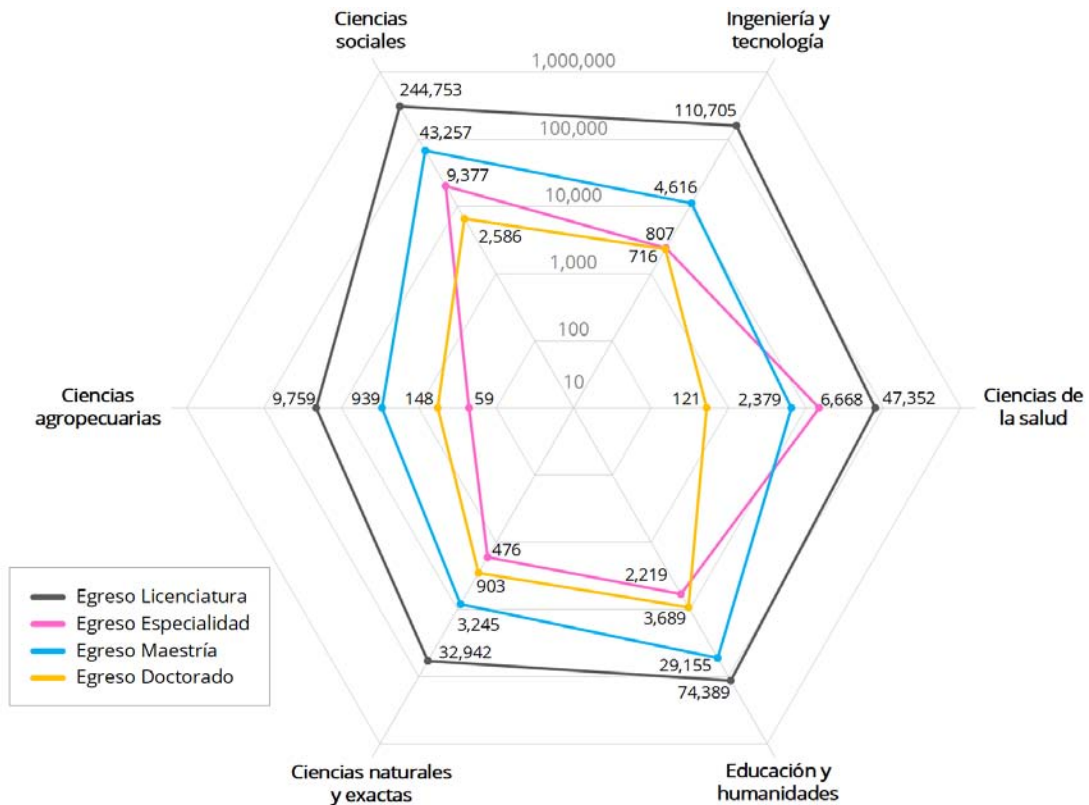


Figura 12. Comparación de alumnos egresados a nivel superior y posgrado por campo de la ciencia (ANUIES, 2017).

En las bases de datos que publica el CONACYT, durante el año 2015 se registraron en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) 442 (22.9%) en el nivel de reciente creación, 714 (37.0%) en el nivel de desarrollo, 593 (30.7%) en el nivel de consolidados y, 182 (9.4%) en el nivel de competencia internacional (CONACYT, 2016). Asimismo, las becas que estuvieron vigentes durante el mismo año suman un total de 58,835, de las cuales el 89.0% se otorgaron a estudiantes nacionales, mientras que el 11% se otorgaron a estudiantes en el extranjero. Además, el 36.2% se asignaron a nivel doctorado, el 59.1% a nivel maestría, el 2.9% a nivel especialidad y, el 1.8% corresponden a estancias posdoctorales y estancias técnicas. Las instituciones que reciben mayor presupuesto para becas por parte del CONACYT son la UNAM (16.1%), el IPN (6.2%), el CINVESTAV (4.2%) y, la UAM (3.6%).

Sistema nacional de investigadores

El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) fue creado el 26 de julio de 1984 para reconocer la labor de las personas dedicadas a producir conocimiento científico y tecnológico (CONACYT, 2016). Tiene por objeto promover y fortalecer, a través de la evaluación, la calidad de la investigación científica y tecnológica, y la innovación que se produce en el país. El Sistema contribuye a la formación y consolidación de investigadores con conocimientos científicos y tecnológicos del más alto nivel como un elemento fundamental para incrementar la cultura, productividad, competitividad y el bienestar social.

Los recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología pueden estar conformados por inmigrantes con educación superior, recién egresados con educación superior o, gente sin educación superior pero que actualmente desempeña labores dentro del campo de la ciencia y la tecnología (Pearson et al., 1995). Actualmente el SNI representa el grueso del acervo de recursos humanos en ciencia y tecnología con el que cuenta nuestro país.

En la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (2015) que realiza el INEGI junto con la STPS, alrededor del 21.4% de la población de 18 años o más está considerada como Acervo de Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología (ARHCYT), es decir, son personas que completaron estudios a nivel de educación superior y/o que están ocupadas en actividades relacionadas con la ciencia y la tecnología (CONACYT, 2016). En éste grupo poblacional, la relación de género es muy cercana al 50%, la ocupación predominante es de profesionistas, seguido de técnicos y directivos, de manera similar, el nivel de educación que predomina es el de licenciatura, seguido de nivel medio superior, técnico y posgrado.

En el año 2015, el CONACYT reportó un acervo de 23,316 investigadores con un presupuesto asignado de 3,992 millones de pesos. La mayoría de los miembros del SNI son hombres (64.2%), son de nacionalidad mexicana (92.0%), poseen un nivel de estudios de doctorado (96.0%), se ubican en la Ciudad de México (33.6%), seguido del Estado de México (5.8) y Jalisco (5.1%), pertenecen al nivel I (54.8%), seguido de los candidatos (19.6%) y el nivel II (17.0%). La distribución de investigadores por campo de conocimiento está balanceada, siendo biología y química (17.1%)

el más poblado, mientras que medicina y ciencias de la salud (10.8%) es el menos poblado (CONACYT, 2016). La adscripción por tipo de institución, muestra que los investigadores trabajan principalmente en Instituciones de Educación Superior (71.0%), el Sector gubernamental (10.0%) y, en Centros Públicos de Investigación (8.0%). Las instituciones con más miembros del SNI adscritos son la UNAM (18.0%), el IPN (4.8%) y, la UAM (4.7%).

Propiedad Intelectual

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual publicó, en su reporte estadístico, una comparación entre los diferentes tipos de solicitudes de propiedad intelectual que se llevan a cabo en las oficinas de todo el mundo, mostrando que la mayoría de las solicitudes se presentan en Asia, como se muestra en la Figura 13 (WIPO, 2016). Asimismo, se mostró un crecimiento pronunciado en la demanda de derechos de propiedad intelectual (de 2014 para 2015). Es evidente que en la región de Asia, particularmente China, domina en todos los tipos de solicitudes de propiedad intelectual que se realizan en el mundo, mientras que en la región de América Latina las solicitudes están por debajo del 3%, a excepción de las solicitudes de marcas.

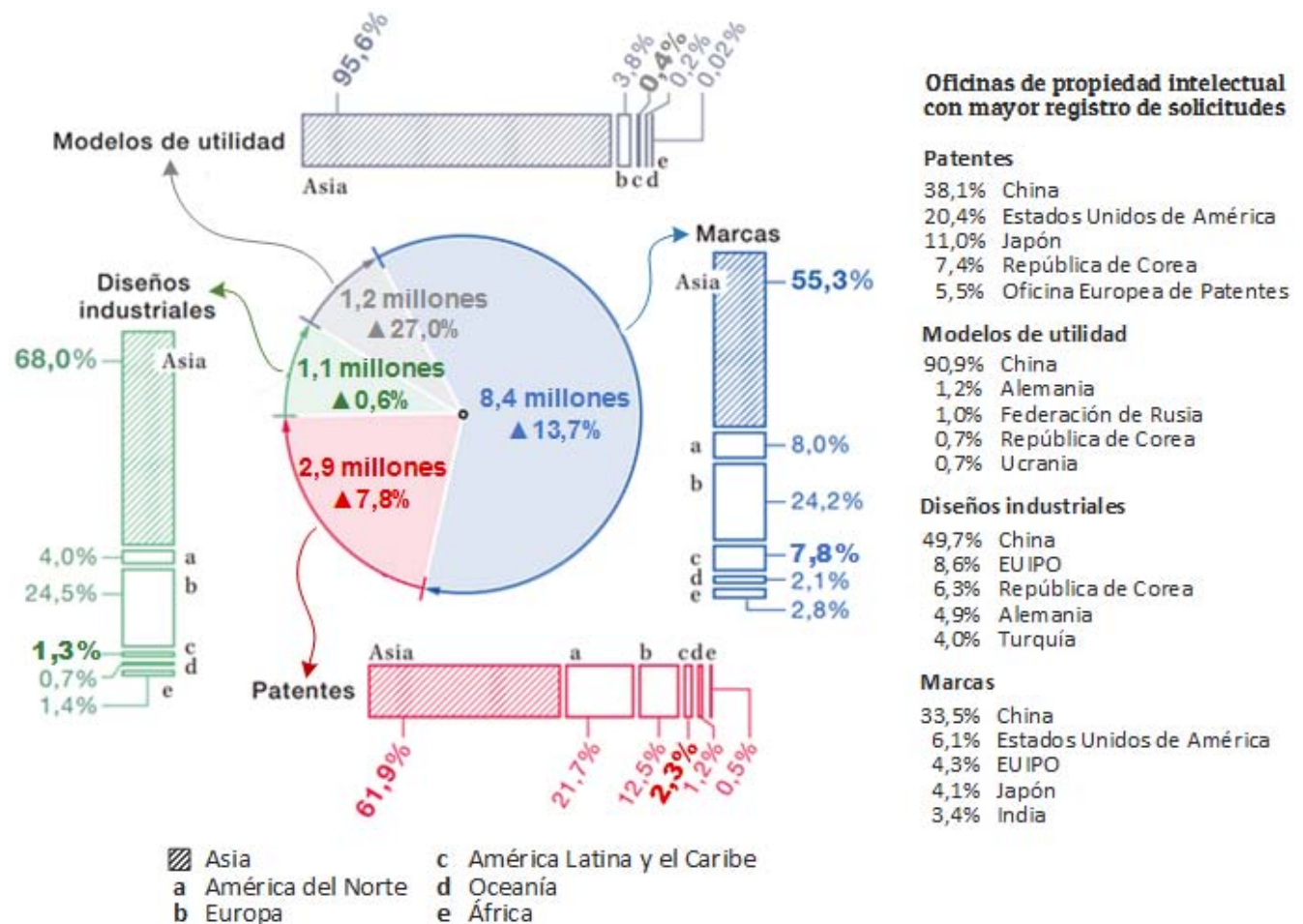


Figura 13. Solicitudes de protección intelectual en el mundo y oficinas con mayor demanda (WIPO, 2016).

El Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) reportó que en el año 2015 se recibieron 22,741 solicitudes de invenciones, de las cuales la mayoría fueron patentes (79.5%), seguido de diseños industriales (17.6%) y, modelos de utilidad (2.9%). Siendo los principales solicitantes inventores independientes (35.7%) y empresas (32.9%), seguido por Instituciones de Educación Superior (20.9%) y Centros Públicos de Investigación (10.5) (Margáin, 2017). Además, el IMPI difunde una estrategia de innovación protegida a través de programas orientados al financiamiento de la innovación que son impulsados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), la Subsecretaría de Industria y Comercio (SIC-SE) y, ProMéxico; con los cuales se busca aplicar metodologías que permitan unificar criterios con el fin de garantizar la demanda y mejor el uso de la propiedad intelectual, determinar las características del capital humano para la protección de la propiedad intelectual, así como el diagnóstico, programa de implementación, pilotos y, explotación de la propiedad industrial, además de vincular a las empresas con las Oficinas de Transferencia Tecnológica (OTT) y los Centros de Patentamiento (CEPAT).

Patentes

En el año de 2015 se registraron un total de 18,071 solicitudes de patentes en México, de las cuales el 7.4% provinieron de inventores nacionales, con un índice de otorgamiento del 30.0%, mientras que las solicitudes de inventores extranjeros (92.6%) tuvieron un mayor índice de otorgamiento (53.4%). La mayoría de las solicitudes de patentes son de carácter internacional, a través del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) (76.3%) (Margáin, 2017). La mayoría de las solicitudes de patentes pertenecen al área tecnológica de química y farmacéutica (49.7%), principalmente con farmacéuticos, productos orgánicos, materiales, y, biotecnología; seguido por ingeniería mecánica (20.1%), principalmente en el sector de transporte, máquinas especiales y, manejo de materiales; e instrumentos (13.4%), para el sector de la tecnología médica y, la medición. Otros sectores relevantes involucran energía eléctrica, tecnologías de la información e, ingeniería civil. Los estados con mayor cantidad de solicitudes de patentes fueron la Ciudad de México (27.9%), el Estado de México (9.8%), Nuevo León (9.2%) y, Jalisco (8.8%). Las empresas que tuvieron la mayor cantidad de patentes otorgadas a nivel nacional fueron The Procter & Gamble Company (149), Samsung Electronics Co., Ltd. (91), BASF S.E. (81), Schlumberger technology B.V. (69), Nissan Motor Co., Ltd. (65) y, Nestec, S.A. (65). Mientras que las instituciones mexicanas que obtuvieron un mayor número de patentes fueron el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (25), la Universidad Nacional Autónoma de México (24), el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (17) y, el Instituto Mexicano del Petróleo (11).

Publicación de artículos

De acuerdo con la base de datos de Thomson Reuters (2016), publicado en *Essential Science Indicators*, en la participación porcentual promedio entre los años 2010 y 2015 en la producción total mundial de artículos científicos para los países miembros de la Organización para la

Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) , destacó por mucho Estados Unidos con una producción del 18.72% y un impacto relativo de 1.73, seguido por un grupo de 15 países que obtuvieron una producción entre el 1.0 y el 5.2%. México se encuentra en la 22ª posición entre los países de la OCDE con un impacto relativo de 0.98 y, una producción promedio equivalente al 0.6% de la producción mundial, es decir, se registraron entre 10 mil y 12 mil artículos publicados al año. Sin embargo, en la región de América Latina, México se encuentra en la 2ª posición, después de Brasil (1.85%) (CONACYT, 2016).

Las áreas de investigación con mayor cantidad de publicaciones en México son plantas y animales (12.62%), física (10.31%), medicina clínica (9.62%), química (9.58%), ingeniería (8.48%) y, ecología y medio ambiente (6.47%). Siendo las áreas más citadas física (44.8 mil), medicina clínica (41.5 mil), química (21.9 mil), plantas y animales (21.0 mil) y, ecología y medio ambiente (14.9 mil). Asimismo, las áreas que tuvieron un mayor impacto relativo con respecto a la producción mundial son biología molecular y genética (9.11), física (7.42), ciencias espaciales (7.41), medicina clínica (7.36), inmunología (5.97) y, comportamiento y neurociencias (5.07). Las principales instituciones con mayor cantidad de artículos publicados son la UNAM (28.2 mil), el IPN (8.8 mil), el CINVESTAV (8.4 mil), la UAM (5.1 mil) y la Universidad de Guadalajara (3.7 mil) (CONACYT, 2016).

Innovación del sector privado en México

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) publicó un mapa mostrando la ubicación geográfica de los 100 principales clústeres de centros de investigación con actividad inventiva en todo el mundo (Schwab & Sala, 2017). En la Figura 14 se puede apreciar cómo la mayor densidad de clústeres se ubica en las zonas donde se encuentran las principales potencias mundiales, mientras que los países con posición comercial estratégica muestran una minúscula presencia de clústeres.

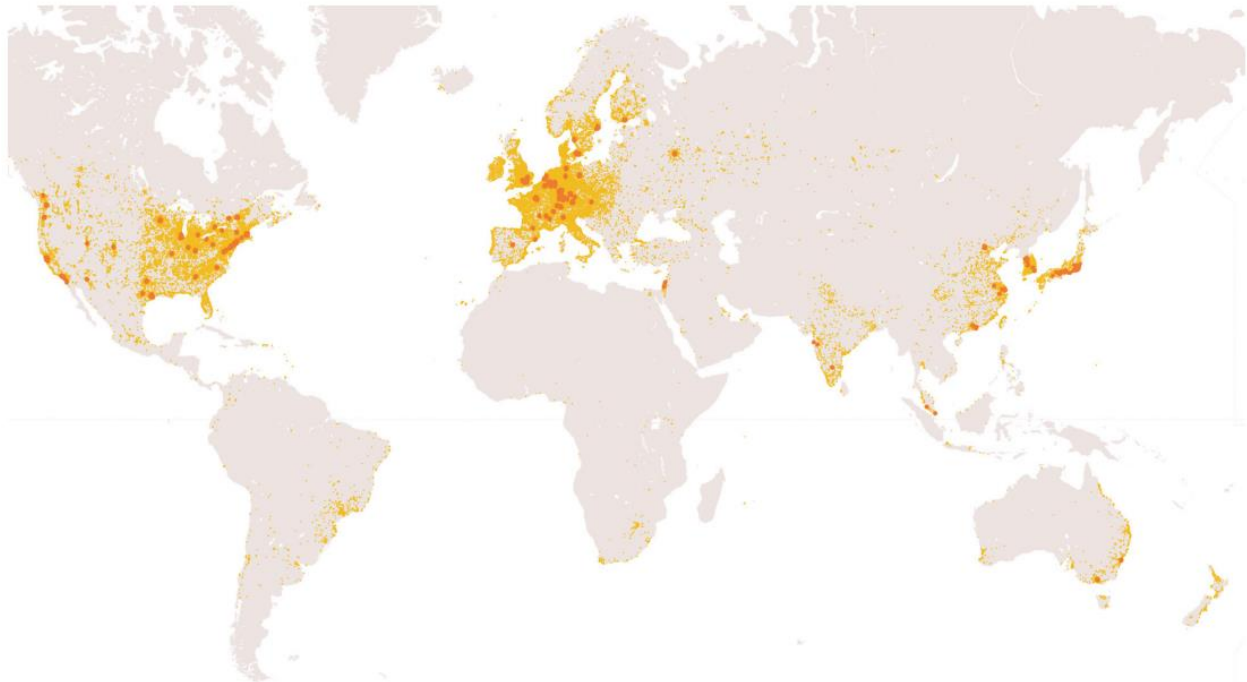


Figura 14. Densidad de clústeres de centros de investigación en el mundo (Schwab & Sala, 2017).

En la Figura 15 se presentan los principales centros de investigación clasificados por región, así como los principales en México, de acuerdo con el Ranking mundial de centros de investigación en la web (Cybermetrics Lab, 2017), el cual utiliza el mismo principio que el explicado anteriormente para las universidades.

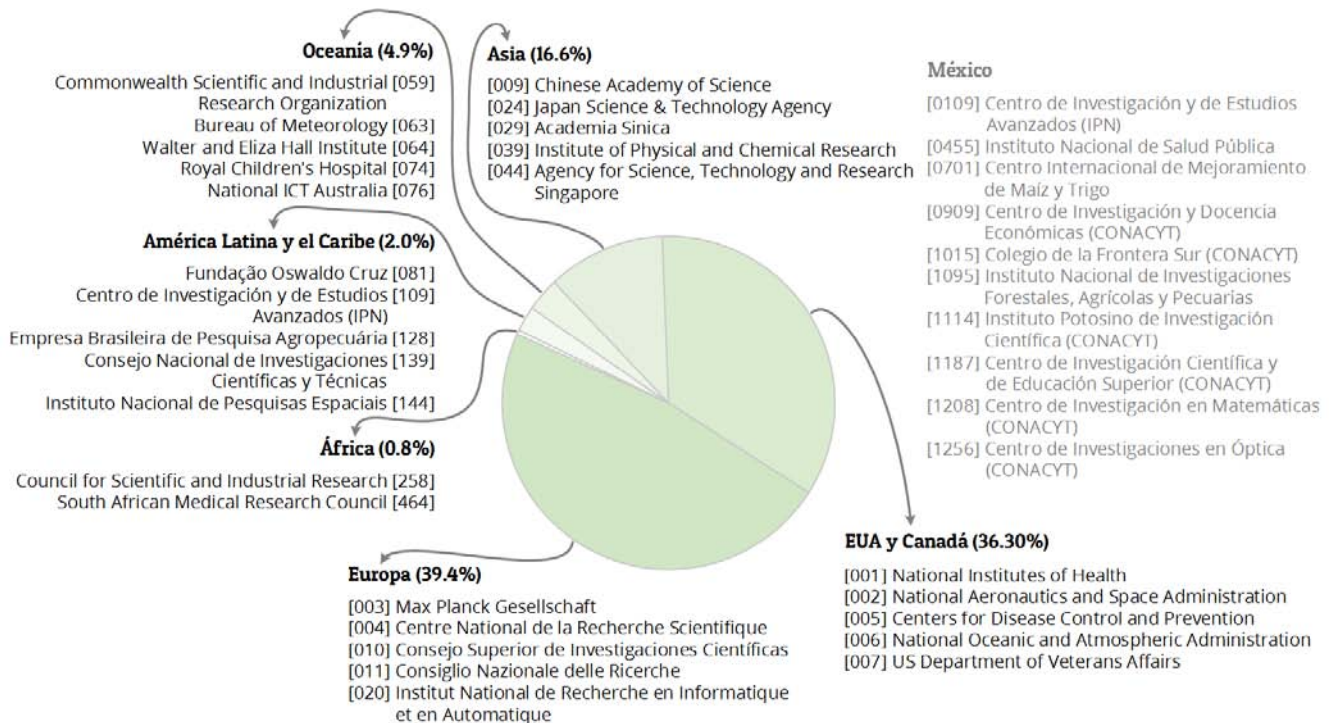


Figura 15. Comparación de centros de investigación en el mundo (Schwab & Sala, 2017).

En la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (2014) aplicada por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de aproximadamente 40,600 empresas encuestadas, el 2.4% de las pequeñas empresas (59.72%), el 4.9% de las empresas medianas (30.76%) y, el 15.9% de las empresas grandes (9.52%) presentaron al menos un proyecto relacionado con innovación en producto o proceso. Los principales tipos de innovación que presentan las empresas son utilización de nuevos materiales (entre 9% y 12.5%), nuevas técnicas de producción (entre 4% y 9%) y, funciones fundamentalmente nuevas (entre 2.5% y 4%) (CONACYT, 2016). Los tipos de recursos utilizados para financiar los proyectos de innovación fueron principalmente internos a la empresa, además de apoyos gubernamentales y créditos de instituciones bancarias, aunque en menor medida. Los departamentos internos a la empresa que se consideran altamente significativos para realizar los proyectos de innovación son el de investigación y desarrollo tecnológico, el de producción y el de ingeniería. Los tipos de innovación de producto o proceso representan una tercera parte con respecto a la innovación organizacional o de mercadotecnia.

Indicadores de innovación

Estudios que evalúan la innovación

Es importante resaltar que ninguna metodología es capaz de medir la innovación de manera universal, o sea, que la mayoría de estudios se adaptan de acuerdo con el contexto en que se encuentran, entregando indicadores que permiten estimar el desarrollo que se posee en cuanto a proceso de innovación (Colecchia et al., 2010). Es recomendable utilizar los resultados de los reportes que miden la innovación para tener una referencia sobre el desempeño de una organización o como elemento de un estudio de mercado, para el diseño de políticas internas en cuanto a proceso de innovación, como referencia para la toma de decisiones o para facilitar la investigación en ciencias sociales (Dutta et al., 2017). Por lo tanto, no se debe depender de indicadores como única referencia para realizar conclusiones definitivas, ni se debe generalizar determinado sector u organización a partir de lo que reflejan los indicadores. Hay dos enfoques básicos para identificar posibles temas para desarrollar un nuevo proyecto innovador dentro de los distintos indicadores: que no existan antecedentes, en cuyo caso se puede aprovechar la originalidad como un área de oportunidad para generar una nueva línea de investigación, o bien, que existan demasiados antecedentes y se puedan aprovechar para acelerar el aprendizaje dentro de la industria y así buscar una mejora significativa con respecto a lo que ya existe, de la mano de los investigadores, proveedores, etc. (Berger & Kuckertz, 2016)

Existen distintos tipos enfoques estadísticos que se pueden utilizar para evaluar la innovación, dependiendo del objetivo del estudio (FCCYT, 2012), entre los cuales se encuentran los siguientes:

- Estadísticas de contexto. Hacen referencia al marco socioeconómico en el que se inserta el sistema de innovación.

- Estadísticas de insumo. Sirven para medir las aportaciones o insumos al sistema, definen el potencial científico y tecnológico de un país, se centran en la medición de recursos financieros y humanos dedicados a las actividades de innovación.
- Estadísticas de productos o resultados. Utiliza variables que reflejen algunos de los productos tradicionales del sistema, como la bibliometría (publicaciones científicas, citas), las patentes industriales y otros instrumentos de protección de los derechos de propiedad intelectual, la producción de los sectores de alta tecnología y la actividad relacionada con el comercio exterior de tecnología.
- Estadísticas de proceso. Se centra en las características del proceso científico, tecnológico e innovador, esto es, de las formas en que se organizan interna y externamente las actividades y los factores que ayudan y los que dificultan el proceso. Esta información debe obtenerse directamente a partir de los actores que ejecutan las actividades.
- Estadísticas de impacto. No existe una metodología establecida para la medición de los diferentes impactos de las actividades de ciencia, tecnología e innovación en el entorno socioeconómico. Comúnmente se definen

De acuerdo con el Manual de Frascati, a continuación se presenta la clasificación de campos en investigación y desarrollo experimental recomendada para realizar la correcta identificación de un tema de investigación (Jankowski & Gault 2015).

- | | |
|---|--|
| I. Ciencias naturales. <ul style="list-style-type: none">• Matemáticas• Ciencias de la computación e información• Ciencias físicas• Ciencias químicas• Ciencias de la Tierra y relacionadas con el medio ambiente• Ciencias biológicas• Otras ciencias naturales | IV. Agronomía y veterinaria <ul style="list-style-type: none">• Agricultura, silvicultura y pesca• Ciencia animal y láctea• Veterinaria• Biotecnología agrícola• Otras ciencias agrícolas |
| II. Ingenierías y tecnología <ul style="list-style-type: none">• Ingeniería civil• Ingeniería eléctrica, electrónica y de la información.• Ingeniería mecánica• Ingeniería química• Ingeniería de materiales• Ingeniería médica• Ingeniería ambiental• Biotecnología ambiental• Biotecnología industrial | V. Ciencias sociales <ul style="list-style-type: none">• Ciencias cognitivas y psicología• Economía y negocios• Educación• Sociología• Derecho• Ciencias políticas• Geografía social y económica• Medios de comunicación• Otras ciencias sociales |
| | VI. Humanidades y artes <ul style="list-style-type: none">• Historia y arqueología• Lenguaje y literatura• Filosofía, ética y religión |

- Nanotecnología
 - Otras ingenierías y tecnologías
- III. **Ciencias médicas y de la salud**
- Medicina básica
 - Medicina clínica
 - Ciencias de la salud
 - Biotecnología médica
 - Otras ciencias de médicas
- Artes (artes, historia del arte, arte escénica, música)
 - Otras humanidades

Actualmente, los estudios más importantes que se realizan sobre innovación a nivel global son los siguientes:

- Global Innovation Index. Éste estudio es realizado por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI), entregando indicadores que permiten comparar el estado de innovación entre 127 países con periodicidad anual. El estudio se centra en las entradas (instituciones, capital humano e investigación, infraestructura, sofisticación de negocios, sofisticación de mercado) y salidas (conocimiento, tecnología y creatividad) de los proyectos de innovación realizados en cada país (Dutta et al., 2017).
- Innovation Union Scoreboard. Éste estudio es realizado por la Comisión Europea y abarca 36 países, de los cuáles 28 pertenecen a la Unión Europea. Principalmente evalúa a los facilitadores (recursos humanos, sistema de investigación, financiamiento y apoyos), a la actividad empresarial (inversión privada, vinculación y emprendimiento, activos intelectuales) y resultados (innovación y efectos económicos) (Hollanders et al., 2016).
- Innovation Strategy. Éste estudio es realizado por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y abarca a los 35 países miembros de la organización. El estudio incluye el estado actual de la innovación, los facilitadores poblacionales y empresariales, la inversión pública y privada, los retornos de inversión y los retos globales (Malkin et al., 2013).

Manuales de la familia Frascati

Desde el año 1963, la OCDE convocó a un grupo de expertos en indicadores de ciencia y tecnología para publicar una serie de manuales sobre la medición de actividades de carácter científico y tecnológico, a esta colección se le conoce como los Manuales de la familia Frascati, debido a que la sede de la convención en donde se llevó a cabo dicha publicación se ubicaba en Frascati, Italia (Jankowski & Gault 2015).

Frascati. El título original de la publicación fue Manual sobre la medición de actividades científicas y tecnológicas: Propuesta de una práctica estandarizada para realizar encuestas sobre investigación y desarrollo experimental, y en ella se pueden encontrar directrices sobre los métodos para la recolección de datos en relación con los recursos humanos y financieros dedicados a la I+D. En 2015 se publicó la 7ª edición, a lo largo de las ediciones se han realizado

ajustes ante las normas internacionales, se incluyen datos sobre la investigación en ciencias sociales y humanidades, se propone una clasificación de los campos de la ciencia y una distribución de los presupuestos de investigación y desarrollo por objetivos socioeconómicos, revisiones en las prioridades de las políticas sobre ciencia y tecnología, se estructuran los sistemas de ciencia y tecnología, mejoran las bases estadísticas y la metodología, se toma en cuenta el aspecto informal de las actividades de investigación y desarrollo y se ahonda en los fondos que sostienen las actividades de investigación y desarrollo.

Balanza de Pagos Tecnológica. En 1990 se publica el Manual sobre la medición de actividades científicas y tecnológicas: Propuesta de un método estandarizado para recopilar e interpretar información sobre la balanza de pagos tecnológica, en el cual se muestra una metodología para documentar información cuantitativa en relación a los ingresos, egresos, formas de pago, transacciones y agentes por concepto de tecnología.

Oslo. En 1992 apareció la primera edición y en 2005 se publicó la edición más reciente. El Manual sobre la medición de actividades científicas y tecnológicas: Directrices propuestas para recolectar e interpretar información sobre innovación tecnológica, en el cual se proporciona un marco conceptual y metodológico para la medición de las actividades orientadas a la innovación. A partir de ahí se han actualizado los conceptos, definiciones y metodologías para estandarizar las evaluaciones a un entorno global, además de añadir nuevos indicadores.

Patentes. En 1994 se publicó el Manual sobre la medición de actividades científicas y tecnológicas: Uso de información sobre patentes como indicador de ciencia y tecnología, que se enfoca en proporcionar información básica sobre el uso de los datos de las patentes y su relación con otras estadísticas económicas, científicas y tecnológicas. En 2009 se actualizó al Manual de estadísticas sobre patentes, modelos de utilidad y licencias, el cual reestructura la metodología utilizada para la obtención e interpretación de los indicadores, incluyendo además análisis estadísticos más robustos.

Canberra. Publicado en 1995, bajo el título de Manual sobre la medición de recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología, el propósito del manual es facilitar un marco conceptual para la compilación de datos sobre el capital y el flujo de recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología.

Otros. Adicionalmente, la OCDE ha publicado material de menor peso que sirve para complementar el contexto de la ciencia, tecnología e innovación, como por ejemplo, Bibliometría, Clasificación de alta tecnología, Globalización y Sociedad del conocimiento.

Manuales RICYT

La familia de manuales de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) para Iberoamérica comenzó en el año de 1994 a partir de un proyecto para definir indicadores de ciencia y tecnología a nivel iberoamericano (Albornoz et al., 2015).

Bogotá. En 2001 la RICYT publicó la Normalización de indicadores de innovación tecnológica en América Latina y el Caribe, mejor conocido como Manual de Bogotá debido a que fue en Bogotá, Colombia donde se llevó a cabo la convención que dio origen a la publicación, en el cual se pretende normalizar los criterios y procedimientos para la construcción de indicadores de innovación y el mejoramiento tecnológico, mostrando el contraste que existe entre los países desarrollados y en vías de desarrollo, y promocionando la creación de instituciones que se encarguen de programar las actividades relacionadas con la innovación.

Lisboa. En 2006 se publicó el reporte titulado Pautas para la interpretación de los datos estadísticos disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de Iberoamérica hacia la Sociedad de la Información, en donde se describen los avances de las principales organizaciones internacionales (CEPAL/Naciones Unidas, Eurostat, OCDE) sobre las metodologías, indicadores y consensos respecto del tránsito a la Sociedad de la Información. Además incluye un conjunto de recomendaciones para la interpretación y análisis de los indicadores que se elaboren.

Santiago. En 2007 se publicó el Manual de indicadores de internacionalización de la ciencia y la tecnología, el cual proporciona un sistema integrado de indicadores para la comprensión de la internacionalización del sistema científico-técnico y la elaboración de iniciativas para su promoción.

Antigua. En 2015 se publicó el Manual de Indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología, el cual propone una metodología común y recomendaciones técnicas para recabar información sobre la percepción social de la ciencia y la tecnología a través de encuestas que revelan las actitudes, valores y apropiación de la sociedad con respecto al contexto de la ciencia y la tecnología.

Valencia. En 2017 se publicó el Manual de Indicadores de vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico, el cual ofrece una propuesta metodológica para la gestión y planificación de actividades científicas y tecnológicas en las universidades, a la vez que brinda información en una región caracterizada por el papel central de las universidades en el desarrollo de la ciencia y la tecnología y por importantes demandas sociales y productivas.

Manuales BID-UNESCO

Desde finales de la década pasada, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en colaboración con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) comenzaron a elaborar una serie de documentos que sirven para asistir la medición de las actividades científicas y tecnológicas que se llevan a cabo en diferentes países del mundo (Albornoz et al., 2015).

Estadísticos. En 1980, la UNESCO publica el Manual para estadísticos sobre actividades científicas y tecnológicas, en el cual se describen una metodología para la obtención e interpretación de la información relacionada con las actividades de investigación, desarrollo experimental, educación superior y servicios de ciencia y tecnología.

Compendios. En 1978 se publicó la obra titulada Recomendaciones sobre la estandarización internacional de estadísticas de ciencia y tecnología, en la cual se muestra información estandarizada de los servicios científicos y tecnológicos, la enseñanza y formación de ciencia y tecnología de nivel terciario, y la clasificación del personal científico y técnico, así como otras adaptaciones del Manual de Frascati.

Anexos. Desde principios del Siglo XXI se han publicado una variedad de obras cortas que conciernen temas como buenas prácticas educación, ciencia, tecnología e innovación, métodos e internacionalización de encuestas o, desafíos enfrentados por los países en desarrollo, con la finalidad de apoyar a los países en desarrollo en la utilización de las directrices y normas contenidas en la sexta edición del Manual de Frascati.

Índice de competitividad global

El proyecto para medir la competitividad a nivel global comenzó desde 1979, en el Foro Económico Mundial (Schwab & Sala, 2017). La metodología del índice de competitividad global (ICG) tiene por objetivo definir la competitividad como un conjunto de instituciones, políticas y factores que determinan el nivel de productividad de una economía, la cual sirve como referencia para medir la prosperidad que un país puede alcanzar. Actualmente el ICG combina 114 indicadores que representan a los conceptos relevantes para la productividad y la prosperidad al largo plazo, los indicadores se agrupan en 12 pilares: instituciones, infraestructura, entorno macroeconómico, salud y educación básica, educación superior y capacitación, eficiencia del mercado de bienes, eficiencia del mercado laboral, desarrollo del mercado financiero, disponibilidad tecnológica, tamaño del mercado, sofisticación de negocios e, innovación.

Índice mundial de innovación

El Índice Mundial de Innovación es publicado por la Organización Mundial de la Propiedad Industrial, con la colaboración de las múltiples oficinas de registro de propiedad industrial que se encuentran ubicadas en el mundo (Dutta et al., 2017). Anualmente se publica un reporte que proporciona indicadores detallados de los resultados de la innovación en 127 países y economías. La metodología incluye 81 indicadores, los cuales comprenden principalmente el entorno normativo, la educación, la infraestructura y el grado de desarrollo empresarial. El estudio procura que exista consistencia con literatura existente sobre innovación y definición de los pilares, además de utilizar un adecuado factor de escalamiento en cada indicador para representar un escenario justo entre las diferencias de los países.

Índice nacional de innovación

El Índice Nacional de Innovación (INI) es un estudio que se desarrolló en 2013 por el Venture Institute (Loeza et al., 2013). Mide la actividad y capacidad de innovación de los 32 estados y de

87 ciudades de México. La evaluación está compuesta por 64 variables, clasificadas en cinco pilares de actividades que generan innovación y dos pilares que consideran los resultados que han sido alcanzados. Está dirigido a individuos, organizaciones y empresas interesados en temas de innovación y emprendimiento.

Ranking nacional de ciencia, tecnología e innovación

Con el fin de dar a conocer las fortalezas, oportunidades y debilidades en el sector de la ciencia, la tecnología y la innovación a nivel estatal, el Foro Consultivo Científico y Tecnológico (FCCYT) publicó el Ranking Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación en el año 2011. La metodología utilizada está basada en el estudio Regional Innovation Scoreboard que se desarrolló en la Unión Europea, y tiene por objetivo principal identificar las capacidades y oportunidades de los Sistemas Estatales de Ciencia y Tecnología (FCCYT, 2014).

Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación

El Informe general del estado de la ciencia, la tecnología y la innovación es un reporte de periodicidad anual elaborado por el Consejo Nacional de Ciencia y la Tecnología (CONACYT), apoyado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) a través de la Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET), la cual proporciona información relacionada con los recursos humanos y financieros destinados a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico (IDT) e innovación en el sector productivo, además de brindar un panorama estadístico que permite conocer el comportamiento y avances de la actividad científica y tecnológica (CONACYT, 2016).

Indicadores relevantes

Desde una perspectiva nacional, es necesario que existan políticas de fomento a la innovación para incentivar los proyectos de investigación científica y desarrollo tecnológico apoyados por el gobierno, las cuales deben estar sustentadas por un marco legal para la ciencia, la tecnología y la innovación a nivel federal y estatal (Malkin et al., 2013). Además, es recomendable que el mismo gobierno procure la obtención de productos y servicios de tecnología avanzada, pues de esa manera se mantiene informado de primera mano con respecto a los costos y beneficios de dicha tecnología, a la vez que genera experiencia suficiente para comprender las aplicaciones, los requerimientos y las limitaciones que conlleva la solicitud de recursos para la adquisición de tecnología avanzada en los planes y programas que ofrece para proyectos innovadores en empresas de base tecnológica (Pech, 2016).

Algunos indicadores que reflejan el potencial que posee una región determinada para realizar proyectos de innovación, incluyen la disponibilidad de la última tecnología, el acceso a las tecnologías de la información y comunicación (TIC), el porcentaje poblacional que tiene acceso a equipos de cómputo personales con acceso a internet de banda ancha y que utilizan software para

el ejercicio académico y profesional, asimismo, la creatividad en línea de la población, es decir, la cantidad de dominios de nivel superior genéricos que posee la población, la cantidad de comercios en línea, las ediciones en Wikipedia, los videos subidos a plataformas de transmisión gratuita, como YouTube, y sus respectivos parámetros de popularidad, entre otras aplicaciones que reflejan el involucramiento de la población en realizar actividades comerciales y académicas (Berger & Kuckertz, 2016).

Financiamiento de la innovación

Desarrollo y financiamiento de proyectos

El Instituto Nacional del Emprendedor realizó una encuesta en la Ciudad de México sobre la cultura emprendedora en 2014, en ella se encontró que la razón principal para no emprender es la dificultad para conseguir recursos financieros (Saracho et al., 2015). Otras razones con mucha menor frecuencia de selección son: desinterés, miedo al fracaso, inseguridad, comodidad de ser asalariado y, falta de conocimientos. Por otra parte, de acuerdo con otra encuesta sobre la percepción del financiamiento público con respecto a ciencia y tecnología elaborado por el CONACYT y aplicado al público en general en 2013, el 68.5% de la población mexicana considera que el apoyo financiero es insuficiente, solo el 14.1% respondió que es suficiente, mientras que al resto le es indiferente (CONACYT, 2016).

La OCDE publicó un reporte sobre el desarrollo redes globales de innovación y la transferencia del conocimiento, en el cual se revela que durante la presente década las compañías líderes en innovación han tenido resultados espectaculares al centrarse en políticas de innovación abierta y de carácter internacional, a través de las plataformas de trabajo virtual, la migración de talentos, colaboración entre socios, proveedores, clientes, universidades, centros de investigación y gobierno (Malkin et al., 2013). En la misma publicación se destacan dos grupos de actividades de carácter intangible que son indispensables para incrementar el valor agregado que poseen los productos o servicios comercializados por las empresas líderes. El primero representa a la preproducción, a través de mejorar la producción, realizar investigación básica y desarrollo experimental, mejorar el diseño y diversificar o modularizar los productos y servicios. Mientras que el segundo grupo se refiere a la postproducción, en la forma de la logística de distribución de los productos, el control de calidad, la automatización de funciones operativas, la ampliación de canales de distribución, el escalamiento masivo, la mercadotécnica y la mejora del servicio al cliente.

Tradicionalmente, los tipos de financiamiento pueden provenir de recursos propios, recursos de empresas subsidiarias o asociadas, recursos de otras empresas, créditos de instituciones bancarias privadas, apoyos gubernamentales, apoyos de organismos internacionales, entre otros. De acuerdo con el Manual de Frascati, existen cuatro tipos de flujo de financiamiento desde la perspectiva de los actores de investigación y desarrollo (Jankowski & Gault 2015). Los tipos de flujo de financiamiento se dividen en dos categorías: Intercambio de fondos y transferencia de fondos.

Las actividades de innovación se pueden realizar dentro de la organización o fuera de la organización, así como el financiamiento puede ser interno o externo a la organización, de manera que se pueden plantear tres escenarios generales: 1) Las actividades de investigación y desarrollo se realizan dentro de la organización financiadas por la misma; 2) Las actividades de investigación y desarrollo se realizan dentro de la organización financiadas por una organización externa; 3) Las actividades de investigación y desarrollo se realizan en una organización externa financiadas por la organización.

Las fuentes de financiamiento para lograr la comercialización de proyectos que involucran actividades de investigación y desarrollo son (Al-Mubarakí et al., 2015):

- **Créditos:** Préstamos privados o públicos que requiere devolución con interés en un periodo determinado. Pueden provenir de bancos comerciales, el gobierno, bancos de desarrollo, cajas o sociedades de ahorro, entidades financieras no bancarias, proveedores, entre otros.
- **Subsidios:** Recurso a fondo perdido que no requiere devolución. Puede ser gubernamental o de asociaciones privadas.
- **Capital semilla:** Es un recurso privado donde el inversionista adquiere un porcentaje de la empresa durante las etapas iniciales del emprendimiento. Algunos ejemplos son los inversionistas individuales o fondos privados de inversión.
- **Capital de riesgo:** Posee características similares al capital semilla pero la inversión es mayor, siendo el objetivo principal potenciar el crecimiento desde una etapa temprana.
- **Capital privado:** Posee características similares al capital de riesgo pero la inversión es aún mayor, siendo el objetivo principal consolidar el negocio en una etapa de expansión.
- **Mercado de valores:** Son mercados de capital donde se negocia la renta fija y variable a través de la compra y venta de valores (acciones) negociables. Regularmente los compradores son bancos, inversionistas privados, fondos institucionales o accionistas individuales.

Un reporte de Harvard Business School muestra que la evolución en cuanto al flujo de efectivo en el desarrollo y venta de productos es negativa desde la generación de la idea hasta la comercialización del producto debido a los costos asociados al desarrollo, producción y distribución de los productos, siendo los factores clave para la recuperación de la inversión la velocidad del mercado y la estrategia de venta (Deshpande, 2014). A lo largo del desarrollo de un producto se van presentando diferentes tipos de financiamiento, por ejemplo:

- El capital semilla es otorgado por inversionistas ángel o de riesgo, generalmente sirve para la formalización de las ideas de negocio, formación de equipos de trabajo y obtención de recursos esenciales para la planeación e investigación completa del proyecto.
- El capital de emprendimiento se otorga por incubadoras o aceleradoras cuando únicamente hacen falta recursos para ejecutar un plan de producción y comercialización de productos o servicios.

- El capital de expansión es otorgado generalmente por inversores privados y su objetivo es incrementar la producción y venta, o bien, diversificar o mejorar los productos y servicios que ya se están comercializando.
- El capital de consolidación es otorgado por inversores privados y recursos internos para lanzar nuevos productos o servicios que sean innovadores en su campo, o cuya calidad sea excepcional, de tal forma que destaquen como los mejores dentro del mercado.
- Finalmente, una alternativa de financiamiento para un producto consolidado es la oferta pública, es decir, introducirse en el mercado bursátil.

Como eje rector de las políticas públicas con respecto a la ciencia, la tecnología y la innovación, en México se cuenta con diversos instrumentos que sirven para impulsar las actividades de innovación, dichos instrumentos se basan en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECiTI), algunos ejemplos del aprovechamiento del conjunto de fondos públicos en apoyo a las actividades en la cadena de innovación son los siguientes (CONACYT, 2013).

- Para los estudiantes existen becas que facilitan el desarrollo de competencias.
- Para los investigadores existen fondos sectoriales que los apoyan a realizar actividades de investigación básica y aplicada.
- Para las universidades y centros de investigación existen recursos gubernamentales dedicados a los Centros Públicos de Investigación y Oficinas de Transferencia de Conocimiento para facilitar las actividades de investigación y desarrollo tecnológico.
- Para los nuevos emprendedores existen fondos de co-inversión de capital semilla e Incubadoras destinados a realizar desarrollo para comercialización y producción.
- Para las empresas jóvenes existe Mexico Ventures, PROADIAT y PROSOFT, principalmente para incrementar la producción y comercialización.
- Para las empresas maduras existen los fondos como Innovapyme, Innovatec, Proinnova, Techlabs y otras aceleradoras con el fin de realizar innovación e internacionalización de operaciones.

Los programas presupuestales del CONACYT destinados al otorgamiento de apoyos para el crecimiento, fortalecimiento y vinculación del sector de la ciencia, la tecnología y la innovación se clasifican en: Fondos Sectoriales, Fondos Mixtos, Fondos Institucionales, Apoyos Institucionales, Programa de Estímulo a la Innovación, Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología (CONACYT, 2016).

El objetivo de los fondos será el otorgamiento de apoyos y financiamientos para actividades directamente vinculadas al desarrollo de la investigación científica y tecnológica; becas y formación de recursos humanos especializados; realización de proyectos específicos de investigación científica y modernización, innovación y desarrollos tecnológicos, divulgación de la ciencia y la tecnología; creación, desarrollo o consolidación de grupos de investigadores o 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 (CONACYT, 2016).

Los Fondos Sectoriales son Fideicomisos que las Dependencias y Entidades conjuntamente con el CONACYT constituyen con el objeto de destinar recursos para la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente. Buscan promover el desarrollo y la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas en beneficio de los sectores, así como canalizar recursos para coadyuvar al desarrollo integral de los sectores mediante acciones científicas y tecnológicas (CONACYT, 2017). El Programa de los Fondos Mixtos es uno de los dos instrumentos que apoya el desarrollo científico y tecnológico estatal y municipal, a través de un Fideicomiso constituido con aportaciones del Gobierno del Estado o Municipio, y el Gobierno Federal. En el sector privado, el Programa de Estímulos a la Innovación ofrece apoyo para las empresas que invierten en proyectos de investigación, desarrollo de tecnología e innovación dirigidos al desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios, fomentando la vinculación de dichas empresas con alguna Institución de Educación Superior o Centro de Investigación. Generalmente, los tipos de gasto que se pueden presentar al realizar un proceso de innovación incluyen los sueldos del personal involucrado en el proyecto, los costos corrientes como servicios públicos, suscripciones y materiales consumibles, gastos de capital, compra de equipos, maquinaria, software e instrumentos, así como otros activos fijos que se utilicen durante el proyecto, incluyendo los terrenos y edificaciones.

Algunos de los fondos que pueden relacionarse con proyectos de la comunidad FI son los siguientes:

- Fondo Sectorial de Innovación (FINNOVA) (CONACYT-SE)
- Fondo de Innovación Tecnológica (FIT) (CONACYT-SE)
- Fondo Sectorial de Investigación (CONACYT-INEGI)
- Fondo Sectorial de Investigación (CONACYT-INIFED)
- Fondo Sectorial de Investigación (CONACYT-SRE)
- Fondo Sectorial de Investigación (CONACYT-SECTUR)
- Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo (CONACYT-INMUJERES)
- Convocatoria de Investigación en Juventud (CONACYT-SEP)
- Convocatoria de Investigación Científica Básica (CONACYT-SEP)
- Fondos Mixtos de Fomento a la Investigación Científica y Tecnológica (FOMIX) (CONACYT)
- Fondo Institucional para Investigación científica y tecnológica, Desarrollo tecnológico e innovación, capital humano e infraestructura (FOINS) (CONACYT)
- Fondo de Cooperación Internacional en Ciencia y Tecnología (FONCICYT) (CONACYT)
- Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) (CONACYT)
- Fondo del Programa de Apoyos para Actividades Científicas Tecnológicas y de Innovación (CONACYT)
- Fondo del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) (CONACYT)
- Fondo para el Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología (EFIDT)
- Fondo de Información y Documentación para la Industria (INFOTEC) (CONACYT)

- Fondo Sectorial de Investigación para la Evaluación de la Educación (CONACYT-INEE)
- Fondo Sectorial de Investigación para la Educación (CONACYT-SEP)
- Convocatoria de la Administración Federal de Servicios Educativos en el Distrito Federal (AFSEDF) (CONACYT-SEP)
- Subcuenta de Investigación para la Evaluación de la Educación (CONACYT-SEP)
- Convocatoria de la Subsecretaría de Educación Básica (CONACYT-SEP)
- Fondo del Programa de Estancias Posdoctorales y Sabáticas al Extranjero (CONACYT)
- Convocatoria de Investigación para la Educación Indígena e Intercultural (CONACYT-SEP)
- Investigaciones Acerca de la Violencia de Género / Investigaciones con Enfoque de Género (CONACYT-SEP)
- Fondo de Microfinanciamiento a Mujeres Rurales (FOMMUR) (SE)
- Convocatoria de Proyectos de Desarrollo Científico para Atender Problemas Nacionales (CONACYT)
- Programa de Redes Temáticas (CONACYT)
- Programa Nacional de Financiamiento al Microempresario (PRONAFIM) (SE)
- Programa para la Productividad y Competitividad Industrial (SE)
- Programa para el Desarrollo de las Industrias de Alta Tecnología (PRODIAT) (SE)
- Programa para el Desarrollo de la Industria del Software (PROSOFT) (SE)
- Fondo Sectorial De Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del Ejército y Fuerza Aérea Mexicanos (CONACYT-SEDENA)
- Fondo Sectorial de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación en Actividades Espaciales (FIDAE) (CONACYT-AEM)
- Fondo Sectorial de Investigación para el Desarrollo Aeroportuario y la Navegación Aérea (CONACYT-ASA)
- Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo en Ciencias Navales (CONACYT-SEMAR)
- Fondo Sectorial de Investigación Ambiental (CONACYT-SEMARNAT)
- Fondo Sectorial para la Sustentabilidad Energética (CONACYT-SENER)
- Fondo Sectorial para Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía (CONACYT-CFE)
- Fondo Sectorial para los Hidrocarburos (CONACYT-SENER)
- Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua (CONACYT-CONAGUA)
- Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal (CONACYT-CONAFOR)
- Fondo para el Fomento y Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica en Bioseguridad y Biotecnología (CIBIOGEM) (CONACYT)
- Fondo Sectorial para la Seguridad Pública (CONACYT-SEGOB)
- Fondo Sectorial de Investigación en Salud y Seguridad Social (CONACYT-SS)
- Convocatorias de Repatriaciones, Retenciones y Estancias de Consolidación (CONACYT)
- Fondo Sectorial de Investigación para el Desarrollo Social (CONACYT-SEDESOL)
- Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico para el Fomento de la Producción y Financiamiento de Vivienda y el Crecimiento del Sector Habitacional (CONACYT-CONAVI)

- Fondo Sectorial de Investigación en Materias Agrícola, Pecuaria, Acuicultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos (CONACYT-SAGARPA)

Según la clasificación utilizada por el CONACYT, para segmentar los tipos de fuentes de financiamiento se consideran los fondos nacionales e internacionales (CONACYT, 2016). Los fondos nacionales incluyen al sector productivo como son fondos de la misma organización y fondos de organizaciones externas (empresas públicas y privadas o institutos de investigación); también incluyen al gobierno a nivel federal, estatal o municipal; a instituciones privadas no lucrativas como fundaciones u organizaciones no gubernamentales; a instituciones de educación superior públicas o privadas. Mientras que los fondos internacionales representan a las empresas, agencias, organizaciones e instituciones extranjeras.

La clasificación de los gastos en innovación y desarrollo tecnológico se puede segmentar de acuerdo con los siguientes criterios (Jankowski & Gault 2015):

- Por sector de ejecución y fuente de financiamiento se puede clasificar en: Gobierno, empresas, instituciones de educación superior e, instituciones privadas no lucrativas.
- De acuerdo con los tipos de gasto: Costos laborales, terrenos y edificios, instrumentos y equipo y, otros costos corrientes.
- Por tipo de actividad: Investigación básica, investigación aplicada y, desarrollo experimental.
- Por industria: Se considera la Clasificación internacional de estándar industrial para todas las actividades económicas.

Caso de estudio: Oportunidades para un proyecto académico

Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación

El Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (PEI) es el programa de apoyo para las empresas que invierten en proyectos de investigación, desarrollo de tecnología e innovación dirigidos al desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios (CONACYT, 2016). Propone fortalecer la apropiación social del conocimiento, así como la innovación y el reconocimiento público de su carácter estratégico para el desarrollo integral del país, al igual que la articulación efectiva de todos los agentes involucrados para alcanzar dicha meta.

El objetivo principal de la convocatoria consiste en incentivar la inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación por parte de las empresas, hasta alcanzar la maduración tecnológica en los proyectos. Adicionalmente, tiene objetivos secundarios como fomentar la vinculación academia-empresa, el crecimiento anual de inversión en investigación, desarrollo tecnológico e innovación en el sector productivo nacional, impulsar el desarrollo de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación en todas las entidades federativas de la

República Mexicana, además de promover la protección y difusión de la propiedad intelectual (CONACYT, 2016). El programa cuenta con tres modalidades de aplicación:

- Innovación tecnológica para las micro, pequeñas y medianas empresas (INNOVAPYME). La cual está dedicada exclusivamente a propuestas y proyectos cuyo proponente sea empresas MIPYMES. En esta modalidad las empresas pueden presentar propuestas de manera individual o vinculada con IES, CI o ambos.
- Innovación Tecnológica para las grandes empresas (INNOVATEC). Esta modalidad está dedicada exclusivamente a propuestas y proyectos cuyo proponente sea empresas grandes. Las empresas pueden presentar propuestas de manera individual o vinculada con IES, CI o ambos.
- Proyectos en red orientados a la innovación (PROINNOVA). Está dedicada exclusivamente a propuestas y proyectos que se presentan en vinculación con al menos dos IES, o dos CI o uno de cada uno.

Al momento de participar en la convocatoria se debe considerar que los apoyos otorgados están sujetos a procesos de evaluación, selección, formalización y seguimiento. El CONACYT evalúa los proyectos de acuerdo con una metodología paramétrica, la cual evalúa ciertos criterios de manera cuantitativa. Los criterios utilizados están enfocados en identificar la medida en la que la propuesta demuestra calidad en la planeación y el potencial de que los proyectos tengan éxito, esto a través de indicadores como competitividad, eficiencia, equidad, transparencia y publicidad, sustento en méritos y validaciones (CONACYT, 2016). Para conocer los intereses particulares de acuerdo con la región en la que se desarrollará el proyecto propuesto, se recomienda revisar la "Guía de determinación de los Criterios de Selección de Proyectos Apoyados", en donde se muestra los criterios cualitativos por medio de los cuales cada estado condiciona la selección de las propuestas.

Requerimientos mínimos de las propuestas

Es requisito indispensable para la aprobación de las propuestas presentadas para la convocatoria del PEI el cumplimiento de la normatividad relativa al año en que se están solicitando los recursos, esto es, se deben leer por completo e identificar los criterios a evaluar que se encuentran en los documentos siguientes: Convocatoria, Términos de Referencia, Convenio de Asignación de Recursos y, Guía del Ejercicio del Gasto. Aunado a lo anterior, se recomienda que la propuesta esté alineada con los objetivos enunciados en los Lineamientos del programa, la Convocatoria vigente, los Reglamentos de evaluaciones, el Subcomité estatal, el Subcomité de evaluación nacional y el Comité técnico intersectorial de innovación. Para participar en la convocatoria es necesario estar regularizado fiscalmente, contar con más de un año de operaciones y, estar inscrito al RENIECYT (CONACYT, 2016).

Evaluación de las propuestas

Con base en lo establecido en el proceso de evaluación, las propuestas que cumplan con los requisitos normativos, serán sometidas a una evaluación realizada por al menos tres miembros inscritos en el Registro CONACYT de Evaluadores Acreditados (RCEA), los cuales únicamente tomarán en cuenta el contenido de la propuesta. Las propuestas deben poseer suficientes evidencias para demostrar la claridad, calidad y factibilidad de los proyectos. Para lo cual los evaluadores tomarán en cuenta criterios como: la congruencia de la factibilidad técnica, la propuesta económica, los objetivos deseados, la viabilidad en solución de problemas y, el potencial de mercado, principalmente (CONACYT, 2016).

De acuerdo con los manuales que ofrece CONACYT para los participantes en la convocatoria, los principales puntos a considerar para garantizar la calidad técnica de la propuesta son los objetivos, la identificación de posibles obstáculos técnicos, la vigilancia tecnológica, el estado de la técnica, la búsqueda de patentes, la inteligencia competitiva y, la estrategia tecnológica, además de observaciones puntuales por parte de los evaluadores (CONACYT, 2016). Asimismo, los aspectos relevantes para la acreditación de la viabilidad en la implementación, son el programa de trabajo, la calendarización de actividades, un adecuado grupo de trabajo, las capacidades y actividades de las IES o CI vinculadas y, una adecuada proyección del presupuesto. De igual manera, para evaluar el potencial de mercado de los proyecto se consideran el grado de innovación, el estudio de mercado, la experiencia del equipo en comercialización de tecnología y, la generación y apropiación de la propiedad intelectual.

La calidad técnica y el potencial del mercado tienen el mismo valor y representan del 70% al 80% de la evaluación, dependiendo de la modalidad en la que apliquen. Mientras que la viabilidad en la implementación representa de un 10% a un 20%, teniendo la mitad de importancia con respecto a la vinculación, en las modalidades que no son individuales (CONACYT, 2016).

Adicionalmente, CONACYT toma en consideración algunos aspectos que no son obligatorios ni tampoco se ven reflejados en la evaluación de las propuestas pero que sí incrementan el resultado deliberado por los evaluadores. Estos elementos adicionales incluyen los antecedentes de los involucrados en los proyectos, esto es, las empresas y las IES o CI que hayan concluido proyectos de manera satisfactoria, la alineación de los proyectos con los intereses gubernamentales reflejados en los sectores prioritarios y las zonas económicamente especiales. Se recomienda revisar las Agendas Estatales de Innovación dependiendo del estado donde se desea realizar el proyecto. De igual forma, CONACYT premia la inclusión de múltiples programas, siempre y cuando no se abuse del sistema. Entre los programas que se sugiere involucrar se encuentran el de "Posgrados en la Industria" y el de "Incorporación de Maestros y Doctores a la Industria". En caso de considerar la inclusión de asesoría especializada, se sumarán puntos por vincular a las Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT) reconocidas por el Fondo Sectorial de Innovación (CONACYT, 2016).

Recomendaciones para la solicitud de recursos

Es importante resaltar que la solicitud de fondos y apoyos, en el caso del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), está limitada a empresas que estén inscritas al RENIECYT. Pudiendo desarrollar el proyecto únicamente por parte de la empresa solicitante o vinculando a dicha empresa con una institución de educación superior (IES) o centro de investigación público (CIP). Para fines de la identificación de posibles empresas que pudieran estar interesadas en la vinculación de proyectos específicos con la Facultad de Ingeniería, es posible consultar un listado de periodicidad anual en el portal de "Datos Abiertos" correspondiente al CONACYT (<http://datosabiertos.conacyt.gob.mx/publico/>), en el cual se encuentran los listados de las empresas inscritas al RENIECYT a partir del año 2014. En el listado correspondiente al año 2016 aparecen más de 10,000 empresas y es posible filtrar búsquedas a partir de dos criterios básicos, estos son, el estado en el cual se ubican y el sector industrial al cual pertenecen (CONACYT, 2016).

Antes de comenzar un borrador para la solicitud del proyecto, se recomienda ampliamente revisar la Norma Mexicana de Gestión de la Tecnología, Proyectos tecnológicos y, Requisitos (NMX-GT-002-IMNC-2008), ya que en ella se basan múltiples mecanismos del proceso de selección de propuestas (CONACYT, 2016).

Las fechas importantes son pocas, conforme al procedimiento utilizado en años anteriores, a mediados de agosto se publica la convocatoria, a principios de septiembre comienza la recepción de propuestas, a mediados de octubre concluye la recepción de propuestas, los resultados se publican a mediados de febrero. Los proyectos tienen una duración de un año completo, desde el primero de enero hasta el último día de diciembre del año correspondiente al título de la convocatoria. El reporte con los resultados se entrega a mediados de enero del año siguiente (CONACYT, 2016).

El actor principal para el PEI es la empresa, ya que ésta es la responsable directa de la explotación del conocimiento. Y como tal, debe tomar en cuenta una serie de consideraciones al postular una propuesta de solicitud de recursos al CONACYT (CONACYT, 2016).

Lo básico que debe reflejar la empresa en la propuesta son los elementos que sirvan como garantía para demostrar que el proyecto puede tener éxito (CONACYT, 2016). Así, en lo que se enfocan los evaluadores de CONACYT es en lo siguiente:

- Los recursos humanos involucrados deben cubrir el perfil necesario para la ejecución del proyecto.
- La capacidad financiera debe ser suficiente para solventar los gastos que le corresponden durante el desarrollo del proyecto.
- La capacidad tecnológica y la gestión técnica deben ser suficientes para demostrar conocimiento y adaptación de la tecnología con que se cuenta actualmente, además de proteger los resultados del proyecto.
- La capacidad comercial debe ser suficiente para introducir al mercado los resultados del proyecto.

Al momento de presentar una propuesta, se debe contar con la totalidad o la mayoría de la planeación del proyecto, con el fin de demostrar que se cuenta con la capacidad para proyectar el desarrollo del proyecto de principio a fin. Entre más detallada sea la planeación, mayor será la probabilidad de éxito de la propuesta. Es por esto que se debe contar con personal capacitado y con experiencia previa en proyectos de desarrollo tecnológico (CONACYT, 2016).

La metodología planteada debe ser adecuada para un proyecto de desarrollo tecnológico, esto es, las actividades agendadas en el plan de trabajo deben demostrar una secuencia lógica, con tiempos razonables para lograr los objetivos y alcances del proyecto, incluyendo indicadores adecuados, precisos y verificables para los resultados y entregables de cada etapa del proyecto (CONACYT, 2016).

El desarrollo del proyecto representa el núcleo de la propuesta, en él se demuestra el control que se tendrá durante la ejecución del proyecto. Parte de la identificación de una necesidad en el mercado, así que la propuesta debe justificar, con referencias confiables, la existencia de dicha necesidad, al mismo tiempo que debe demostrar una demanda potencial del mercado con respecto a los resultados que se obtengan al finalizar el desarrollo del proyecto (CONACYT, 2016).

Una vez que el problema ha sido descrito plenamente, la empresa debe convencer a los evaluadores de que es capaz de darle una solución, a través de un diagnóstico que el nivel de desarrollo tecnológico que posee es adecuado para el tamaño del proyecto, así como el tipo y grado de innovación que se desea alcanzar al finalizar el proyecto. También es importante la experiencia en prácticas como la búsqueda de patentes, artículos de investigación y tecnologías disponibles como referencia de comparación entre lo que existe actualmente y lo novedoso del proyecto. Así como demostrar la experiencia en el desarrollo tecnológico mediante la aplicación del conocimiento en situaciones relacionadas con el proyecto, la capacidad de identificación riesgos técnicos potenciales durante la ejecución del proyecto y experiencias previas solucionando conflictos similares (CONACYT, 2016).

Con respecto a los recursos financieros solicitados en la propuesta, basta con que el monto total a financiar de ninguna manera esté sobre estimado. Los rubros presupuestados deben estar completamente justificados, reflejando que están alineados con los objetivos del proyecto y son estrictamente necesarios para la generación de resultados satisfactorios. Además, todos los costos deben ser congruentes con los valores del mercado. En caso de incluir salarios o servicios de consultoría, estos deben ser coherentes de acuerdo con el tiempo y las actividades asignadas, aunque se recomienda abstenerse de incluir este tipo de rubros (CONACYT, 2016).

Los resultados y entregables deben ser claros y concordar con el objetivo y el alcance del proyecto, a la vez que reflejan un desarrollo tecnológico novedoso. Además de demostrar, en la medida de lo posible, el potencial para generar un negocio rentable a largo plazo mediante una estrategia de comercialización que incluya la propuesta de valor, los canales de distribución, las fuentes de ingreso, los competidores actuales y potenciales, así como amenazas y oportunidades de negocio (CONACYT, 2016).

Las actividades desempeñadas por las instituciones vinculadas a la empresa tienen una repercusión directa con el éxito del proyecto, por tal motivo, es fundamental destacar la participación de las mismas dentro de la propuesta (CONACYT, 2016).

Aunque en la mayoría de los casos, la modalidad de vinculación es indispensable, es necesario justificar adecuadamente la participación de las instituciones involucradas, así como los costos asociados a las actividades de éstas. En ese sentido, se debe resaltar que el personal científico y técnico posee la experiencia en procesos de desarrollo tecnológico y en el área de aplicación del proyecto (CONACYT, 2016).

Se recomienda incluir la participación de una Oficina de Transferencia de Tecnología (OTT) reconocida por CONACYT. Aunque no es obligatorio, éstas pueden asistir a la empresa en actividades como la preparación y llenado de la propuesta, fungir como enlace entre la institución vinculada y la empresa, brindar asesoría en la gestión y desarrollo del proyecto o en la estrategia de comercialización (CONACYT, 2016).

También se recomienda la contratación de maestros, doctores o ex becarios de CONACYT para la ejecución del proyecto, ya que la inclusión de cualquiera de éstos añade puntos adicionales a la evaluación la propuesta (CONACYT, 2016).

Diseño de una cámara de condicionamiento operante

En 2017, dos alumnas egresadas de la FI presentaron un proyecto de tesis titulado “Diseño de una cámara de condicionamiento operante, su sistema de control e interfaz gráfica” (Vázquez & Reyes, 2017). El proyecto fue solicitado y patrocinado por el Instituto de Fisiología Celular (IFC) de la UNAM, el cual solicitó una serie de requerimientos específicos para la cámara. En el documento se reporta de manera estructurada la metodología de diseño que se implementó durante el proyecto, realizando actividades como búsqueda de información, diseño conceptual, diseño de detalle, fabricación de prototipos y pruebas de funcionamiento. Durante el proyecto se diseñaron los sistemas funcionales de la cámara, estos son, estructural, alimentación, iluminación, sensores, palancas, video, control e interfaz. Se presentaron como resultado dos prototipos funcionales de una cámara de condicionamiento operante o cámara Skinner con un software que permitía controlar algunas condiciones de los prototipos. El trabajo concluye con aspiraciones de consolidar el prototipo funcional en un producto final y llegar a proteger los componentes originales.

Tomando éste proyecto como ejemplo para realizar la solicitud de recursos para la convocatoria del Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (PEI), a continuación se presentan algunas de las características más relevantes para brindar la información que el CONACYT estipula en la documentación asociada a la convocatoria.

- El proyecto no ha sido apoyado por otra convocatoria, así que cumple con ese requisito.
- Lo primero que hay que considerar es la colaboración con al menos una empresa regularizada fiscalmente e inscrita al RENIECYT, sus actividades económicas deben estar

relacionadas con el tema del proyecto y que esté interesada en realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico.

- También es recomendable contar con la vinculación de una IES o CI que desarrolle proyectos relacionados con el tema del proyecto.
- Es importante identificar las instituciones disponibles y evaluarlas en cuanto a la probabilidad de que accedan a desarrollar el proyecto, para después ponerse en contacto con las instituciones para exponer la propuesta de realizar el proyecto.
- Cabe mencionar que la empresa que acceda a desarrollar el proyecto debe invertir al menos el 30% del costo total del proyecto, en caso de recibir el financiamiento.
- Así, se seleccionaron hipotéticamente la empresa proveedora de equipos de laboratorio Lafayette Instrument Company y, como IES vinculada, el Laboratorio de Condicionamiento Operante de la Facultad de Psicología.
- La solicitud exige que se estime el tipo de innovación que se desarrolla en el proyecto, para éste caso sería innovación de producto, pues resuelve un problema con características específicas a bajo costo, representando una solución ideal para el mercado mexicano.
- También es necesario identificar el nivel de madurez tecnológica que poseen los participantes. El proyecto satisface los 3 primeros niveles de madurez tecnológica, es decir, adquisición de tecnología, asimilación de la tecnología adquirida y, adaptación de la tecnología adquirida. El 4o nivel (generación de la tecnología propia) se alcanza parcialmente, pues ya se cuenta con dos prototipos que satisfacen las necesidades de la tecnología adquirida en el mercado. Sin embargo, es necesario consolidar los prototipos en un producto final, para lo cual se prestaría especial atención en la originalidad del diseño, con miras a alcanzar el 5o nivel (protección de la tecnología propia).
- Alternativamente, basado en el nivel de *Technology Readness Level* (TRL), los niveles que representan a los principios básicos observados y reportados, la aplicación tecnológica formulada, la función crítica, analítica y experimental junto con la prueba de concepto, forman parte de las actividades realizadas durante el proyecto, además de alcanzar actividades relacionadas con el 4o nivel, o sea, la validación de componentes y disposición de los mismos en entorno de laboratorio.
- De acuerdo con la clasificación internacional de actividades industriales, el desarrollo y comercialización del proyecto corresponde a un nivel de actividades de investigación y desarrollo experimental Medio-Alto.
- Con miras a proteger los resultados del proyecto, es necesario realizar una investigación exhaustiva sobre los equipos de condicionamiento operante que actualmente existen, a través de monitoreo tecnológico, búsqueda de patentes y artículos de investigación, así como productos similares en el mercado.
- Sería conveniente reclutar alumnos de nivel licenciatura, pues representan una población significativa como recursos humanos dedicados a la ciencia y la tecnología, además, los campos de ciencias sociales e ingeniería y tecnología representan a más de la mitad de los alumnos disponibles.

- En caso de reclutar alumnos de posgrado que cuenten con becas del CONACYT, la solicitud del financiamiento tendría puntos adicionales a la evaluación obtenida.
- Con respecto a la posterior comercialización de los resultados del proyecto, el segmento de mercado al que están dirigidos los productos obtenidos son los laboratorios y centros de investigación en México que realicen experimentos con ratones a través de cámaras de Skinner, con la posibilidad de vender los productos por medio de distribuidores de equipos de laboratorio o directamente con los clientes. Además, se podrían considerar servicios de capacitación para el uso y ensamble de la cámara en caso de que los usuarios sean nuevos en el campo.
- Se debe hacer un ejercicio de estimación del precio comercial que tendrían los productos. Así como la ubicación de las operaciones comerciales.
- Según el mapa de sectores industriales estratégicos que muestra el INADEM, el estado que podría estar más interesado es Chihuahua, pues sus industrias clave están formadas por los sectores de Procesamiento electrónico de información, Fabricación de accesorios y aparatos eléctricos y, Servicios profesionales, científicos y técnicos, seguido por los estados de Colima, Jalisco, Querétaro, Quintana Roo y Tamaulipas.
- Por último, los rubros que pueden tener mayor peso dentro del formato de solicitud de los recursos son el cronograma de actividades y la descripción de costos del proyecto.
- El cronograma de actividades consiste en la proyección de las actividades que se van a desarrollar durante el proyecto, así como sus correspondientes ejecutores, los tiempos y las metas o entregables que se van a lograr al finalizar dichas actividades. Ésta labor debe ser seriamente planeada por los participantes con mayor experiencia en las instituciones involucradas, de manera que lo plasmado corresponda a una metodología estructurada y posea propiedades factibles de realizar y cumplir.
- La descripción de costos del proyecto se trata de la estructura de costos que conlleva todo el proyecto, de la manera más detallada posible, incluyendo las cotizaciones de las compras que se deseen adquirir con la información completa de los proveedores, no se deben hacer suposiciones, a éste apartado se debe anexar un documento que incluya todos los costos. Por citar algunos, se debe incluir el costo de los equipos, instalaciones, planos y modelado de fabricación, pago a contratistas e ingeniería y supervisión, costo total de manufactura del equipo, mano de obra, materiales, gastos de energía, agua y otros servicios auxiliares, o también gastos de construcción y permisos, costo de automatización y sistemas eléctricos, etc.

Resultados y conclusiones

La información documentada a lo largo del presente trabajo representa un esfuerzo por mostrar un panorama que resulte práctico para los ingenieros que desarrollan proyectos académicos en la Facultad de Ingeniería, con el fin de que se sientan identificados con el quehacer científico y

tecnológico que se desarrolla en México, además de despertar el interés por la explotación del conocimiento como carrera profesional.

Se presentaron algunos temas de interés para el gobierno y para las empresas en cuestión de ciencia, tecnología e innovación, así como múltiples alternativas de financiamiento, la descripción del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), recomendaciones para solicitar el financiamiento y un caso de ejemplo. Lo anterior con el objetivo fomentar el aprovechamiento de los proyectos desarrollados en la Facultad de Ingeniería. Al tomar en cuenta las metas nacionales y los temas considerados como necesidades urgentes y oportunidades estratégicas para el desarrollo del país, se pueden identificar las políticas públicas centradas en atender dichos temas. La mayoría de las convocatorias de financiamiento para proyectos científicos, tecnológicos y de innovación buscan iniciativas que prometan el mayor impacto socioeconómico posible, además son de periodicidad semestral, anual o bianual, por lo que las propuestas de proyecto se pueden ir mejorando en caso de no obtener un resultado favorable la primera vez. De tal manera que se exhorta a los alumnos recién egresados, de licenciatura o posgrado, a buscar constantemente organizaciones que puedan estar interesados en los resultados de los proyectos que han desarrollado, para ponerse en contacto y que así exista la posibilidad de dar continuidad inmediata al proyecto, o buscar colaborar en proyectos similares, con el fin de aprovechar los conocimientos y habilidades que el alumno ha adquirido. Finalmente, es conveniente conocer el nivel de madurez tecnológica, de investigación y desarrollo experimental y, de innovación que alcanzan los proyectos desarrollados por la comunidad de la Facultad de Ingeniería, pues permite visualizar lo que hace falta para alcanzar un nivel que permita realizar protección intelectual, transferencia tecnológica o, comercialización.

Referencias

- [1] Dutta, S., Lanvin, B. & Wunsch-Vincent, S. (2017). *The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World*. Cornell University, INSEAD, & WIPO.
- [2] Schwab, K. & Sala-i-Martin, X. (2017). *The Global Competitiveness Report 2016–2017*. World Economic Forum.
- [3] Margáin, M. (2017). *IMPI en cifras: Informe Anual 2017*. Instituto Mexicano de la Propiedad industrial.
- [4] Vázquez, D. & Reyes, P. (2017). *Diseño de una cámara de condicionamiento operante, su sistema de control e interfaz gráfica*. Universidad Nacional Autónoma de México.
- [5] CONACYT. (2017). *Fondos y Apoyos Conacyt*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Recuperado el 14 de octubre de 2017 de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/fondos-y-apoyos>
- [6] CONACYT. (2017). *Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación. Convocatoria 2018*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Recuperado el 07 de octubre de 2017 de <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/sni/convocatorias-conacyt/convocatorias-programa-de-estimulos-a-la-innovacion/convocatoria-2018-pei>

- [7] ANUIES. (2017). *Anuarios Estadísticos de Educación Superior*. Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. Recuperado el 14 de octubre de 2017 de <http://www.anui.es.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- [8] Cybermetrics Lab. (2017). *Webometrics Ranking of Research Centers*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España. Recuperado el 03 de septiembre de 2017 de <http://research.webometrics.info/en/world>
- [9] Cybermetrics Lab. (2017). *Webometrics Ranking of World Universities*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España. Recuperado el 11 de agosto de 2017 de <http://www.webometrics.info/en/world>
- [10] INADEM. (2016). *Sectores Estratégicos. Descubre las industrias claves y el futuro de cada región*. Instituto Nacional del Emprendedor. Recuperado el 06 de septiembre de 2016 de <https://www.inadem.gob.mx/sectores-estrategicos/>
- [11] Hollanders, H., Es-Sadki, N. & Kanerva, M. (2016). *European Innovation Scoreboard 2016 - Methodology report*. Maastricht University Press (MERIT).
- [12] OMPI. (2016). *Datos y cifras de la OMPI sobre P.I. 2016*. Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.
- [13] WIPO. (2016). *World Intellectual Property Indicators 2016*. World Intellectual Property Organization.
- [14] Cabrero, E., Carreón, V., Guajardo, V., Yañez, V. & Alatorre, E. (2016). *Informe General del Estado de la Ciencia, Tecnología e Innovación en México 2015*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- [15] Albornoz, M., Barrere, R., Sokil, J. & Crespo, M. (2016). *El estado de la ciencia: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos e Interamericanos 2015*. Altuna Impresores.
- [16] INEGI & CONACYT. (2016). *Encuesta Sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico 2014: Síntesis metodológica*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- [17] Guadarrama, V., Manzano, F., Franco, J. & Guerra, A. (2016). *Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- [18] Pech, R. (2016). *Achieving the innovative edge in technology, engineering design, and entrepreneurship*. Journal of Innovation and Entrepreneurship.
- [19] Berger, E. & Kuckertz, A. (2016). *Complexity in Entrepreneurship, Innovation and Technology Research. Applications of Emergent and Neglected Methods*. Springer Switzerland.
- [20] Audretsch, D., Kuratko, D. & Link, A. (2016). *Dynamic entrepreneurship and technology-based innovation*. Springer Berlin.
- [21] ProMexico. (2016). *Mexico's Strengths*. Business Intelligence Unit.
- [22] Jankowski, J. & Gault, F. (2015). *Frascati Manual 2015: Guidelines for Collecting and Reporting Data on Research and Experimental Development*. Organization for Economic Co-operation and Development.
- [23] Albornoz, M., Sebastián, J., Polino, C. & García, M. (2015). *El Estado de la Ciencia: Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos e Interamericanos 2015*. Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología.

- [24] Albornoz, M., Crespo, M. & Barrere, R. (2015). *Horizontes y desafíos estratégicos para la ciencia en Iberoamérica*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- [25] Saracho, A., Campos, R., Sánchez, G. & Jacobo, U. (2015). *Construcción, generación y análisis de indicadores para medir el estado y la evolución del Ecosistema Emprendedor en México*. Observatorio Nacional del Emprendedor.
- [26] Santamaría, E., Villarreal, E. & Castro, C. (2015). *Índice Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015*. Centro de Análisis para la Investigación en Innovación.
- [27] Al-Mubarak, H., Muhammad, A. & Busler, M. (2015). *Innovation and Entrepreneurship. Powerful Tools for a Modern Knowledge-Based Economy*. Briefs in Business.
- [28] Deshpande, G. (2014). *Innovation and Entrepreneurship in Engineering Education*. Proceedings of the International Conference on Transformations in Engineering Education.
- [29] Lawlor, R., Bell, S., Macnish, K. & Cummins, E. (2013). *Engineering in Society. Beyond the technical... what every engineering student should know*. Royal Academy of Engineering.
- [30] CONACYT. (2013). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2014-2018*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- [31] Malkin, D., Fujii, D. & Estrada, L. (2013). *Evaluación de la OCDE del sector de las nuevas empresas basadas en el conocimiento en México*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- [32] Loaeza, F., Gómez, D. & Naime, J. (2013). *Índice Nacional de Innovación*. Venture Institute.
- [33] FCCYT. (2012). *Glosario: Términos relacionados con la innovación*. Foro Consultivo Científico y Tecnológico.
- [34] Hishida, K. (2013). *Fulfilling the Promise of Technology Transfer. Fostering Innovation for the Benefit of Society*. Springer Tokyo.
- [35] Mai, T. (2012, 28 de octubre). *Technology Readiness Level*. National Aeronautics and Space Administration. Recuperado el 28 de abril de 2016 de https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/txt_accordion1.html
- [36] Dini, M. & Stumpo, G. (2011). *Políticas para la innovación en las pequeñas y medianas empresas en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- [37] Colecchia, A., Therrien, P., Kergroach, S., Köksal-Oudot, E., Beuzekom, B. & Jeffries, B. (2010). *Measuring Innovation. A New Perspective*. Organization for Economic Co-operation and Development.
- [38] Brem, A. (2008). *The Boundaries of Innovation and Entrepreneurship*. Gabler Edition Wissenschaft.
- [39] Pearson, R., Hansen, W. & Hoffmann, E. (1995). *Measurement of Scientific and Technological Activities. Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to S&T*. Organization for Economic Co-operation and Development.