

CONACYT

AVANZA

2019-2021

PRIMEROS TRES AÑOS,
GRANDES LOGROS



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

María Elena Álvarez-Buylla Roces
Directora general del Consejo
Nacional de Ciencia y Tecnología

Comité Editorial

Delia Aideé Orozco Hernández

Dirección Adjunta de Desarrollo
Tecnológico, Vinculación e Innovación

Andrés Eduardo Triana Moreno

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

José Alejandro Díaz Méndez

Unidad de Articulación Sectorial y Regional

Raymundo Espinoza Hernández

Unidad de Asuntos Jurídicos

Horacio Tonatiuh Chavira Cruz

Coordinación de Comunicación

Diseño

Equipo Conacyt

Conacyt Avanza, adenda de *Boletín Conacyt* 3, año 3, 2021, es una publicación editada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Av. Insurgentes Sur 1582, col. Crédito Constructor, alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México, C. P. 03940.

Teléfono: 55 5322 7700. www.conacyt.mx

Editor responsable: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo en trámite, issn en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Licitud de Título y Contenido en trámite, otorgado por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación.



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología



ÍNDICE

CONACYT AVANZA

Introducción

- 7 Rasgos de la política neoliberal en el sector científico y tecnológico (2001-2018)
- 13 Transformación de la política neoliberal
- 18 Primera Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación en México. Acciones 2019-2021

I. Fortalecimiento de las comunidades científicas, tecnológicas y de innovación

- 22 Fortalecimiento y consolidación de las comunidades humanísticas, científicas, tecnológicas y de innovación
- 29 Cambios estructurales en la política pública de becas y posgrados 2019-2021: reorientación del posgrado y las becas con el compromiso de la retribución social para beneficio de México
- 32 Impulso a los posgrados nacionales
- 33 Becas de posgrado y prioridades nacionales
- 35 Sistema Nacional de Investigadores
- 37 Reconstruyendo el Sistema Nacional de Investigadores: el rol del derecho humano a la ciencia como vehículo de incidencia en la atención de los problemas nacionales
- 40 Investigadoras e investigadores por México: mejora de las condiciones laborales, perspectiva de género e inclusión social y ampliación del nivel de incidencia en los sectores académico y gubernamental
- 41 Apoyos a las comunidades científicas y tecnológicas

II. Ciencia Básica y de Frontera

- 43 Ciencia básica y de frontera
- 43 Recuperación de la ciencia básica y de frontera 2019-2021
- 46 Sinergias de la ciencia: un cambio profundo hacia la colaboración que suma y fortalece capacidades para la investigación científica nacional
- 47 Algunos proyectos destacados apoyados en la convocatoria Ciencia de Frontera 2019
 - 47 *Cápsides virales como terapéuticos para cáncer de mama*
 - 48 *Activando las colecciones de museos para los retos del siglo XXI*
 - 49 *Nanomateriales en aplicaciones de agricultura sustentable*
 - 50 *Los ajolotes y su microbioma ante enfermedades emergentes*
 - 50 *Evaluación de alta resolución de propiedades sísmicas*
- 51 Nueva visión e impulso a infraestructura científica y tecnológica: Laboratorios Nacionales 2019-2021 con tecnología pertinente y planeación estratégica
- 51 Programa de Laboratorios Nacionales Conacyt
- 57 Catálogo Nacional de Infraestructura Científica

III. Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces)

- 59 Programas Nacionales Estratégicos: federalización e incidencia sustantivas de las HCTI, 2019-2021
- 62 Agenda de investigación científica, tecnológica e innovación alineada a la atención y solución de diez problemáticas nacionales concretas
- 66 Ecosistemas Nacionales Informáticos
 - 66 *ENI Salud*

- 68 *ENI Soberanía Alimentaria*
- 70 *ENI Seguridad Humana*
- 71 *ENI Sistemas Socioecológicos*
- 72 *ENI Agua*
- 72 *ENI Cultura*
- 73 *ENI Energía y Cambio Climático*
- 74 Primeros resultados de los Pronaces

IV. Desarrollo tecnológico e innovación abierta

- 82 Desarrollo tecnológico e innovación abierta mediante un nuevo modelo mexicano de innovación: la Pentahélice
- 83 Fortalecimiento de la soberanía nacional y la independencia científica y tecnológica de México: el modelo mexicano de innovación abierta (Pentahélice) en el nuevo Conacyt
- 87 Agenda de incidencia en desarrollo tecnológico de vanguardia e innovación abierta
- 93 Casos de éxito y pruebas de concepto del modelo mexicano de innovación
 - 96 *Creación y fabricación de ventiladores mecánicos invasivos 100% mexicanos*
 - 97 *Vacuna Patria*
 - 100 *La Coordinación Nacional de Investigación en Enfermedades Emergentes, Tropicales e Infecciosas (CONINVEETI)*
 - 102 *Red Nacional de Investigación Clínica (RNIC)*
 - 103 *Dispositivos médicos de alta especialidad*
 - 105 *Plataforma de sustitución del glifosato y otros agrotóxicos*
- 107 Rectoría del Estado en el desarrollo de las ciencias, las tecnologías y la innovación: la propiedad intelectual

111 Plan Nacional para la Innovación

V. Acceso Universal al Conocimiento

115 Acceso Universal al Conocimiento

116 *Red Nacional de Jardines Etnobiológicos*

118 *Innovación en tecnologías de la información y comunicaciones para las HCTI*

118 *Repositorio Nacional de Información*

120 *Red Ato (Red Atotoztli)*

121 Acciones de comunicación científica y tecnológica

121 Producción editorial

122 Webinars científicos

VI. Articulación sectorial y regional de los Centros Públicos de Investigación Conacyt

124 Articulación sectorial y regional de los Centros Públicos de Investigación Conacyt y las problemáticas locales, regionales y nacionales

124 Acciones de articulación 2019-2021

130 Acciones de los CPI ante la pandemia por COVID-19

Referencias

INTRODUCCIÓN

Rasgos de la política neoliberal en el sector científico y tecnológico (2001-2018)

El neoliberalismo se caracterizó por el dismantelamiento sostenido del sector público y la consecuente privatización de sectores fundamentales para la soberanía nacional, el bienestar social y el cuidado del ambiente. Los derechos de la ciudadanía se convirtieron en mercancías que derivaron en grandes negocios en favor de las élites y, en algunos casos, de oligopolios transnacionales. Todo ello tuvo lugar a costa del interés general y del bienestar del pueblo de México. Por ejemplo, los derechos a la educación, salud, alimentación, el agua, el ambiente sano y también a la ciencia y sus beneficios fueron soslayados.

Durante más de tres décadas el ejercicio del poder público, lejos de resolver los problemas nacionales más apremiantes, los agudizó y los llevó hasta peligrosos puntos de quiebre y a múltiples crisis derivadas de las reformas neoliberales que provocaron cambios profundos en todas las

políticas de gobierno para favorecer las privatizaciones, por ejemplo, de las tierras ejidales, del agua, de los recursos del subsuelo y la concesión a grandes compañías mineras del 10.6% del territorio nacional. *Andrés Manuel López Obrador (24 de diciembre de 2019)*. También se promovió la mercantilización de los servicios de salud y el acceso a los medicamentos, entre otros. Con ello se enajenó la rectoría del Estado en favor de poderes oligárquicos y de intereses creados.

La implementación de estas políticas y estrategias neoliberales debilitaron las capacidades productivas de las empresas del sector público y se inhibió el crecimiento de muchas empresas mexicanas de base científica y tecnológica, sobre todo las nano, micro, pequeñas y medianas. Las actividades fundamentales para garantizar el bienestar de las mayorías se pusieron en manos de intereses de lucro, monopólicos y transnacionales con el fin de mermar la rectoría del Estado en áreas prioritarias como la producción de alimentos, fármacos, biofármacos, vacunas, sueros y antivenenos o el diseño, desarrollo y fabricación nacional de equipamiento médico. También se socavó la investigación en ciencia básica y de frontera, y se crearon las condiciones para recrudescer la dependencia tecnológica del país en áreas estratégicas como la energética o de seguridad. Adicionalmente, se debilitaron instituciones clave que producían investigación científica fundamental para el desarrollo económico del país, como el Instituto Mexicano del Petróleo.

En este contexto, se resquebrajó la actividad científica, tecnológica y la innovación desarrollada en el país, las cuales, de haberse impulsado, habrían fortalecido la soberanía nacional y el Estado, en su papel obligado de trabajar en favor del interés general.

Con la privatización desarticulada del conocimiento se desencadenaron fenómenos como la proliferación de registros de patentes que, en su mayoría, no se usan. También hubo despilfarro y transferencias millonarias «a fondo perdido» en beneficio de grandes empresas nacionales y transnacionales, algunas monopólicas, y con un aumento notable en el gasto para fomentar una falsa innovación. Asimismo, se disminuyó la eficiencia en la generación de tecnologías novedosas y como resultado se debilitaron los cimientos de la soberanía científica y tecnológica de México, lo que originó grupos de interés y de control que facilitaron las grandes transferencias de

recursos públicos a entidades privadas etiquetándolos como «desarrollo científico y tecnológico». Lo que contrasta con la reiterada disminución de apoyos a la ciencia básica y a la investigación de frontera hasta llegar a cero en 2017 y 2018, años en los que no recibió un solo peso de apoyo por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt). De esta manera, se llegó al extremo de promover «innovación sin ciencia».

La visión imperante sobre las políticas en materia de ciencia, tecnología e innovación fue eminentemente mercantilista. La tecnocracia del sector se fijó como meta alcanzar el equivalente al 11 % del Producto Interno Bruto (PIB) en el gasto en investigación científica y desarrollo experimental, al demostrar una visión reduccionista y especulativa que, además, nunca alcanzó y no cumplió. De 2013 a 2018 este indicador disminuyó del 0.43 % al 0.31 %.

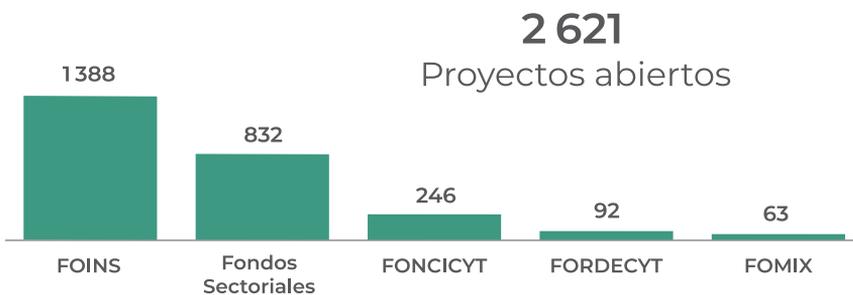
Los posgrados nacionales también fueron sometidos a las lógicas del mercado. Muchas de las universidades y centros de investigación fueron concebidos y operaron casi como empresas desarrolladoras y comercializadoras de productos y servicios científicos y tecnológicos, pues se les impusieron indicadores alejados de su verdadera actividad sustantiva. Nada de eso garantizó ni favoreció el acceso laboral digno para los egresados, lo que detonó en consecuencia el crecimiento de la diáspora de mexicanos y mexicanas, con altos grados de formación académica. Muchas personas con maestría, doctorado y posdoctorado que se quedaron en México están desempleados o subempleados. En suma, se dejó de lado el interés nacional y la consecución del bienestar social para favorecer intereses individuales mediante criterios utilitarios y elitistas que fomentaron la exclusión social y el clasismo en el seno de las instituciones de educación superior (IES) públicas y privadas.

En el periodo neoliberal se diseñaron mecanismos de financiamiento, que si bien incrementaron el presupuesto para el Ramo 38 (Conacyt), también llevaron al dispendio, a las duplicidades y a una fragmentación y pulverización de los recursos públicos, operados sin programas estratégicos ni metas prioritarias, con poca incidencia en favor del bienestar de las mayorías o del fortalecimiento de los bienes de producción nacionales, públicos y privados. Así, al amparo de la Ley de Ciencia y Tecnología, entre 2002 y

2018 se crearon y operaron 91 fideicomisos que por su diseño y complejos mecanismos financieros permitieron que los recursos públicos se ejercieran con poca transparencia, propiciando su uso discrecional. Así, por ejemplo, a través de los fideicomisos se financiaron proyectos que duplicaban los objetivos de los programas presupuestarios del Consejo y que terminaron por ser esfuerzos aislados, sin seguimiento y sin incidencia.

Cuando inició la gestión del nuevo Conacyt, el primero de diciembre de 2018, con la llegada del gobierno encabezado por el presidente Andrés Manuel López Obrador, se identificaron más de 2 000 proyectos sin concluir, sin evaluar o sin ser canalizados hacia alguna incidencia científica fundamental o aplicada.

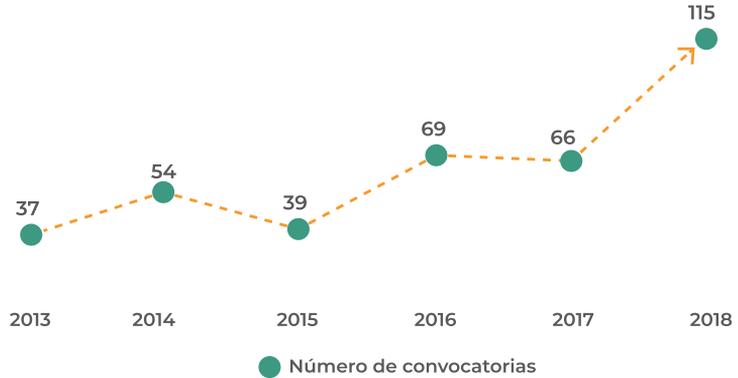
Gráfica 1. Proyectos abiertos al cierre de diciembre de 2018.



Fuente: Conacyt (2019). Reportes Administrativos para el Informe de Autoevaluación. Cuarto trimestre 2018.

Llama la atención que muchos de los proyectos abiertos y vigentes en diciembre de 2018 fueron aprobados ese mismo año (n=755). Por ejemplo, en los fondos Mixtos y Fordecyt la emisión de convocatorias creció 74 % de 2017 a 2018, algunas de ellas elaboradas de manera exprés.

Gráfica 2. Convocatorias emitidas a través de los fondos Mixtos y Fordecyt, 2013-2018



Fuente: Conacyt, Dirección Adjunta de Planeación y Evaluación, registros administrativos, datos a cierre de 2018.

De 2013 a 2018, **80%** de los recursos de los Fondos Mixtos se aprobaron para desarrollar proyectos de infraestructura que, en muchos casos, no fortalecieron las capacidades científicas en las entidades federativas. Al menos 50 de ellos recibieron, en conjunto, más de mil millones de pesos y derivaron en «elefantes blancos», esto es, proyectos de infraestructura inconclusos, abandonados o subutilizados o bien, cumpliendo funciones alejadas de su objetivo original. Estos proyectos se encuentran actualmente en análisis y revisión.

También se tomaron decisiones sin una política estratégica, sin prioridades definidas en favor del interés de la nación o para fortalecer a las comunidades de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación del país. Por ejemplo, de 2001 a 2018 se autorizaron transferencias por más de 45 000 millones de pesos a empresas privadas, muchas de ellas sin vinculación con el sector de ciencia y tecnología, entre ellas algunas trasnacionales. El pretexto fue impulsar «la innovación». En contraste, durante el mismo periodo, el apoyo a la ciencia básica fue de poco más de 10 000 millones de pesos, apenas una quinta parte de lo transferido al sector privado.

Los fideicomisos también permitieron, como práctica común, que el Conacyt financiara la contratación de empresas privadas de servicios externos para realizar las actividades sustantivas que debían realizar las y los servidores públicos. Por ejemplo, las tareas de comunicación social y

difusión científica, el seguimiento técnico y administrativo de proyectos y la fiscalización, incluso de carácter jurídico, fueron trasladados a agencias y despachos privados que, en los hechos, operaban como una auténtica estructura alterna al Conacyt, esquivando toda responsabilidad administrativa y rendición de cuentas.

Entre estas operaciones destaca el pago, de enero de 2015 a diciembre de 2018,¹ a la «Agencia Conacyt», encargada de la comunicación y la difusión, por un monto de 76.4 millones de pesos. En total, los despachos y agencias privadas tuvieron un costo de 386.5 millones de pesos entre 2013 y 2018.

El despilfarro también operó en lo administrativo. El Conacyt otorgó prestaciones millonarias a expensas de los recursos del pueblo de México. El estimado de los montos que el Conacyt aportó, por concepto de seguros de separación de funcionarios públicos, ascendió a más de 120 millones de pesos entre 2013 y 2018, confirmando la premisa de que existía un gobierno rico, sostenido a expensas de un pueblo pobre y, en el caso del Conacyt, de una comunidad nacional de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación (HCTI) sin apoyo suficiente para realizar su labor sustantiva de investigación científica y desarrollo tecnológico.

Además de estas huellas estructurales y administrativas de la política en materia científica y tecnológica, es importante resaltar que las ciencias y las humanidades fueron relegadas para favorecer disciplinas y enfoques que respondían a criterios de mercado, de «modas» ajenas a nuestra realidad y cultura y a intereses financieros globales o a las reformas estructurales impulsadas a partir de 2013. Esto fue empobreciendo en diversidad y profundidad la formación de posgrados en el país, el desarrollo de proyectos científicos y la integración de libros y textos de excelencia académica e intelectual emanados de nuestras comunidades científicas.

Por ello, a partir del primero de diciembre de 2018, se hace referencia a políticas de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, en plural. Se antepone la guía del humanismo y el compromiso social y ambiental del desarrollo científico, a la vez que se recupera el verdadero

¹ En 2019 se hizo un último pago de 1.8 millones de pesos.

rigor epistemológico en la actividad que nos toca atender desde el Conacyt y que ha guiado las nuevas políticas en la materia.

Asimismo se reconoce el valor que aporta la innovación transformadora de la realidad, lo que permite alcanzar la independencia tecnológica en sectores prioritarios a través del modelo mexicano de innovación.

Transformación de la política neoliberal

El cambio inició el 1 de diciembre de 2018. A partir de esta fecha el Conacyt trabaja todos los días por hacer efectivo el derecho consagrado en el artículo 3º constitucional:

Toda persona tiene derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica. El Estado apoyará la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, y garantizará el acceso abierto a la información que derive de ella, para lo cual deberá proveer recursos y estímulos suficientes, conforme a las bases de coordinación, vinculación y participación que establezcan las leyes en la materia; además alentará el fortalecimiento y difusión de nuestra cultura (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Art. 3º, frac. V).

En esencia, se trata de que la política de Estado relativa a la investigación científica, al desarrollo tecnológico y a la innovación contribuya de manera efectiva a la generación de conocimiento nuevo y nacional que fortalezca nuestra soberanía e independencia tecnológica, que apunte las políticas del Gobierno de México y se encamine a la aplicación o incidencia en favor del bienestar social y el cuidado ambiental.

En el nuevo Conacyt se tiene como premisa que es obligación del Estado y de todas las dependencias del gobierno que lo conforman que nadie se vea excluido del derecho fundamental a la ciencia.

Bajo los principios de honradez y honestidad en el Conacyt se trabaja para erradicar la simulación. En congruencia con lo establecido en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, «el objetivo no es producir más cifras y estadísticas armoniosas,

sino generar bienestar para la población»; los indicadores permiten monitorear y dar seguimiento a los resultados, son un instrumento de medición, sí, pero no el fin de la nueva política.

Desde esta nueva perspectiva, el Estado recuperará su rectoría y su fortaleza científica, tecnológica y de innovación, como garante de la soberanía y la independencia en la materia, y como generador de políticas públicas integrales que coadyuven en la articulación de los objetivos nacionales.

El desarrollo de las humanidades, las ciencias, las tecnologías y la innovación se fundamenta ahora en un modelo respetuoso de la diversidad y del ambiente, equitativo y orientado a corregir y no a agudizar las desigualdades, en un modelo que defiende la pluralidad y sea sensible a las particularidades regionales y locales, así como a las necesidades del sector científico, tecnológico y de innovación del presente y del futuro.

El nuevo Conacyt reconoce la existencia de múltiples formas de conocimiento, que corresponden a la diversidad de culturas, incluyéndolas, respetándolas y refrendando su valor y aportaciones a la construcción de las ciencias en nuestro país.

Este cambio de visión institucional fue precedido por un análisis exhaustivo y una evaluación crítica de los resultados obtenidos durante el neoliberalismo mexicano en el sector de la ciencia, la tecnología y la innovación, y que derivó entre otras cosas en la decisión de reorientar el camino, erradicar, programas millonarios, ineficientes y derrochadores del presupuesto público, con menoscabo de la mayoría de las comunidades vinculadas a la actividad de este sector.

Fue así que en enero de 2019 se inició el proceso de eliminación de fideicomisos mixtos a partir de conversaciones con los gobiernos de los estados y el análisis para la extinción de los fideicomisos sectoriales e institucionales. Este trabajo preparó las condiciones para que, con la ayuda del decreto y modificación de la Ley de Ciencia y Tecnología del 6 de noviembre de 2020, Decreto por el que se reforman y derogan diversas disposiciones de la de la Ley de Ciencia y Tecnología. 6 de noviembre de 2020. DOF: 06/11/2020 el Conacyt concluyera la operación de 91 fideicomisos; 26 de los Centros Públicos de Investigación (CPI) y 65 mixtos, sectoriales e institucionales, motivo por el cual pudo concentrar en la Tesorería de la Federación 21 853 millones de pesos provenientes de los fideicomisos del Conacyt.

Los recursos de los fideicomisos de los CPI se concentraron en sus tesorerías, conforme al referido decreto, y su uso se está llevando a cabo de acuerdo con lo establecido en la Ley Federal de Presupuesto y Responsabilidad Hacendaria.

Una revisión cuidadosa de los proyectos y compromisos presupuestales en estos fideicomisos permitió detectar muchos convenios no cumplidos, con insuficiencias técnicas o administrativas y liberar recursos en favor del erario. Este proceso de revisión aún se continua con rigor. Hasta ahora se han podido cancelar o terminar anticipadamente, con estricto apego a la norma, más de 500 proyectos insolventes.

De haber mantenido la misma tasa de gasto dispendioso y poco eficiente en los fideicomisos se estima que de 2019 a 2021 el Conacyt hubiera erogado poco más de 19 000 millones de pesos adicionales.

Gráfica 3. Estimación del ahorro de recursos por fideicomisos, 2019-2021.



Fuente: Conacyt, Unidad de Administración y Finanzas, Proyección de gasto, 2021

Presupuesto neto comprometido y/o ejercido para proyectos y gastos de operación de fideicomisos. Cifras en millones de pesos. No incluye fondos institucionales.

Como parte del proceso de reconfiguración de los mecanismos e instrumentos de fomento y apoyo que supuso la extinción de los fideicomisos, a partir de 2019 se llevó a cabo un ejercicio de revisión de los programas presupuestarios del Conacyt. Se determinó consolidar los esfuerzos institucionales para apoyar las actividades en materia de HCTI en un solo programa presupuestario: el programa F003 (Programas Nacionales Estratégicos de Ciencia, Tecnología y Vinculación

con los Sectores Social, Público y Privado). Así, el Conacyt se reorganizó estructural y funcionalmente para trabajar de manera articulada y menos onerosa.

Este cambio no sólo permitió la eliminación de duplicidades en programas y apoyos, también facilitó el acuerdo para la absorción de los proyectos solventes con compromisos financieros que se aprobaron en el marco de los fideicomisos, una vez que éstos quedaron extintos, favoreciendo la articulación de proyectos, así como su orientación para incidir en la prevención, atención y solución de problemáticas nacionales prioritarias y concretas.

Para el Conacyt es imperativo recuperar el apoyo a la ciencia básica y de frontera que se abandonó por completo en el periodo 2017-2018 y la articulación de agendas estratégicas prioritarias como paraguas temáticos que permitan articular la capacidad científica, tecnológica y de innovación, así como su incidencia en favor de la comprensión profunda y atención o prevención de los grandes problemas del país. Asimismo, se han destinado apoyos financieros históricos para consolidar el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) y se han hecho cambios sin precedentes al sistema de posgrados y al programa de becas, a fin de que la juventud mexicana pueda formarse en programas con rigor científico y pertinencia social que permitan forjar conciencias y honestidad intelectual entre las comunidades estudiantiles. También se ha atendido la brecha de desempleo de graduados en años pasados y, por lo pronto, se ha aumentado de manera histórica el número de becas para realizar estancias posdoctorales transformando el programa Cátedras Conacyt al ahora Programa de Investigadoras e Investigadores por México.

En virtud de lo anterior, la presente administración del Conacyt, en ejercicio responsable de su competencia legal como cabeza de sector para articular la política humanística, científica, tecnológica y de innovación, definió su política de actuación con base en cinco ejes rectores para marcar el rumbo de la actividad científica y tecnológica para alcanzar una verdadera transformación en la materia. Estos cinco ejes son:

1. Fortalecimiento y consolidación de las comunidades humanísticas, científicas, tecnológicas y de innovación
2. Ciencia básica y de frontera

3. Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces)
4. Desarrollo tecnológico e innovación abierta mediante un nuevo modelo mexicano de la Pentahélice
5. Acceso Universal al Conocimiento.

El objetivo de este documento es presentar los resultados más relevantes «a mitad del camino» de esta transformación.



Primera Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación en México. Acciones 2019-2021

El derecho a la ciencia, que vio la luz en la Declaración Universal de los Derechos Humanos en 1948, estuvo ausente de las políticas públicas diseñadas durante el periodo neoliberal. Hubo que esperar hasta mayo de 2019, con el presidente Andrés Manuel López Obrador, para reformar el artículo 3.º constitucional para incorporar el derecho humano a la ciencia a nuestra carta magna. Así, México fue el primer país del mundo en hacerlo.

El derecho humano a la ciencia inspira y permea el articulado del anteproyecto de la Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. Se busca que, a través de este anteproyecto, el derecho a la ciencia se haga realidad y, con ello, pueda garantizarse el derecho humano a saber, a acceder a los contenidos científicos y tecnológicos, a ejercer el pensamiento crítico y a tener los elementos necesarios para tomar decisiones.

El 19 de diciembre de 2019, en la sesión del Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (Consejo General), el presidente de la República instruyó al Conacyt para formular el anteproyecto de iniciativa de Ley General en materia de HCTI. En esa sesión se creó el Comité Intersectorial para la revisión del Anteproyecto y en diciembre de 2020 el Consejo General aprobó, en lo general, una primera versión, la cual fue sometida a un amplio proceso de diálogo abierto, democrático, profundo y transdisciplinar en el que participaron diversos actores involucrados en la actividad científica y tecnológica de México: sector público, privado, social y académico.

Tabla 1. Participación de las comunidades de HCTI en la construcción de consenso (numeralia).

97	Actividades y eventos de consulta del sector público
21	Actividades de la comunidad de HCTI
20	Reuniones de trabajo con sectores académico, productivo y organizaciones

174	Cuestionarios a expertos
+ 60 000	Personas participaron en foros, mesas, eventos y actividades de consulta

Fuente: Unidad de Asuntos Jurídicos, Conacyt, 2021.

Este proceso incluyó la organización de las mesas de diálogo Ciencia por México, foros de discusión instalados en universidades de todo el país, foros regionales Conacyt-SEP-ANUIES, foros temáticos nacionales, comités de trabajo del FCCYT, mesas de diálogo con las y los trabajadores del sector, entre otros. Se recibieron opiniones de distintas dependencias de la Administración Pública Federal, del foro consultivo científico y tecnológico, y se realizó el seminario permanente La Ciencia es tu Derecho. Además, desde el 31 de enero de 2020 se llevó a cabo la apertura de la plataforma de consulta virtual www.consulta.conacyt.mx, donde se recibieron, sin intermediación alguna, 178 propuestas de 45 instituciones y 133 personas físicas. Estas aportaciones se revisaron a detalle y se integraron para articular una propuesta útil y suficientemente detallada de la primera Ley General de HCTI.

Algunas de las instituciones que participaron en la construcción de la primera Ley General de HCTI

Centros Públicos de Investigación
 Universidad Nacional Autónoma de México
 Instituto Politécnico Nacional
 Universidad Veracruzana
 Universidad de Celaya
 Universidad Autónoma de Chiapas
 Universidad Autónoma del Estado de México
 Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
 Subsecretaría de Educación Superior (SEP)
 Instituto Mexicano del Seguro Social
 Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
 Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas
 Consejo Consultivo de Ciencias
 Academia Mexicana de la Lengua
 Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología

Con tan valiosa participación de las comunidades de ciencia y tecnología se construyeron consensos alrededor de este instrumento inédito que es el reflejo de una visión plural y de debate público.

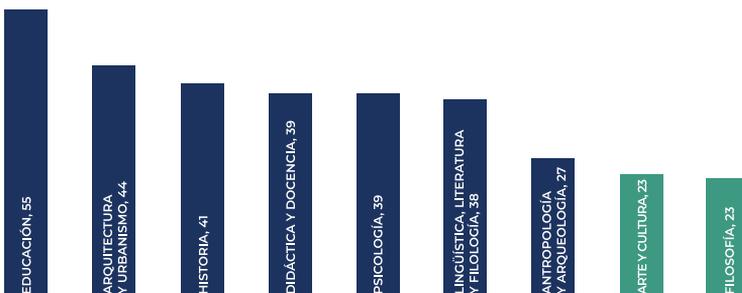
De esta manera, el 21 de diciembre de 2021 el Anteproyecto de Iniciativa de Ley obtuvo la aprobación del Consejo General. Actualmente está en revisión en la Consejería Jurídica del Ejecutivo Federal (CJEF) y a la espera de los correspondientes dictámenes de impacto presupuestario (SHCP) y exención de análisis de impacto regulatorio en la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria (CONAMER). Desahogados los trámites, se espera enviar el Anteproyecto a la CJEF para que, a consideración del Ejecutivo, se formalice la presentación de la iniciativa ante las Cámaras del Congreso de la Unión.

I. FORTALECIMIENTO
DE LAS COMUNIDADES
CIENTÍFICAS,
TECNOLÓGICAS
Y DE INNOVACIÓN

Fortalecimiento y consolidación de las comunidades humanísticas, científicas, tecnológicas y de innovación

La política neoliberal propició la fragmentación de los esfuerzos públicos y la falta de un horizonte común y de objetivos estratégicos claros que respondieron a intereses políticos y económicos más que a un criterio de rigor académico efectivo, basado en el sustento epistemológico sólido de los programas de posgrado y la garantía universal de los derechos humanos a la educación y a la ciencia. De aquí que muchos estudiantes matriculados y programas de posgrados con auténtica vocación humanística o científica quedaran fuera de la asignación de becas, en perjuicio de su propio desarrollo, del desarrollo científico y tecnológico del país, así como del interés público nacional. Ejemplo de ello, es la distribución asimétrica de los programas en humanidades y ciencias de la conducta pertenecientes al extinto Padrón Nacional de Posgrados de Calidad (PNCP), que reflejaba una clara inequidad al relegar programas como los de ciencias, arte y cultura o filosofía.

Gráfica 4. Distribución de programas vigentes en el PNCP a noviembre 2018, en el área de Humanidades y Ciencias de la Conducta.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.

En administraciones previas se acreditaron programas a costa de posgrados con rigor académico y epistemológico y de las necesidades públicas prioritarias y estratégicas.

Tampoco puede pasar inadvertido el hecho de que en México hay estudiantes de posgrado en Medicina y Ciencias de la Salud sin beca. Esto es inaceptable si se considera que se trata de la formación de investigadores en áreas estratégicas

para el país y con demanda de urgente atención. En México apenas se tienen 2.4 médicos por cada 1 000 habitantes. Cuba, en contraste, tiene 8.4 médicos por cada 1 000 habitantes; España y Argentina tienen 4, el promedio en los países miembros de la OCDE es de 3.3, de acuerdo con datos del Banco Mundial.

Desde 2020, con la emergencia sanitaria por COVID-19, la población mexicana ha enfrentado las consecuencias de ese descuido histórico derivado del déficit de médicos. En situación aún más precaria se encuentra la investigación en salud, virología, epidemiología o de enfermedades crónico-degenerativas y otras comorbilidades calificadas como altamente endémicas en la población mexicana. Lo mismo pasa con la poca investigación en química, biología, física y matemáticas, por mencionar otros casos.

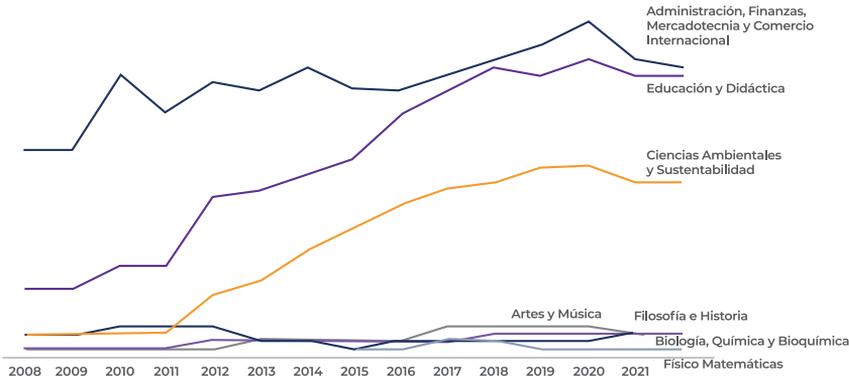
Asimismo, crecieron posgrados en universidades e instituciones de educación superior del sector privado, poco o nada vinculados a la investigación humanística o científica, pero cuyo reconocimiento sirvió como señuelo de mercado. Incluso los Centros Públicos de Investigación del Conacyt, según datos disponibles en 2021, registraron que **4 de cada 10 estudiantes matriculados en programas de estudios ofrecidos por los Centros Públicos de Investigación del Conacyt pagaban colegiatura**, de acuerdo a los Registros administrativos de la Unidad de Articulación Sectorial y Regional, Conacyt del 2021.

Esta situación desplazó el costo de la educación en la economía familiar, sobre todo en la clase media, que además de pagar impuestos se vieron orilladas a asumir el pago de colegiaturas en instituciones privadas, a precios desproporcionados con relación a los ingresos promedio en el país.

Incapaz de adecuar el rigor epistemológico, así como la incidencia y el valor sustancial de los programas de posgrado en función de las necesidades y requerimientos de la población, el Conacyt otorgaba acreditaciones y sellos de distinción derivado de algo que mal llamaron «medición de la calidad», construida a partir de indicadores basados en aproximaciones e inferencias de productividad, los cuales fomentaron un «artificio académico». Al vincular el reconocimiento a los programas en el PNPC al otorgamiento de becas para los estudiantes y financiamiento de infraestructura para la institución, se pervirtió el sentido de la evaluación olvidando

su componente académico y su sentido formativo, esto favoreció la segregación y el recrudecimiento de deficiencias en algunas instituciones de educación superior, mientras que otras más grandes, fuertes y consolidadas incrementaron sus recursos.

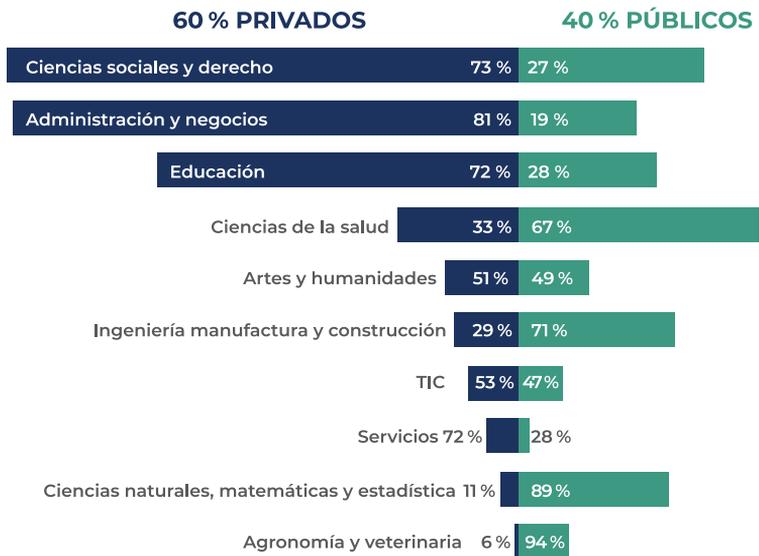
Gráfica 5. Crecimiento de programas de maestría (de profesionalización), 2008 a 2021.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.

Esta política favoreció la tendencia nacional de estancamiento de los programas de posgrados públicos y con el aumento de los ofrecidos por IES privadas. El crecimiento desproporcionado de posgrados privados fue impulsado, en muchos de los casos, por criterios de rentabilidad financiera, modas y coyunturas artificiales. En contraste, se debilitaron los posgrados de IES públicas, descuidando áreas de conocimiento prioritarias y estratégicas para el desarrollo científico y tecnológico de México. Tan sólo para el ciclo escolar 2020-2021, la oferta nacional de posgrados ya había crecido a 10 875 programas, de los cuales el 60% corresponde a IES privadas.

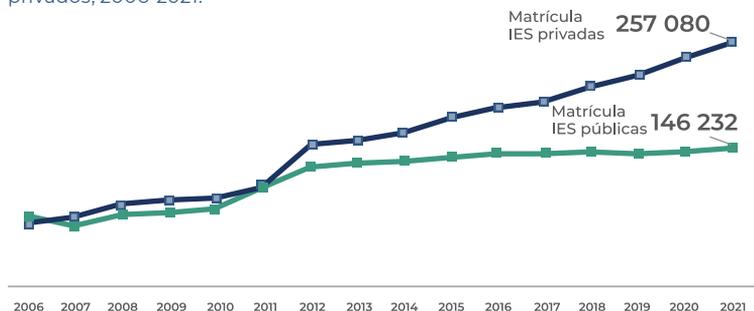
Gráfica 6. Distribución de posgrados nacionales por área del conocimiento y régimen de sostenimiento, 2021.



Fuente: ANUIES, Anuario Estadístico de Educación Superior ciclo 2020-2021, 2021.

Junto con el crecimiento exponencial de la oferta de posgrados privados a nivel nacional, la matrícula creció 67.9% de 2013 a 2021. Esto revela que en las últimas tres décadas los gobiernos anteriores fueron delegando de facto en el sector privado la responsabilidad de la educación superior y los posgrados; éste operó con sus propias lógicas e intereses: el negocio, el lucro, la rentabilidad financiera y la oferta versus la demanda de mercado, motivada por intereses ajenos al fortalecimiento del posgrado, a la pertinencia social y al interés de la nación.

Gráfica 7. Crecimiento de la matrícula en programas de posgrado públicos y privados, 2006-2021.



Fuente: SEP, Estadísticas educativas 911, 2006-2021.

Con el crecimiento desproporcionado de programas de posgrado privados y la atracción de estudiantes que engrosaron su matrícula, se generó un exceso en áreas que no responden a las necesidades profesionales del país, y que el sistema laboral público-privado no puede absorber. En este tenor, para 2018 el 60% de las becas Conacyt fueron asignadas en áreas de conocimiento saturadas, generando brechas de desempleo entre los egresados de programas de posgrado.

Gráfica 8. Espejismos de oportunidades laborales: distribución de becas por área del conocimiento 2018.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021. Becas nuevas 2018.

En 2021, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (INEGI, 2021), en México hay alrededor de 5 680 personas con doctorado y sin empleo o disponibles para trabajar, y al cierre de 2021 se esperaba tener 12 208 individuos con doctorado, formados y disponibles para ingresar en el mercado laboral, de los cuales 6 528 fueron apoyados por el Conacyt.

La influencia de organismos internacionales generó presión para que los procesos de educación se estandarizaran, desconociendo la diversidad sociocultural de México y las formas de hacer ciencia y sus necesidades en cuanto al desarrollo tecnológico y la innovación; por ello los mecanismos de evaluación no respondieron a la realidad de nuestro país.

Desde esta perspectiva, a pesar de que la existencia del PNPC fomentó la creación de programas de posgrado e impulsó la producción académica de la comunidad científica, se tergiversó el cumplimiento de sus objetivos al perder de vista el papel de la educación superior en la sociedad.

Tabla 2. Distorsiones del posgrado a través del PNPc.

Distorsión identificada	Evidencia que lo respalda
<p>Al ser las convocatorias del PNPc abiertas y sin ningún criterio orientativo, se favoreció la centralización de programas en algunos estados e IES y se posibilitó la participación de instituciones privadas sin compromiso de corresponsabilidad en el apoyo a la matrícula de estudiantes, transfiriendo de manera indirecta recursos públicos a entidades privadas.</p>	<p>Del total de posgrados registrados en el PNPc (2 422), 10 instituciones concentran 43.1% de los programas y seis entidades federativas concentran 50.7%.</p> <p>Aunque estas instituciones y estados tienen parte importante de la población estudiantil en México, la prevalencia de apoyos sobrepasa la equidad territorial y poblacional.</p>
<p>Criterios de evaluación homogéneos entre las modalidades existentes (escolarizados, no escolarizados, especialidades médicas y posgrados con la industria) generó que el PNPc se convirtiera en un sistema de competencia desigual entre regiones, instituciones y programas de posgrado en materia de ingreso y de acreditación para el siguiente nivel (de reciente creación, en desarrollo, consolidados y competencia internacional), donde el criterio más importante y de mayor ponderación en los procesos de evaluación se concentraba en la eficiencia terminal y no en el impacto de las acciones de formación e investigación para la atención y solución de las diferentes problemáticas que enfrenta el país.</p>	<p>Los programas de posgrado orientados a la atención de problemas prioritarios o áreas como ciencias, artes, cultura y humanidades, que, al no cumplir con los criterios productivistas que imperaban en los instrumentos de evaluación, desistían de participar en las convocatorias o lo hacían con pocas posibilidades de ingresar.</p> <p>Al cierre de 2018 se tenían sólo 23 programas de posgrado (en el área de humanidades) en el campo del arte y la cultura dentro del PNPc.</p>
<p>El énfasis de la producción académica en los procesos de formación e investigación en revistas indexadas y de alto impacto desvinculó la producción de conocimientos de la atención a problemas prioritarios y con los actores de los distintos sectores sociales, institucionales y productivos.</p>	<p>El Código de Buenas Prácticas del PNPc señalaba que la vinculación con los sectores de la sociedad se refiere a «formar estudiantes e instituciones emprendedoras, productivas y competitivas con la finalidad de orientarlas a la inserción laboral de los egresados y mejorar las condiciones de empleabilidad» (Conacyt, 2018, p. 20).</p> <p>Los tipos de vínculos se reducían a asesorías, asistencia técnica, intercambio académico, proyectos a través de contratos, convenios y gestiones directas.</p>

Distorsión identificada	Evidencia que lo respalda
<p>Al ser convocatorias abiertas, se generaron condiciones de multiplicidad de programas en ciertas regiones, que funcionaban además de manera independiente y con poca interacción entre ellos, desaprovechando la infraestructura y las capacidades comunes.</p>	<p>La recurrencia de posgrados sin articulación dentro de los mismos temas se repite en más de 15 áreas del conocimiento. Por ejemplo, en 2021 se registraron: 30 doctorados y 61 maestrías en Educación; 30 doctorados y 48 maestrías en ciencias químicas, y 14 doctorados y 41 maestrías en salud pública. Todos ellos sin articulación.</p>
<p>Los niveles reconocidos en el PNPC se basaban en criterios de eficiencia, productividad y colaboración internacional. Esto promovía la configuración y la actuación de grupos de poder dentro de las instituciones, en defensa de sus privilegios académicos basados en una lógica jerárquica y productivista.</p>	<p>Los parámetros para la conformación del núcleo académico de los posgrados contabilizaban:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Número mínimo de personas del núcleo académico. • Programas integrados (de continuidad). • Pertenencia al SNI del total del Personal de Tiempo Completo. <p>Los parámetros para el cumplimiento de la eficiencia terminal consideraban:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Tasa de graduación (ponderando el porcentaje mínimo a alcanzar de acuerdo al nivel en el PNPC).

Fuente: Conacyt, Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.

En resumen, las administraciones pasadas evadieron una responsabilidad, primordial y estratégica de todo Estado nacional y de todo gobierno: establecer las condiciones para garantizar el acceso y gratuidad en la educación pública para impulsar la formación profesional y el fomento a la investigación orientada a la creación de nuevos conocimientos, habilidades, actitudes y valores éticos y de compromiso social que posibiliten el desarrollo científico, tecnológico y la innovación articulada con los diferentes actores sociales, académicos, institucionales y productivos, nacionales e internacionales, para la atención de problemas prioritarios del país.

Cambios estructurales en la política pública de becas y posgrados 2019-2021: reorientación del posgrado y las becas con el compromiso de la retribución social para beneficio de México

Para contrarrestar los efectos del periodo neoliberal en HCTI y de conformidad con el principio del gobierno de la Cuarta Transformación de «no dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera», desde 2019 se han emprendido esfuerzos para reorientar el programa de becas y el posgrado incorporando la retribución social como un aspecto sustantivo, lo que representa una oportunidad histórica para que todas las personas becarias tengan una participación más proactiva en la realidad nacional y atiendan los temas y los problemas más urgentes, construyendo redes de colaboración interinstitucional y social para fortalecer su formación.

Este cambio tiene el propósito de aprovechar y articular al máximo las capacidades de las IES y centros de investigación públicos, repercutiendo en el país en la formación sólida de las comunidades de HCTI y favoreciendo el rigor académico, la pluralidad epistemológica y disciplinar de los programas de posgrado, así como el pensamiento crítico para que las nuevas generaciones desarrollen las habilidades que les permitan realizar y liderar investigaciones humanísticas o científicas, desarrollos tecnológicos e innovaciones (formación de tecnólogas/tecnólogos y de innovadoras e innovadores), orientados a explorar y a aportar nuevo conocimiento, además de incidir en áreas o temas de atención estratégica o prioritaria para el interés público nacional.

PRINCIPIOS

- Orientar las políticas públicas de asignación de becas bajo el ideario del humanismo, la igualdad, la equidad y la no discriminación.
- Contribuir al fortalecimiento de la excelencia académica, rigor científico y pertinencia social en los posgrados.
- Respalda la pluralidad epistemológica y disciplinaria.

El cambio de fondo en la política pública se concreta con el reemplazo del PNPC y la creación del Sistema Nacional de Posgrados (SNP), a través del cual se establecen las nuevas bases para la formación y la investigación de los programas de posgrado.

Tabla 3. Bases para la formación e investigación de los programas de posgrado.

<ol style="list-style-type: none">1. Los programas de posgrado se reorganizan en nuevos ámbitos de colaboración estratégicos y pertinentes a las necesidades del país.2. Nueva orientación de los posgrados que permite visibilizar la importancia de la colaboración e incidencia junto con la relevancia de la investigación científica.3. Modificación del Código de buenas prácticas por el Marco Ético y Organizativo de los Posgrados Conacyt, para orientarlos hacia los retos del país en su proceso de consolidación de la soberanía científica y tecnológica.4. Inclusión de los protocolos de ética en la investigación y de atención a controversias académicas, equidad de género e inclusión.
--

Fuente: Conacyt, Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.

Con la nueva perspectiva, el Conacyt busca quitar sesgos y obstáculos para abrir oportunidades, poniendo a las y los estudiantes como prioridad: *que nadie quede atrás, que nadie quede fuera*. Este nuevo criterio asegura, de origen, que todas y todos los estudiantes admitidos en maestrías y doctorados o especialidades prioritarias que no sean becados por sus instituciones, tengan las mismas oportunidades de acceder a una beca del Conacyt. Además, elimina potenciales favoritismos, criterios discrecionales, intereses creados y «mercados de favores de becas» en el proceso de intermediación de quienes ostentaban el poder de seleccionar a las y los beneficiarios de becas Conacyt.

Se plantea entonces un nuevo paradigma que promueve la libertad de investigación y el rigor científico, lo que permite avanzar en las fronteras del conocimiento. El SNP está orientado a los procesos de transformación que vive el país y con las líneas estratégicas que ha promovido el Conacyt en materia de HCTI.

En sintonía con la reorientación de la política de posgrado y de becas, se expidió el nuevo Reglamento de Becas con el ánimo de contribuir al acceso a la ciencia como derecho humano. De esta manera, se promueve la colaboración y la corresponsabilidad de universidades e IES del sector público para fomentar la cobertura universal de becas entre estudiantes de maestría y doctorado en ciencias, humanidades y artes, así como en ciencias sociales, tecnología e ingenierías que correspondan con áreas o temas de atención estratégica o prioritaria.

Asimismo, el SNP busca que sean las y los estudiantes aceptados e inscritos en los programas de las instituciones de educación superior quienes decidan y ejerzan directa y eficazmente el derecho a solicitar una beca Conacyt, a través de un ejercicio libre y directo, sin depender de intermediarios, con el propósito de evitar sesgos y obstáculos, poniendo a las y los estudiantes como prioridad, asegurando de origen que todas y todos tengan las mismas oportunidades de acceder a una beca de posgrado.

En el marco de la revaloración del posgrado como un sistema nacional y no como un «banco de becas», los cambios estructurales de la política pública de becas y posgrados se pueden resumir en lo siguiente:

- **Asignación de becas con base en criterios de inclusión social, disciplinar y de género.** Para asegurar, de origen, la igualdad de condiciones y de oportunidades para acceder a una beca del Conacyt se establecen acciones afirmativas en materia de equidad de género e inclusión.
- **Registro de información sobre posgrados y matrícula por parte de coordinadores académicos.** Establece mecanismos que faciliten la postulación directa por parte de los aspirantes.
- **Becas para licenciatura en los CPI Conacyt.** Impulsa la formación a nivel licenciatura en los centros públicos de investigación Conacyt permitiendo apoyos a estudiantes bajo esta nueva modalidad.

- **Posgrados Nacionales.** Propuesta de formación e investigación, que busca la participación de las y los investigadores más reconocidos en el país en campos científicos y tecnológicos estratégicos de los Centros Públicos de Investigación del Conacyt, que en colaboración con otras IES puedan articular programas de gran trascendencia y relevancia nacional y mundial.
- **Apoyos complementarios de maternidad o paternidad.** Se otorga a los hombres o mujeres que hayan tenido o adoptado un hijo o hija.
- **Actividades de retribución social y retorno a México.** Incorpora la acreditación de actividades de retribución social como parte de las obligaciones del becario.
- **Autonomía académica.** Explicita que el Conacyt respeta la autonomía de las IES y sus procesos académicos internos.

Impulso a los posgrados nacionales

Las políticas neoliberales desarticularon y fragmentaron los esfuerzos de las instituciones de educación superior y centros de investigación en campos de investigación humanística, científica, tecnológica y de innovación: antropología, historia, artes, especialidades médicas, áreas emergentes como agroecología y sistemas complejos, en lo que México sobresalía dada su trayectoria y experiencia. Así, los programas de posgrado, aun en regiones y ciudades cercanas, tuvieron poca o nula interacción y colaboración. Con la estrategia de Posgrados Nacionales se plantea la creación de posgrados con los que se articularán las capacidades en infraestructura, trayectorias científicas y tecnológicas existentes de los Centros Públicos de Investigación al generar propuestas de formación e investigación que establezcan las bases para la colaboración interinstitucional y social; de esta manera se reivindica la trascendencia científica y tecnológica de nuestro país.

Estos programas, que utilizarán nuevas tecnologías para facilitar la comunicación, se verán favorecidos por la movilidad de profesores y estudiantes, compartirán laboratorios,

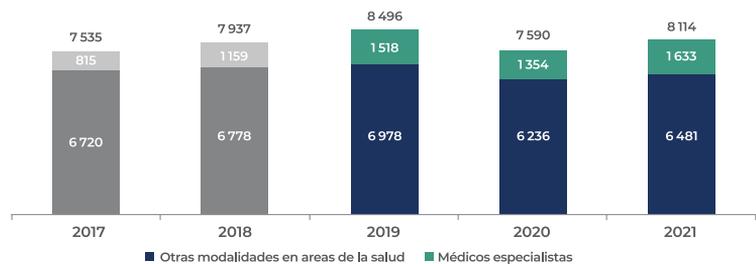
equipos e infraestructura, potenciando así la investigación nacional reconocida en el mundo.

Actualmente hay propuestas de programas nacionales en áreas como agroecología y alimentación, agua, energías, antropología, sistemas complejos, conservación de ecosistemas y sensores inteligentes.

Becas de posgrado y prioridades nacionales

La pandemia de COVID-19 dejó en claro la necesidad de especialistas en el área de salud capaces de hacer frente a este tipo de retos sanitarios. Desde el inicio de la nueva administración del Conacyt, dicha necesidad ha sido clara al orientar los esfuerzos en apoyo de la formación de médicos especialistas y de jóvenes con posgrado en áreas de la salud, a través del programa de becas. El incremento de los apoyos administrados para médicos especialistas es notable: en 2017 hubo 815, mientras que en 2021, 1 633, es decir, un aumento prácticamente del 100 %.

Gráfica 9. Becas nacionales y al extranjero para médicos especialistas y áreas de la salud, 2017-2021.*

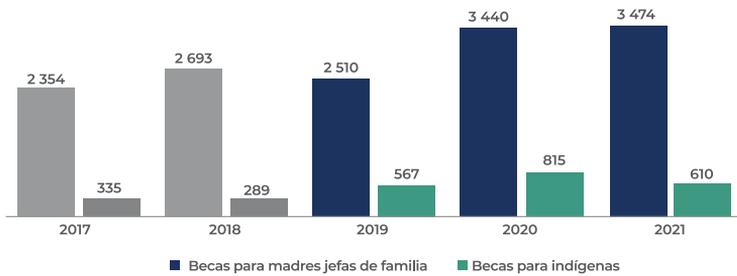


* **Becas administradas.**

Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.

Y se han incrementado los apoyos a grupos históricamente excluidos y los datos son contundentes. Para los apoyos administrados a mujeres jefas madres de familia, si se compara lo que se apoyó en 2021 (3 474) con lo que se apoyó en 2018 (2 693), el incremento es de 29%. De la misma forma, se ha apoyado, de manera histórica, a las personas indígenas, sólo en 2020 se otorgaron 815 apoyos, 91 más que los aprobados en conjunto durante 2017 y 2018.

Gráfica 10. Distribución de apoyos a mujeres jefas madres de familia e indígenas, 2017-2021.



Becas administradas.

Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.

Una de las estrategias más importantes para contribuir a la inserción laboral de la población con doctorado ha sido el otorgar apoyos para realizar estancias posdoctorales nacionales. En 2021 se ha apoyado tres veces a más personas para realizar estancias posdoctorales nacionales que en 2018.

Gráfica 11. Apoyos para estancias posdoctorales nacionales, 2017-2021.



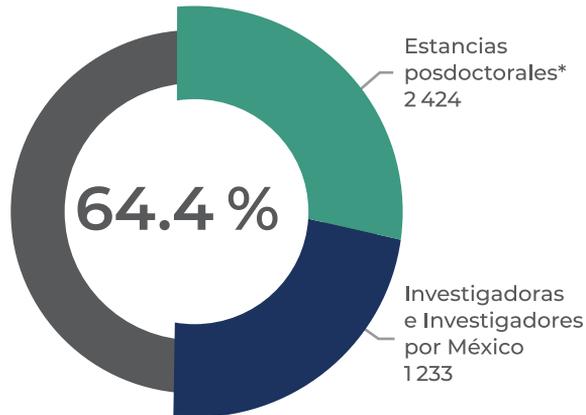
Becas administradas.

Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.

Junto con las estancias posdoctorales y el programa Investigadoras e Investigadores por México se contribuyó a mitigar la migración potencial de personas altamente calificadas en un estimado de 64.4%, toda vez que para el

cuarto trimestre de 2021 se estimó que la población con grado de doctorado sujeta a emigrar en busca de oportunidades de trabajo ascendía a 5 680 personas (INEGI, 2021).

Gráfica 12. Mitigación de la migración potencial de población altamente calificada, 2021.*



* Incluye 83 estancias posdoctorales COVID-19.

Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.

Sistema Nacional de Investigadores

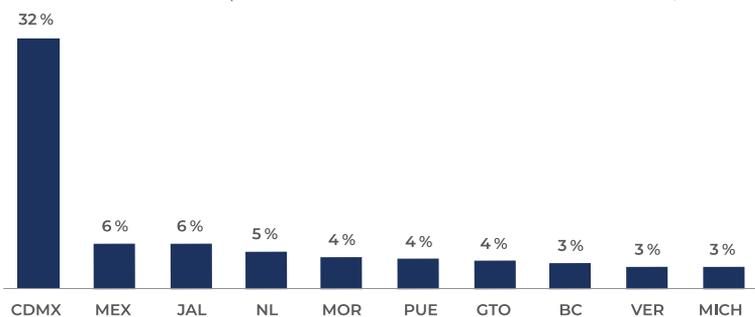
Al igual que otros programas del Conacyt, el Sistema Nacional de Investigadores permaneció desarticulado del resto de los esfuerzos institucionales del sector y frecuentemente al margen de los problemas nacionales. En su diseño y operación prevalecieron criterios de distinción que concentraron los reconocimientos en grupos de élite. Privó un sistema de evaluación productivista que promovió el trabajo individualista, la jerarquización y la competencia entre las personas investigadoras, en tanto que se ponderaban las publicaciones científicas sin valorar su incidencia efectiva en el avance del conocimiento universal o en la atención de los problemas nacionales.

El Sistema Nacional de Investigadores SNI reprodujo y consolidó un mecanismo de exclusión siguiendo una tendencia centralista institucional entre las áreas de conocimiento y la brecha de género. Por ejemplo, en 2018 el área de Medicina y Ciencias de la Salud sólo representaba 11.8% del

total de los miembros del SNI, situación que refleja la falta de acciones para promover la actividad científica en un área de atención prioritaria en el país. Además del talante productivista y reproductor de desigualdades, el SNI careció de una visión integral que permitiera valorar la actividad científica en la realidad nacional y con un sentido social.

Lo mismo sucede en la distribución de los apoyos SNI a nivel regional. En 2018 prevalecía una concentración (70%) de la membresía nacional en solo 10 entidades de la República mexicana, particularmente en la Ciudad de México, el Estado de México y Jalisco. Esto derivaba en una notable inequidad regional, acentuando la distinción entre el centro y las regiones. Además, la concentración que había en cuanto a distinciones obtenidas por las personas investigadoras en la Ciudad de México se reproducía en el espacio de evaluación y deliberación de las propias regiones; por ello, actualmente las comisiones se conforman con representación de las distintas entidades federativas y las instituciones, preservando la paridad de género.

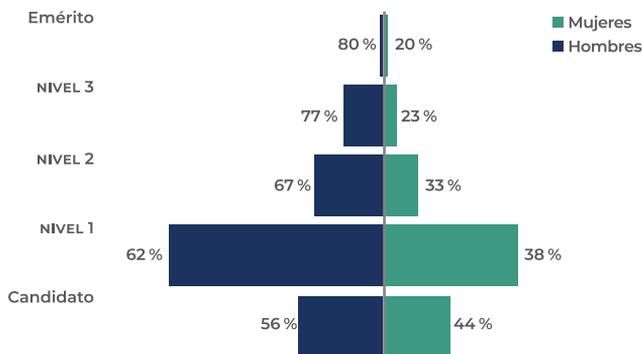
Gráfica 13. Distribución porcentual de los miembros del SNI en las diez entidades federativas que concentran 70% de la membresía nacional, 2018.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.

De la misma manera, el sesgo de inequidad de género es evidente en todos los niveles, pero es agudo en los más altos, lo cual refleja una brecha que no se cierra, lo que es uno de los retos más importantes por atender.

Gráfica 14. Distribución por género de los miembros del SNI, 2018.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.

Parte central de la problemática del SNI recayó en la debilidad de su reglamento y en los criterios de evaluación utilizados. En administraciones pasadas los criterios de evaluación fueron poco claros, se privilegiaba la producción y reciclaje de artículos, relegando proyectos de desarrollo tecnológico e innovación, de formación académica y redes de investigación, y no menos la contribución de la investigación al bienestar de la población.

Esa visión dio lugar a una de las debilidades más importantes del SNI: la frágil vinculación entre la producción científica, centrada en la producción de artículos de revista, capítulos de libros y libros, con la resolución de los problemas nacionales.

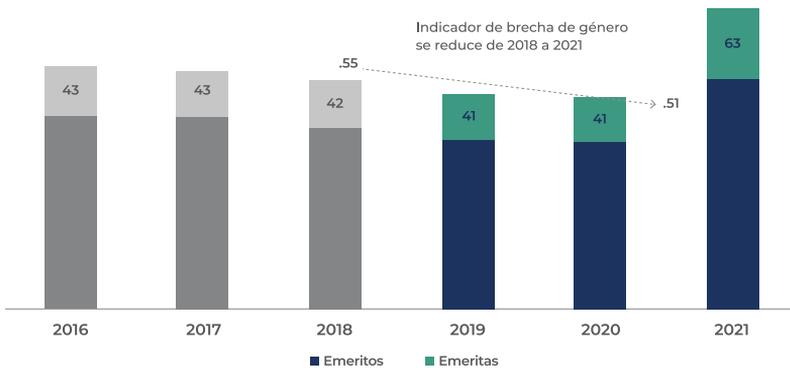
Reconstruyendo el Sistema Nacional de Investigadores: el rol del derecho humano a la ciencia como vehículo de incidencia en la atención de los problemas nacionales

En 2020 el Conacyt expidió un nuevo reglamento del SNI. En él se incorporó una perspectiva humanista que reconoce las dificultades que enfrentan las y los investigadores por cuestiones de maternidad, paternidad, situación familiar grave o enfermedad, abriendo la posibilidad para que quienes se encuentren en dichas situaciones puedan solicitar una extensión de la vigencia de su distinción. Asimismo, en 2021

se expidió una reforma con objeto de precisar el objetivo del SNI y articularlo con la política pública que impulsa el sector y revalorizar las actividades de investigación para el fortalecimiento y consolidación de las comunidades, en favor del acceso universal al conocimiento y a sus beneficios sociales. De igual manera, se reconocen explícitamente las actividades vinculadas al desarrollo de tecnologías estratégicas de vanguardia e innovación de cara a la transformación social y a la atención de los problemas nacionales, sin olvidar el avance del conocimiento universal mediante el impulso a la investigación de frontera y la ciencia básica en todas las áreas del conocimiento.

Como parte del avance en la reducción de brechas de género en el SNI, en 2021 la membresía registraba un total de 277 investigadoras e investigadores con la distinción de emérita y emérito; de éstos, 63 correspondían a mujeres destacadas en el ámbito científico y tecnológico en distintas áreas de trabajo, con una reconocida trayectoria en sus especialidades, en las que han hecho contribuciones fundamentales al generar nuevo conocimiento. Se trató del mayor número de mujeres investigadoras eméritas –nivel en el que más inequidades se observan– en toda la historia del programa. Con ello se logró mejorar el indicador de brecha de género de 0.55 en 2018 a 0.51 en 2021.

Gráfica 15. Distribución de eméritos y eméritas del padrón del SNI, 2016-2021 y brecha de género, 2018 y 2021.

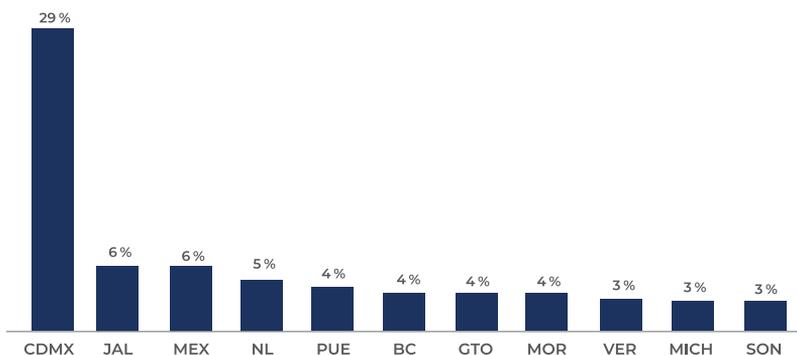


Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021

Cálculo de brecha: Dirección de Planeación y Evaluación.

Es posible apreciar también algunos avances en la distribución de la membresía por entidades federativas. En 2021 la Ciudad de México concentró el 29 %, una disminución de 3 puntos en apenas tres años. Asimismo, destacan nuevas entidades federativas como Sonora, que tiene ahora una mayor participación que en 2018.

Gráfica 16. Distribución de los miembros del SNI en las entidades que concentran 70% de la membresía nacional, 2021.



Fuente: Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, Conacyt, 2021.

De la misma manera, destaca el apoyo a las instituciones que habían quedado rezagadas del SNI. Con la nueva visión de la actividad científica se ha revalorado la contribución de instituciones tecnológicas, interculturales, escuelas normales y de enseñanza artística, entre otros, cuya participación en el SNI se ha incrementado de 2018 a 2021. Como es el caso del Tecnológico Nacional de México que en 2021 mejoró su participación en el SNI por el reconocimiento a 1142 de su personal de investigación.

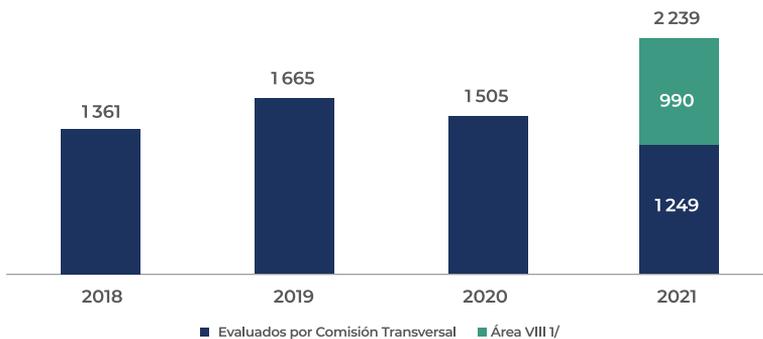
Tabla 4. Incremento en la participación del SNI de las y los investigadores y tecnólogos de instituciones rezagadas, 2018 y 2021.

Institución	2018	2021	Crecimiento
Tecnológico Nacional de México	118	1142	868 %
Universidades interculturales	30	61	103 %
Escuelas y universidades normales	7	13	86 %
Universidades y escuelas de arte	68	102	50 %

Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021

El reconocimiento a miembros del SNI que participan en desarrollos tecnológicos ofrece un incremento histórico de poco más del 60%, reflejo de un cambio de visión que reconoce la importancia del «desarrollo de tecnologías estratégicas de vanguardia o innovación abiertas para la transformación social» y su contribución a «la atención y resolución de problemas de prioridad nacional a través de la generación, optimización e implementación de tecnología mexicana, eficiente y eficaz en las condiciones actuales del país» (Conacyt, 2021b).

Gráfica 17. Miembros del SNI con desarrollos tecnológicos.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores, 2021.
1/ A partir de 2021, el área de conocimiento VIII realiza la evaluación tecnológica.

Investigadoras e investigadores por México: mejora de las condiciones laborales, perspectiva de género e inclusión social y ampliación del nivel de incidencia en los sectores académico y gubernamental

El programa Cátedras Conacyt surgió como una iniciativa destinada a apoyar a investigadoras e investigadores con el propósito de disminuir la brecha que separa la oferta y la demanda de plazas en el ámbito académico. Sin embargo, el énfasis del programa no se centró en el desarrollo profesional de las y los jóvenes para permitirles acceder a oportunidades de empleo, ni se articuló con una estrategia clara de incidencia y contribución de su trabajo científico y tecnológico a las necesidades del país. Así, sin una estrategia de sostenimiento presupuestal, esto provocó, años después, la incertidumbre laboral de quienes resultaron beneficiados.

En este contexto, el 17 de junio de 2021 la Junta de Gobierno del Conacyt aprobó los Lineamientos del Programa Investigadoras e Investigadores por México, con el que se dio un giro al programa original estableciendo como eje central a las investigadoras y a los investigadores, contemplando acciones afirmativas en favor de las mujeres y las personas con discapacidad, y promoviendo el desarrollo continuo en actividades de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación dentro de los centros de investigación y las instituciones de educación superior del sector público, y recientemente, también en las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF), donde las y los investigadores por México se enfocan a desarrollar planes de trabajo en actividades altamente especializadas para fortalecer a las dependencias públicas del país.

La incorporación de la modalidad de investigadoras e investigadores por México en la APF materializó el replanteamiento del papel de las y los investigadores que tienen ahora un sector más en donde incidir. Con ello se amplía el universo de inserción laboral y el papel de científicos y tecnólogos en la atención a problemas prioritarios del país.

Apoyos a las comunidades científicas y tecnológicas

Así, con los más de 120 000 apoyos otorgados a las comunidades científicas, tecnológicas y de innovación en 2021, a través de programas de Becas, SNI e Investigadoras e Investigadores por México, el Conacyt ha hecho efectivo el derecho humano de las personas a beneficiarse y acceder a los conocimientos y aplicaciones que derivan de las HCTI.

Tabla 5. Apoyos a las comunidades científicas y tecnológicas, 2021.

Becas de posgrado*	81272
SNI	35178
Apoyos a estudiantes SNI	2800
Investigadoras/es por MX	1233
Total	120460

Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Coordinación de Apoyo a Becarios e Investigadores y de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico, 2021.

* **Becas administradas.**

II.CIENCIA BÁSICA Y DE FRONTERA

Ciencia básica y de frontera

A pesar de que la ciencia básica se considera un elemento fundamental para el desarrollo científico, tecnológico y de innovación, durante la parte final de la pasada administración se dejó en completo abandono, priorizando el apoyo al sector privado al suponerlo un detonador de desarrollo por encima de la generación de investigación científica básica. Basta con recordar que en 2017 y 2018, mientras se dejaba de apoyar la investigación en ciencia básica, el Conacyt realizó una aportación histórica de más de 1 000 millones de pesos al Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (Conricyt), un consorcio dedicado a gestionar recursos para empresas editoriales, en su mayoría, transnacionales. Tan sólo con lo que se asignó a este consorcio en estos años se hubieran podido financiar 822 proyectos de ciencia básica.

Tabla 6. Presupuesto aprobado para Conricyt y Ciencia Básica, 2011- 2020.

Año		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Conricyt	Presupuesto asignado	100	191	250	400	569	700	703.7	504.4	146.9	290.12
Ciencia Básica	Presupuesto aprobado			608	781	938	610	0	0	1190.58	1046.34
	N.º de proyectos			398	494	761	398	0	0	770	462
	N.º de proyectos que se pudieron haber apoyado							479	343		

Fuente: Conacyt, Acuerdos CTA FOINS y FORDECYT, 2011-2021 y Dirección Adjunta de Desarrollo Científico, 2011-2021.

La estimación de los proyectos para 2017 y 2018 se determinó a través de la media del monto promedio aprobado anual por proyecto en las convocatorias de ciencia básica 2013-2016.

Recuperación de la ciencia básica y de frontera 2019-2021

Con ese panorama, la recuperación de la ciencia básica se convirtió en un reto abierto y continuo. Desde el inicio de esta administración se rescató la convocatoria de ciencia básica 2017-2018, reorientando los apoyos derivados de esta convocatoria, privilegiando criterios de inclusión y equidad en su evaluación, así como la originalidad y relevancia; su contribución a la generación de conocimiento científico fue

indispensable para el avance teórico considerando que toda la ciencia paulatinamente pueda ser la base de aplicaciones o desarrollos tecnológicos.

A través de la convocatoria Ciencia de Frontera 2019 se apoyó la investigación que tiene como fin obtener avances significativos del conocimiento científico en todas las disciplinas de las humanidades y las ciencias. En total, con estas dos convocatorias se autorizaron 1 232 proyectos con un monto de 2 237 millones de pesos.

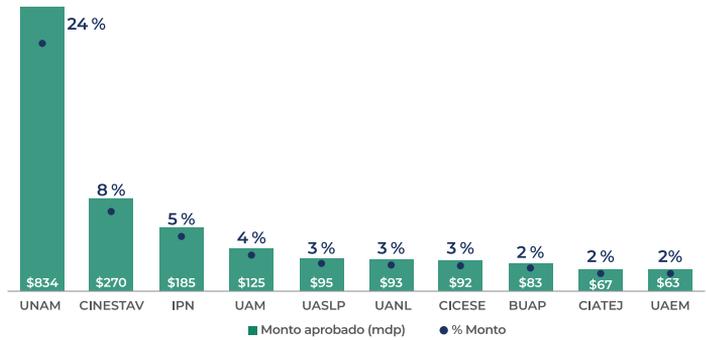
La ciencia de frontera no sólo representó una herramienta para apoyar a la generación de nuevo conocimiento, sino la oportunidad de fortalecer las capacidades de investigación en las instituciones de educación superior y en centros de investigación, donde al menos 18 universidades tecnológicas y politécnicas, institutos tecnológicos, entre otras instituciones estatales y municipales, recibieron financiamiento para desarrollar proyectos de investigación básica y de frontera, 11 de las cuales participaron por primera vez para recibir apoyo.

INSTITUCIONES APOYADAS POR PRIMERA VEZ

Instituto Tecnológico de Ciudad Madero
Instituto Tecnológico de Orizaba
Instituto Tecnológico de Roque
Instituto Tecnológico Superior de Coatzacoalcos
Universidad Politécnica de García Nuevo León
Universidad Politécnica de Pachuca
Universidad Politécnica de Tulancingo
Universidad Politécnica de Uruapan
Universidad Politécnica de Victoria
Universidad Tecnológica de Culiacán
Universidad Tecnológica de Tulancingo

Así, no sólo se impulsó a las instituciones que han recibido menos apoyos históricamente, sino que se continúa apoyando la consolidación de las grandes universidades y centros de investigación del país como la UNAM, el Cinvestav o el IPN, que son las instituciones que más recursos y proyectos concentran.

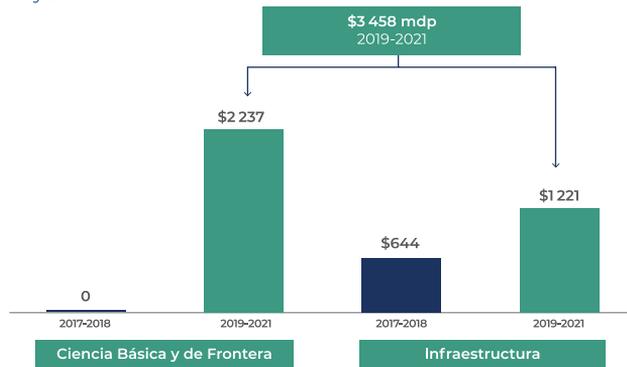
Gráfica 18. Distribución de los apoyos de ciencia básica, de frontera e infraestructura científica, top 10 al 2021.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico, 2019, 2020, 2021.

Además de estas convocatorias, se han emitido cinco más para el mantenimiento de laboratorios e infraestructura (1221 millones de pesos).² Con ellas se ha procurado fortalecer a la ciencia nacional, al sentar las bases para la generación de conocimiento aplicable al bienestar de la población. En conjunto, se ha aprobado un total de 3458 millones de pesos en estos tres primeros años.

Gráfica 19. Ciencia básica y de frontera e infraestructura: comparativo, 2017-2018 y 2019-2021.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico 2019, 2020, 2021.

² Apoyos Complementarios para la Consolidación de Laboratorios Nacionales Conacyt 2019, Apoyos para Adquisición y Mantenimiento de Infraestructura en Instituciones y Laboratorios de Investigación Especializada 2019, Apoyos para Acciones de Mantenimiento de Infraestructura Científica en Laboratorios Nacionales Conacyt 2020, Apoyos a la Ciencia de Frontera: Fortalecimiento y Mantenimiento de Infraestructuras de Investigación de Uso Común y Capacitación Técnica 2021, Apoyos para acciones de fortalecimiento, articulación de infraestructura y desarrollo de proyectos científicos, tecnológicos y de innovación en Laboratorios Nacionales Conacyt 2021.

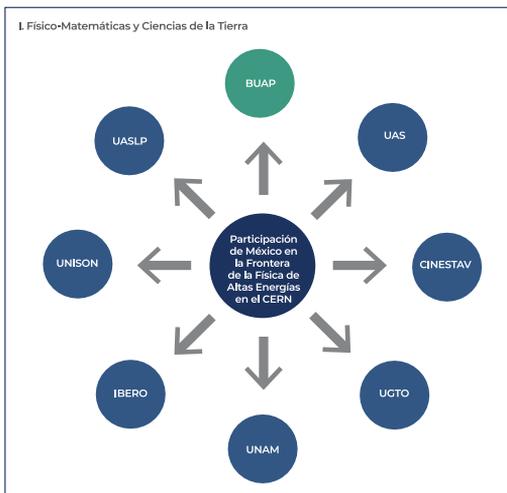
Sinergias de la ciencia: un cambio profundo hacia la colaboración que suma y fortalece capacidades para la investigación científica nacional

Una característica importante en la convocatoria de ciencia de frontera es la promoción de sinergias entre grupos de investigación científica consolidados y que han demostrado su potencial para aportar al avance del conocimiento y que pueden compartir su experiencia con otros actores, complementar capacidades y, con ello, amplificar los alcances de sus investigaciones.

El objetivo es apoyar propuestas que incluyan el aprovechamiento de capacidades, la complementariedad de competencias y la optimización de recursos, ya sea de infraestructura o de investigadores en formación, sin olvidar el fortalecimiento de los grupos de investigación en todo el territorio nacional. También se incorporó un componente de inclusión: que los proponentes con bases científicas y tecnológicas más fortalecidas se sumen a instituciones con infraestructura limitada, pero que sean capaces de enriquecer el proyecto científico.

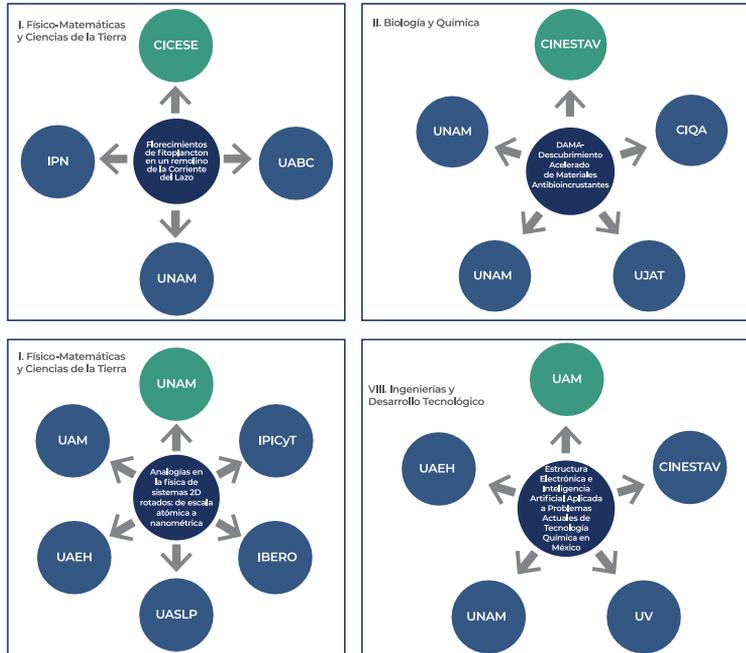
Dejando de lado la visión individualista y el apoyo exclusivo a las grandes instituciones, en los proyectos apoyados bajo esta modalidad colaboran universidades federales, estatales y privadas, así como centros de investigación.

Figura 1. Sinergias de la ciencia en la convocatoria Ciencia de Frontera 2019.



Fuente: Conacyt, construida a partir del informe de autoevaluación del ejercicio 2021.

Figura 1. Sinergias de la ciencia en la convocatoria Ciencia de Frontera 2019.



Fuente: Conacyt, construida a partir del informe de autoevaluación del ejercicio 2021.

Algunos proyectos destacados apoyados en la convocatoria Ciencia de Frontera 2019

A sólo tres años de comenzar a impulsar a la ciencia básica y de frontera –incluida la infraestructura–, el Conacyt ha obtenido resultados palpables con potenciales impactos en nuestra sociedad y cultura, con avances significativos del saber científico y la generación de nuevo conocimiento dirigido a problemas en diversos campos de las ciencias. Se reseñan a continuación algunos ejemplos de proyectos que han recibido apoyo en el marco de las convocatorias de Ciencia de Frontera.

Cápsidas virales como terapéuticos para cáncer de mama

En 2020 México registró un 28% de cáncer de mama de entre todos los casos de cáncer en mujeres. A pesar del uso de terapias convencionales, los resultados terapéuticos han sido muy bajos. Ante el crecimiento de casos para los próximos 20

años, este proyecto tiene el propósito de contribuir con una opción terapéutica de menor toxicidad basada en el uso de nanopartículas (biocompatibles y biodegradables) similares al virus basado en ARN, obtenidas de plantas de cebada infectadas con virus; al extraer el virus estas cápsides virales y su material genético pueden removerse; más tarde, el virus actúa por dentro como un ensamblaje proteico hueco que puede usarse para administrar agentes terapéuticos (fármacos) de menor toxicidad. Esto contribuirá a mejorar la calidad de vida de las y los pacientes. *Este proyecto es un precursor para la investigación de nanopartículas multimodales similares a virus basado en el área de bionanotecnología.*



Para más información, véase. Conacyt México (19 de octubre de 2021). *Proyecto Conacyt-Ciencia de Frontera: "Cápsides virales como terapéuticos para el cáncer de mama"*. Video. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=XOMFNxUHjIO&t=32s>

Activando las colecciones de museos para los retos del siglo XXI

Nuestro país cuenta con 1 200 museos que 62 millones de personas visitaron en 2019. Aprovechando su posición social única, accesible y democrática, se proyecta que los museos en México se conviertan en espacios socialmente relevantes y que propicien el diálogo en torno a los problemas urgentes que tienen que ver con la crisis ambiental, la equidad, el género, la violencia, la justicia social, el respeto a la diversidad sexual y otros retos que enfrenta nuestra sociedad. A través del micrositio *objetosendialogo.mx* se documentan diversas iniciativas que se llevan a cabo en México y Latinoamérica con el propósito de

compartirlas a través del acceso gratuito a recursos y herramientas. *Este proyecto basado en la antropología social es una alternativa para atender los problemas sociales a través de la conversión de los museos en instituciones socialmente relevantes.*



Para más información, véase. Conacyt México (5 de abril). Proyecto Conacyt Ciencia de Frontera: Activando las colecciones de museos para los retos del s. XXI. Video. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=VdOdpzvopBE>

Nanomateriales en aplicaciones de agricultura sustentable

Para mejorar la agricultura sustentable y libre de contaminantes en aguas, suelos y cultivos, se han desarrollado materiales nanométricos (biocompatibles, biodegradables) con capacidad de almacenar sustancias biocidas (antibacteriales, antifúngicas) para su liberación de forma controlada y eficiente sin afectar cultivos, suelos ni aguas. *Esta investigación es un proceso alternativo para proteger la biodiversidad y lograr una agricultura sostenible.*



Para más información, véase. Conacyt México (24 de noviembre de 2021). Proyecto Conacyt-Ciencia de Frontera: "Nanomateriales en aplicaciones de agricultura sustentable". Video. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=wKitqzQ8d9s>

Los ajolotes y su microbioma ante enfermedades emergentes

Con el objetivo de contribuir a la conservación de especies endémicas que forman parte de la riqueza biocultural, este proyecto de investigación estudia el microbioma de la piel de los ajolotes mexicanos. Los microbiomas tienen una función protectora ante enfermedades emergentes, ya que estas bacterias pueden proteger a dichas especies de enfermedades por hongos. *A través de este estudio se promueven estrategias de conservación de especies relevantes para la biología (específicamente anfibios), la historia evolutiva y sistemática de las salamandras, los microbiomas, la conservación y los aspectos socioecológicos.*



Para más información , véase. Conacyt México (17 de diciembre de 2021). Proyecto Conacyt-Ciencia de Frontera: "Los ajolotes y su microbioma ante enfermedades emergentes". Video. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=sqJck4owJ50>

Evaluación de alta resolución de las propiedades sísmicas

El proyecto de investigación consiste en medir las vibraciones del suelo a lo largo de una fibra óptica que se encuentra desplegada en el interior de la ciudad y que mide su deformación (variable no estudiada hasta ahora). *Este proyecto está basado en el área de la ingeniería para mejorar la respuesta sísmica del Valle de México y los mapas de peligro sísmico.*



Para más información , véase. Conacyt México (17 de septiembre de 2021). *Proyecto Conacyt- Ciencia de Frontera: "Evaluación de alta resolución de propiedades sísmicas"*. Video. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=13awAWzfK7w>

Nueva visión e impulso a infraestructura científica y tecnológica: Laboratorios Nacionales 2019-2021 con tecnología pertinente y planeación estratégica

El desarrollo de la ciencia requiere de insumos para su realización. Para este fin se han aprobado 1221 millones de pesos para 440 proyectos de infraestructura científica y tecnológica y laboratorios nacionales; con ello se buscó equipar a diferentes instituciones de educación y centros de investigación, incluidos sus distintos laboratorios y talleres, dotándolos con tecnología de punta para el trabajo científico, para estimular el uso de «infraestructuras complementarias», e incrementar los beneficios al actuar conjuntamente.

Programa de Laboratorios Nacionales Conacyt

Una de las acciones más importantes para incidir en la generación y fortalecimiento de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación son los Laboratorios Nacionales Conacyt. A 2021 se tienen 90 Laboratorios Nacionales registrados; la iniciativa comenzó hace más de 6 años con una perspectiva completamente diferente con la que se trabaja en la nueva administración del Conacyt.

Por ejemplo, durante el periodo 2014-2018, la inversión en el Programa de Laboratorios Nacionales Conacyt fue de 1327.2 millones de pesos. A pesar de la cantidad de dinero disponible para apoyar a los Laboratorios, las convocatorias

emitidas cada año no lograron rebasar la cobertura del 52 % es decir, del total de laboratorios nacionales registrados, sólo participaron en la convocatoria poco más de la mitad de ellos. El mismo comportamiento se dio durante todo el periodo 2014-2018, dejando ver una clara ineficiencia presupuestal.

Tabla 7. Presupuesto aprobado del Programa de Laboratorios Nacionales Conacyt y Laboratorios Apoyados, 2014-2018.

Años	Presupuesto aprobado (mdp)	Laboratorios apoyados
2014	320	33
2015	326.8	41
2016	286.4	41
2017	202	60
2018	192	60
Total	1327.2	

Fuente: Conacyt, registros administrativos de Laboratorios Nacionales Conacyt de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico, 2014-2018.

A diferencia del periodo anterior, cuando el Programa de Laboratorios Nacionales apoyó infraestructura de manera ineficiente, no equitativa y carente de una visión estratégica que diera prioridad a la atención de los problemas prioritarios de la ciencia y la sociedad, desde 2019 el Programa ha tomado un rumbo distinto y sus recursos tienen el propósito de apoyar el mantenimiento y operación de las infraestructuras científicas y tecnológicas ya establecidas. Con ello se quiere impulsar el aprovechamiento y consolidación de los recursos y los esfuerzos ya invertidos. Además, este programa cuenta con lineamientos claros, aprobados por la Junta de Gobierno del Conacyt, lo que le proporciona mayor definición como instrumento de política de fortalecimiento a la infraestructura científica y tecnológica nacional. Asimismo, este programa está operado y totalmente articulado entre las dos áreas sustantivas del Conacyt: desarrollo científico y desarrollo tecnológico, vinculación e innovación.

Los Laboratorios Nacionales del nuevo Conacyt se articulan con instituciones del sector de НСТІ, con infraestructura disponible en al menos dos entidades de la República

buscando impulsar la descentralización y la generación de complementariedades que permitan potenciar las capacidades de los Laboratorios. Asimismo, la definición temática de cada Laboratorio está alineada a los objetivos del Peciti 2021-2024, a los ejes prioritarios del Consejo y a las prioridades nacionales. En los casos en que se genere lucro, éste se reinvierte en el sector de HCTI para así generar círculos virtuosos de inversión y fortalecimiento en actividades científicas, tecnológicas y de innovación.

Durante esta administración (2019-2021) se ha incrementado el radio promedio de cobertura de la convocatoria para llegar a 60%, lo que representa un avance promedio de 8% y una asignación más eficiente de los recursos públicos, lo que mejora así la cobertura aun con menos recursos disponibles.

Tabla 8. Presupuesto aprobado del Programa de Laboratorios Nacionales Conacyt y Laboratorios Apoyados, 2019-2021.

Años	Presupuesto aprobado (mdp)	Laboratorios apoyados
2019	64.5	49
2020	49.9	52
2021	80	62
Total	194.4	163

Fuente: Conacyt, registros administrativos de Laboratorios Nacionales Conacyt de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico, 2014-2018.

Uno de los ejemplos más destacados de infraestructura científica en favor del pueblo es el Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola, Médica y Ambiental (LANBAMA-IPICYT), ubicado en San Luis Potosí. Ante la emergencia sanitaria de la COVID-19, LANBAMA realizó las acciones necesarias para montar un servicio de diagnóstico molecular dirigido a la detección del virus SARS-CoV-2 mediante PCR en tiempo real. El laboratorio obtuvo el reconocimiento del Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (INDRE) para la realización de pruebas de detección del virus, el IPICYT fue uno de los primeros centros Conacyt que recibieron el reconocimiento para efectuar dicho diagnóstico.

Actualmente este Laboratorio ofrece cerca de 50 servicios en ciencias ambientales y biología molecular. Van desde la secuenciación de ADN, pruebas PCR, pruebas de efectividad

biológica *in vitro*, detección de plaguicidas, determinación de cloruros, fluoruros y nitrógeno amoniacal en agua hasta medición de pH, entre otros. Con todas sus actividades, LANBAMA ha logrado cumplir sus objetivos de apoyar al sector académico contribuyendo además a resolver problemáticas de la región donde opera.



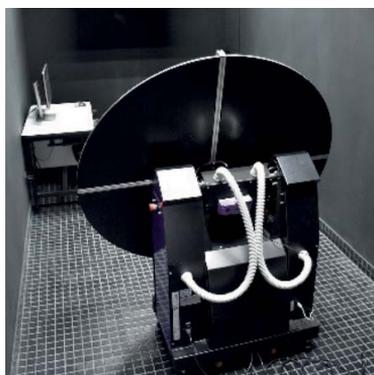
Otro ejemplo es el Laboratorio Nacional de Rayos Gamma HAWC (por sus siglas en inglés, High Altitude Water Cherenkov), sucesor del observatorio de rayos gamma Milagro, que estaba instalado en Nuevo México y está a cargo del Instituto de Astronomía, el Instituto de Física, el Instituto de Geofísica y el Instituto de Ciencias Nucleares de la UNAM. Este Laboratorio en consolidación hace la observación indirecta de rayos gamma mediante la detección de la luz de Cherenkov que éstos producen al atravesar el agua, así como investigación en física experimental de altas energías.

La construcción y operación de HAWC es binacional y está financiada por el Conacyt y la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM, en México, y por parte de los Estados Unidos por la National Science Foundation (NSF), el US Department of Energy (DOE), Office of High-Energy Physics, y The Laboratory Directed Research and Development (LDRD) Programa de Los Alamos National Laboratory (LANL). HAWC es una colaboración internacional entre más de 30 instituciones en México, los Estados Unidos, Europa, América del Sur y Asia.



El Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y la Conservación del Patrimonio Cultural (LANCIC) es también un destacado ejemplo. Este laboratorio tiene como objetivo promover el uso de infraestructuras especializadas y técnicas de punta para el desarrollo de investigación avanzada en ciencias y humanidades para el estudio material y la conservación del patrimonio cultural mexicano.

Se integra por especialistas y laboratorios de los Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Investigaciones Estéticas de la UNAM, así como del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ) y del Centro de Investigaciones en Corrosión (Cicorr) de la Universidad Autónoma de Campeche.



El LANCIC hace estudios de materiales de los objetos patrimonio y sus alteraciones mediante innovadoras técnicas *in situ* de imagenología multi e hiperespectral, empleando diversas radiaciones y métodos espectroscópicos con equipos únicos en el país (XRF, Raman, FTIR, FORS, PIXE-RBS). Lleva a cabo el análisis de micromuestras con técnicas avanzadas de microscopía óptica y electrónica (MEB-EDS) y métodos químicos (HPLC-EM-SQ-TOF, CG-EM-SQ, RMN) y electroquímicos, y desarrolla estrategias para resolver las complejas problemáticas de alteración y conservación de los bienes culturales en contextos mexicanos, considerando los efectos ambientales con estudios *in situ* y de degradación acelerada en laboratorio.

El LANCIC promueve y participa en redes nacionales e internacionales vinculadas al estudio material del patrimonio cultural, como las redes europeas IPERION HS (por sus siglas en inglés Integrating Platforms for the European Research Infrastructure on Heritage Science) y E-RIHS (European Research Infrastructure for Heritage Science).

Destaca también el Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables (LNVCS), que desarrolla tareas sustantivas de desarrollo tecnológico, innovación, investigación, vinculación y de formación académica en temas de vivienda y comunidades sustentables. Está integrado por cinco universidades: Universidad de Sonora, Universidad Nacional Autónoma de Chiapas, Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y Universidad Nacional Autónoma de México.

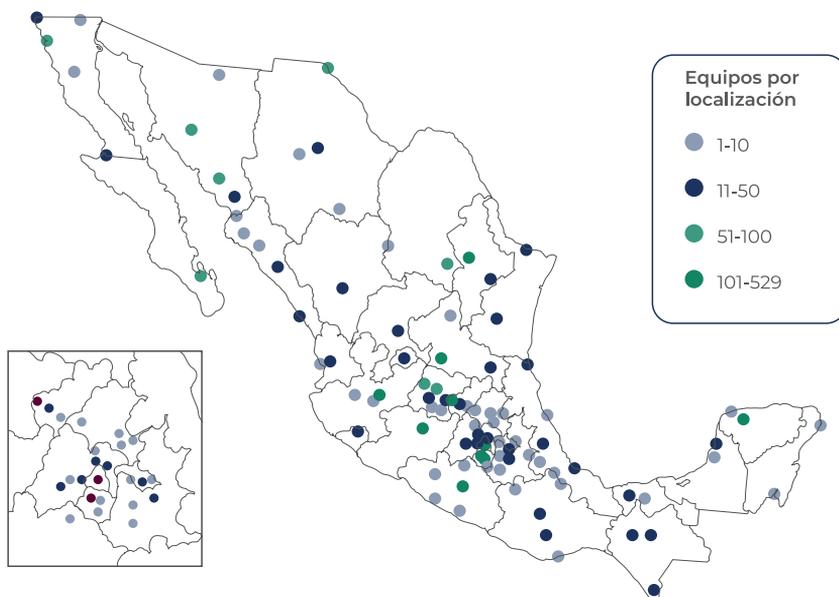
La misión del Laboratorio Nacional de Vivienda y Comunidades Sustentables se orienta a la generación de esquemas de vinculación y sinergias colaborativas entre actores públicos, privados y sociales en áreas asociadas a lo urbano-ambiental, tecnología e innovación, diseño y proyectos, sociedad economía y al patrimonio construido, todas áreas vinculables a la vivienda y las comunidades urbanas sustentables. Al mismo tiempo, su gestión promueve la optimización de recursos desde la prestación de servicios y soluciones en el sector de la vivienda y sus temas estratégicos, bajo estándares de acreditación internacionales y con rangos de cobertura a nivel local, regional, nacional e internacional (UNACH, 2016).

Catálogo Nacional de Infraestructura Científica

Es imprescindible mencionar otro esfuerzo del Conacyt: el fortalecimiento del Catálogo Nacional de Infraestructura Científica y Tecnológica. El propósito es poner a disposición y alcance de las comunidades de HCTI, y del público en general, información relativa al equipamiento de la infraestructura científica para su aprovechamiento.

Además de integrar en un solo sitio la información sobre las capacidades físicas, permite la identificación de potenciales acciones de colaboración entre IES, centros públicos de investigación y entidades del sector privado y social.

Mapa 1. Distribución de la infraestructura apoyada por el Conacyt, 2021.



Fuente: Conacyt, Catálogo Nacional de Infraestructura Científica y Tecnológica, Dirección Adjunta de Desarrollo Científico y Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2021

Catálogo disponible para su consulta en: <https://catalogoinfra.conacyt.mx/>

III. PROGRAMAS NACIONALES ESTRATÉGICOS (PRONACES)

Programas Nacionales Estratégicos: federalización e incidencia sustantivas de las HCTI, 2019-2021

Desde el Consejo se ha impulsado la articulación e involucramiento de las comunidades científicas y tecnológicas y de diversos sectores para articular los esfuerzos de investigación en torno a problemas nacionales concretos concernientes a la salud, el cambio climático, la transición energética, la urbanización acelerada, la emergencia de enfermedades crónico-degenerativas y otras comorbilidades identificadas como altamente endémicas entre la población mexicana, la destrucción de los ecosistemas, entre otros más. Estos esfuerzos conforman los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces), y están alineados a las tres grandes prioridades definidas durante el Consejo General 2020 (salud, energía y seguridad humana) para contribuir de manera más efectiva a la generación de plataformas de cambios sociales y a la solución de las más apremiantes necesidades del país.

Con un modelo que busca la maduración y la incidencia de los proyectos de investigación en los problemas prioritarios, se transita de *semillas del conocimiento* o proyectos base a *Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia* para promover el dialogo intersectorial con otras instituciones de la administración pública federal, así como con organizaciones sociales y comunitarias y sector privado. De esta manera se busca generar resultados que sean de utilidad en la toma de decisiones y en la contribución para solucionar las problemáticas que les dieron origen (incidencia).

El desarrollo de estos proyectos está acompañado de la integración de Ecosistemas Nacionales Informáticos –espacios de acceso abierto para el análisis de datos y visualización de información– de las 10 agendas temáticas prioritarias con el fin de promover el acceso universal y gratuito a los resultados de la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, en especial los financiados con recursos públicos.

Muchos de los proyectos que han sido apoyados en el marco de los Pronaces están alineados para contribuir en la solución de algunos de los proyectos prioritarios para el país, señalados por el gobierno de la Cuarta Transformación.

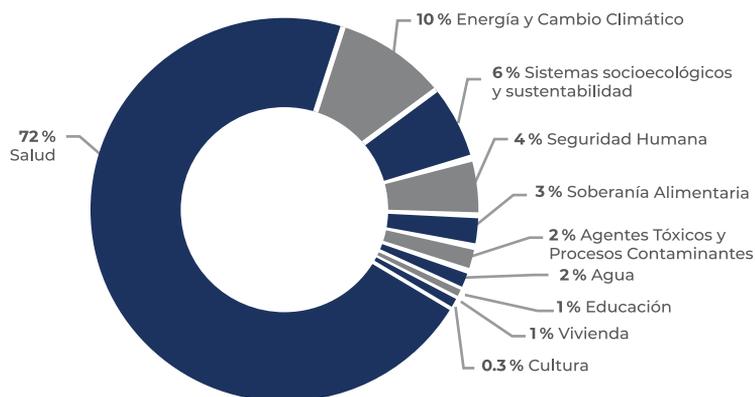
Tabla 9. Articulación de los Pronaces con proyectos y programas prioritarios

PRONACES	PROYECTOS Y PROGRAMAS PRIORITARIOS DEL GOBIERNO DE MÉXICO
SISTEMAS SOCIOECOLÓGICOS	Desarrollo del Istmo de Tehuantepec Cuenca Grijalba Rescate del lago de Texcoco Ordenamiento y gestión comunitaria del territorio Mortalidad del manatí
AGENTES TÓXICOS	Regiones de emergencia ambiental y sanitaria Plan de Justicia para el pueblo Yaqui
SEGURIDAD HUMANA	Acceso a la verdad y justicia a las violaciones graves a los derechos humanos Prevención, atención y erradicación de la violencia contra las mujeres Causas estructurales de la migración
EDUCACIÓN	La Escuela es Nuestra Planes y programas de estudio y libros de texto de educación básica Estrategia Nacional de Alfabetización Formación de Formadores
ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO	Plan Nacional de Energía Eléctrica Programa Especial de Cambio Climático Transición eléctrica Litio Energías limpias
AGUA	Lago de Texcoco Agua para La Laguna
SOBERANÍA ALIMENTARIA	Grupo Intersectorial de Salud, Alimentación, Medio Ambiente y Competitividad (GISAMAC) Sembrando Vida Decreto presidencial para la sustitución del glifosato Estrategia Nacional Agroecológica
VIVIENDA	Políticas e instrumentos de desarrollo urbano y ordenamiento territorial para el acceso justo al hábitat en contextos rurales, semiurbanos y urbanos.
CULTURA	Protección y transmisión de saberes locales asociados a la preservación sustentable de la diversidad biológica.
SALUD	Programas y acciones en materia de salud.

Fuente: Conacyt, Dirección Adjunta de Desarrollo Científico y Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2021.

En términos de montos, y derivado de la emergencia sanitaria por COVID-19, los Pronaces han apoyado consistentemente la investigación y el desarrollo tecnológico y la innovación en salud, con más del 70% del monto total de los proyectos a este tema.

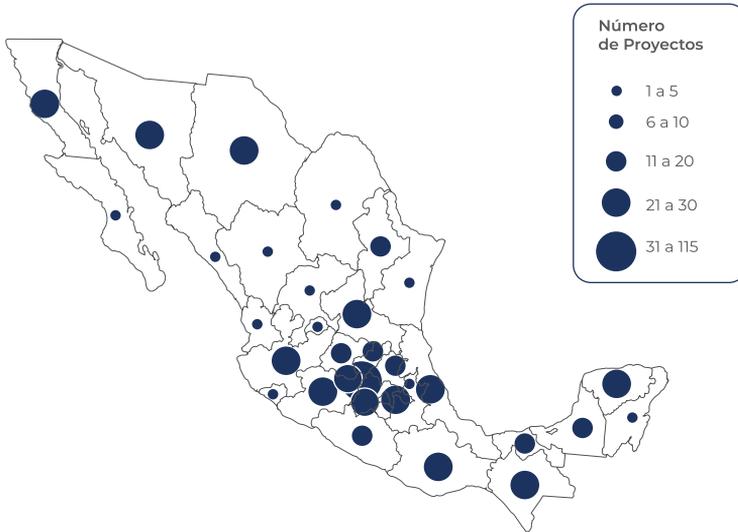
Gráfica 20. Distribución porcentual del monto aprobado de proyectos alineados por Pronaces hasta diciembre de 2021.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico, la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y la Dirección de Vinculación y Enlace Nacional e Internacional, 2021.

El Conacyt ha convocado a líderes científicos, tecnológicos y de innovación y ha articulado la colaboración interdisciplinaria para atender los diferentes problemas nacionales con la intención de construir proyectos que tengan incidencia en todo México. A sólo dos años de haber implementado el programa, se ha logrado que los Pronaces lleguen a todo México, con diferentes programas alineados a todas las agendas temáticas, con más de 800 millones de pesos, presentando en cada entidad federativa al menos un proyecto.

Mapa 2. Proyectos aprobados por entidad federativa. Pronaces, 2019-2021.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico, la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y la Dirección de Vinculación y Enlace Nacional e Internacional, 2021.

Agenda de investigación científica, tecnológica e innovación alineada a la atención y solución de diez problemáticas nacionales concretas

Se tienen identificadas diez problemáticas prioritarias que, por su importancia y gravedad en el territorio nacional, requieren de atención inmediata y de una solución exhaustiva. Además, se busca impulsar a las comunidades científicas, tecnológicas y de innovación para que realicen aportaciones o, en su caso, prevengan y resuelvan dichas problemáticas de alto impacto. Como se mencionó líneas arriba, los Pronaces incluyen proyectos que se conceptualizan como semillas: maduran y en algunos casos, llegan a convertirse en Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii). Es importante señalar que en todos los Pronaces hay un componente clave de desarrollo tecnológico e innovación que se detallará en la siguiente sección.



Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes

Promueve agendas de investigación e incidencia que apoyan e impulsan la defensa de los derechos ambientales y territoriales, así como el derecho colectivo a la salud en nuestro país, mediante acciones que contribuyen a restaurar los ecosistemas que han sido dañados, así como a mejorar la calidad de vida y el bienestar de las comunidades directamente afectadas.

92 proyectos semillas postulados.
19 proyectos semillas autorizados.

16 Pronaii postulados.
6 Pronaii autorizados.

Acción destacada. Visibilización narrativa de las Regiones de Emergencia de Salud y Ambiental (RESA), así como la creación del Grupo de Coordinación Interinstitucional como un instrumento concreto de incidencia



Agua

Promueve agendas de investigación e incidencia para identificar, conocer y generar alternativas para solucionar aquellos problemas del ciclo socio-natural del agua cuya gravedad exige la articulación de nuevos sujetos sociales e instrumentos en campos de acción propicios para garantizar condiciones de justicia hídrica y ambiental en el país.

114 proyectos semillas postulados.
47 proyectos semillas autorizados.

30 Pronaii postulados.
9 Pronaii autorizados.

Acción destacada. Convocatoria 2021-2022 emitida con enfoque regional que busca aprovechar las capacidades de actores locales, académicos, políticos y sociales.



Cultura

Busca propiciar el reconocimiento de las memorias, saberes, tecnologías, expresiones y prácticas, generadas desde la diversidad cultural y biocultural que nos define como país, para, con ello, entender los problemas nacionales y generar soluciones integrales, profundas y amplias que consideren la pluriculturalidad nacional.

101 proyectos semillas postulados.
51 proyectos semillas autorizados.

Acción destacada. Convocatoria 2021 para apoyara los Pronaii que contribuyan a la producción, protección, reconocimiento y resignificación de las memorias y la diversidad cultural y biocultural en México.



Educación

Tiene como objetivo fomentar la inclusión social y la autonomía de las personas mediante procesos de fortalecimiento de la lectoescritura, la educación cívica para la paz, los lenguajes formales, las vocaciones científicas, la educación indígena y la evaluación educativa horizontal.

116 proyectos semillas postulados.
29 proyectos semillas autorizados.

14 Pronaii postulados.
7 Pronaii autorizados.

Acción destacada. Colaboración con la Secretaría de Educación Pública en la actualización de planes y programas de estudio de educación básica



Energía y Cambio Climático

Busca generar líneas estratégicas para conseguir una transición energética sustentable a través del desarrollo de tecnologías, innovaciones sociales y técnicas, métodos y procedimiento de eficacia probada, e impulsar investigación para un desarrollo nacional de bajas emisiones de carbono así como definir acciones para enfrentar la vulnerabilidad actual de la sociedad, los ecosistemas y los sectores productivos expuestos a los efectos adversos del cambio climático.

297 proyectos semillas postulados.
56 proyectos semillas autorizados.

136 Pronaii postulados.
26 Pronaii autorizados.

Acción destacada: Creación de la Plataforma Nacional Energía, Ambiente y Sociedad. Repositorio integral, constantemente actualizado y abierto sobre el sistema energético mexicano con herramientas de visualización, modelado y análisis de escenarios que puedan servir como instrumento de consulta de la sociedad y para contribuir al diseño de políticas públicas para instrumentar una transición energética social y ambientalmente sustentable.



Salud

Busca generar conocimiento y acciones estratégicas que contribuyan a la prevención, diagnóstico, manejo y control de los principales problemas de salud de la población.

245 Pronaii postulados.
55 Pronaii autorizados.

Acción destacada. Instalación del laboratorio de Citómica para el cáncer infantil, pionero en América Latina, como parte del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia Pronaii Leucemia infantil.

Impulsa un nuevo modelo de aproximación a las problemáticas nacionales de violencia estructural y movilidad humana.



Seguridad Humana

201 proyectos semillas postulados.
49 proyectos semillas autorizados.

24 Pronaii postulados.
12 Pronaii autorizados.

Acción destacada: Vinculación con el Grupo Interinstitucional de Estrategia contra Violencias (GIEV) para la protección integral para las mujeres, niñas, niños, adolescentes y adultas mayores que viven violencias de género.



Sistemas Socioecológicos

Busca impulsar la coproducción de conocimiento a nivel técnico-científico, institucional y comunicativo para llevar a cabo acciones de conservación, restauración, uso y aprovechamiento de los ecosistemas, de los recursos naturales y de la biodiversidad desde una perspectiva de sustentabilidad y de justicia social.

193 proyectos semillas postulados.
49 proyectos semillas autorizados.

39 Pronaii postulados.
18 Pronaii autorizados.

Acción destacada: Presentación del modelo de ordenamiento ecológico aprobado por unanimidad por el recién instalado Comité de Ordenamiento Ecológico Local del Territorio de Calkiní en Campeche



Soberanía Alimentaria

Se propone modificar el sistema agroalimentario para contribuir al bienestar de la población mexicana.

92 proyectos semillas postulados.
36 proyectos semillas autorizados.

133 Pronaii postulados.
27 Pronaii autorizados.

Acción destacada: 92 solicitudes recibidas en la convocatoria 2021 sobre elaboración de protocolos de investigación e incidencia de soberanía alimentaria y 133 en la convocatoria de Pronaii.



Vivienda

Busca promover agendas de investigación e incidencia que contribuyan a resolver problemas nacionales complejos asociados a la vivienda y el hábitat sustentable.

42 proyectos semillas postulados.
29 proyectos semillas autorizados.

22 Pronaii postulados.
Las propuestas se encuentran en proceso de evaluación.

Acción destacada: Se ha desarrollado una estrategia de integración de colectivos de investigación-incidencia en un entorno de producción horizontal del conocimiento en materia de vivienda.

Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Científico, la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación, y la Dirección de Vinculación y Enlace Nacional e Internacional, 2021, para cuidar la coherencia de los datos postulados con los autorizados se presenta la actualización al primer trimestre de 2022.

Ecosistemas Nacionales Informáticos

Uno de los elementos fundamentales de los Pronaces son los Ecosistemas Nacionales Informáticos (ENI), que constituyen herramientas en ciencia de datos, tecnologías inteligentes y cómputo que generan, integran y permiten la visualización de información pública útil para la toma de decisiones en distintas áreas problemáticas. Con el fin de ofrecer información dirigida a especialistas en el tema, los ENI se organizan en diferentes capítulos y éstos, a su vez, se hallan asociados a repositorios digitales con documentos, materiales y sistemas de análisis relacionados o derivados de diferentes proyectos e investigaciones científicas.

Su valor no sólo radica en constituirse como un repositorio de información, sino que su construcción es producto de un trabajo de articulación interinstitucional con la Administración Pública Federal, organizaciones sociales, comunitarias y del sector privado. Al cierre de 2021 existían siete ENI publicados o en desarrollo.

ENI Salud

El Ecosistema Nacional Informático de Salud (ENI Salud) es un ambiente informático de libre acceso que ofrece al público información específica generada por los Pronaii, que forman parte del Pronaces Salud.

En el ENI Salud, el Conacyt crea una plataforma con información de calidad, útil, confiable y con herramientas eficientes, en la que la comunidad científica y los funcionarios pueden apoyarse para aclarar los rumbos de sus investigaciones o la planificación estratégica.

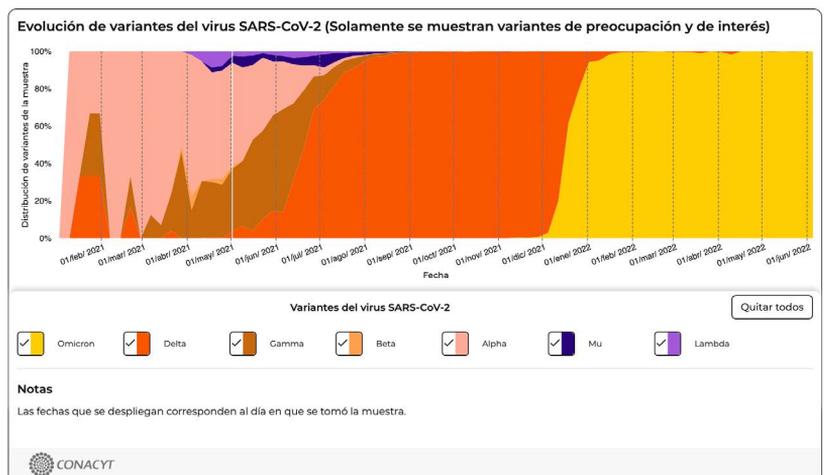


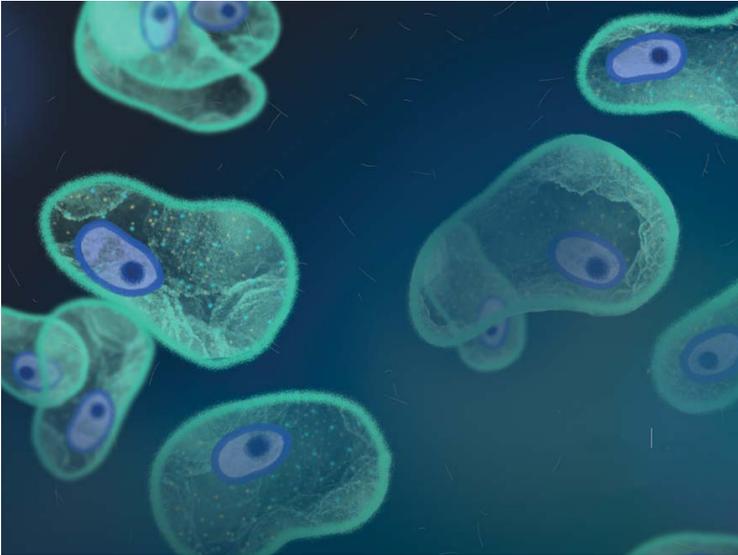
La desagregación en la que se encuentra organizado el ENI permite ordenar la información recopilada de diversas fuentes, con el fin de realizar un mejor análisis a través de una excelente visualización de los datos, proporcionando lo necesario para la toma de decisiones sobre el tema, en este caso, sobre la pandemia de la enfermedad COVID-19, producida por el virus SARS-CoV-2.

Como ejemplo, dentro del ENI Salud se encuentra el capítulo «Conacyt frente a la COVID-19» (<https://salud.conacyt.mx/coronavirus/>), en el cual se han articulado capacidades, tecnologías inteligentes y herramientas en ciencias de datos en ejes como:

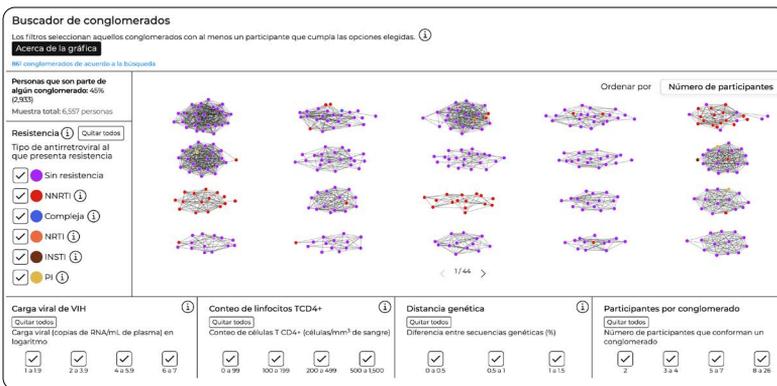
- Vigilancia de variantes del virus SARS-CoV-2.
- Repositorio de datos y de investigaciones sobre la COVID-19.
- Análisis espaciales y geográficos, sistemas de información geográfica.
- Plataforma para la Planeación Logística de la Campaña Nacional de Vacunación.
- Dispositivos médicos y vacunas.

Otro ejemplo es el capítulo «Productos de investigación y modelado de datos COVID-19» coordinado desde el Conacyt, en colaboración con distintos actores como el CIMAT, Instituto de Matemáticas, INFOTEC, CentroGeo, la CONABIO el INEGI.





El ENI Salud también se encuentra el capítulo “Red de transmisión y vigilancia de farmacoresistencia del VIH en la CDMX”, que busca dar a conocer los avances obtenidos sobre la secuenciación genómica del virus de inmunodeficiencia humana (VIH) en la Ciudad de México (<https://salud.conacyt.mx/vih/>).



ENI Soberanía Alimentaria

El ENI Soberanía Alimentaria está enfocado en impulsar los esfuerzos de diferentes instituciones del sector académico, público, privado y social preocupadas ante diversas problemáticas en diferentes localidades del país y por crear en ellas

un centro de estabilidad agroalimentaria para así afrontar la sustentabilidad alimentaria y el fortalecimiento del campo en México.

Dentro de este ENI encontramos hasta ahora dos grandes capítulos:

BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS AL GLIFOSATO



Este primer capítulo surge acompañado del decreto por parte del actual gobierno de México, encabezado por el presidente de la república, para sustituir, con límite al año 2024, la importación, distribución, promoción y uso de glifosato, un agrotóxico popularizado en los diferentes gobiernos neoliberales para la eliminación de hierbas no deseadas en los campos agrícolas, parques, carreteras y algunos cuerpos de agua. Existe un sinnúmero de estudios científicos que muestran los múltiples y graves daños a la salud causados por este tóxico, así como su enorme impacto al medio ambiente. Dentro de este capítulo se incluye el expediente científico sobre el glifosato y los cultivos genéticamente modificados, en los que se presenta evidencia de los perjuicios ambientales y daños a la salud relacionados con la aplicación de glifosato. Se incluye también una primera agenda con ejes para un sistema agroalimentario libre de glifosato y cultivos genéticamente modificados. (<https://alimentacion.conacyt.mx/glifosato/>)



El segundo capítulo lo compone el programa PIES-AGILES, un programa de formación dirigido a especialistas en soberanía alimentaria desde las agriculturas ecológicas que buscan la supresión gradual del uso del glifosato y otros agrotóxicos. El ENI de PIES-AGILES contiene información que contribuye a la comprensión de problemáticas agroalimentarias y su transformación desde iniciativas de investigación, acción participativa, experimentación, innovación, consolidación y expansión de procesos comunitarios, desde el diálogo de saberes y la praxis colaborativa hacia la consolidación de las transiciones agroecológicas en sus territorios de incidencia. (<https://alimentacion.conacyt.mx/piesagiles/>)

ENI Seguridad Humana

Enmarcados en este ENI, hay actualmente en desarrollo dos proyectos importantes:

- **Proyecto Angelus.** Tiene como objetivo desarrollar y poner en funcionamiento un sistema informático que permita organizar el corpus documental sobre violaciones graves a los derechos humanos perpetradas por agentes de contrainsurgencia del Estado mexicano durante el periodo conocido como Guerra Sucia.

- **Violencia contra las mujeres.** Con objeto de poner a disposición de las mujeres que lo necesiten una herramienta que sistematice la información sobre servicios a los que pueden acceder si son víctimas de violencia, así como información relevante sobre el tema.

ENI Sistemas Socioecológicos

Este ENI busca contribuir a generar acciones de conservación, restauración, uso y aprovechamiento de ecosistemas, recursos naturales y biodiversidad desde una perspectiva en que la sustentabilidad y la justicia social sean de vital importancia para la cogeneración de alternativas de incidencia en la búsqueda de un desarrollo sustentable.

Dentro de este Ecosistema se inserta el capítulo «Rescate del lago de Texcoco» (<https://socioecologia.conacyt.mx/texcoco/>) que contiene información documental y científica, datos y material de difusión para contribuir en la búsqueda de soluciones para la preservación del «corazón hidrológico de la Cuenca de México: el lago de Texcoco». La información, a través de este ENI, está disponible para la consulta de la población general, pero es especialmente útil para quienes históricamente han sido defensoras y defensores de este territorio (Conacyt, 2021d).



ENI Agua

El tema del agua es un elemento de cohesión entre todos los sectores de la sociedad. Para administrarla correctamente es indispensable tener certezas de cuánta hay, en qué condiciones reales de calidad está y cómo se distribuye actualmente. Para responder a esto y realizar un seguimiento puntual a dichos temas se desarrolla el ENI Agua por parte de Conacyt con la guía de expertos en la materia y de las más prestigiadas y especializadas instituciones del país.

Dentro del ENI Agua, se desarrolla el capítulo «Agua y cuencas en México» que contará con una herramienta que muestra, a través de visualizaciones, diversos indicadores sobre el estado de la calidad del agua en México.



ENI Cultura

Dentro del **ENI Cultura** se tiene el capítulo «Pueblos indígenas y afromexicano» en el que se crea el Sistema Nacional de Información sobre Pueblos Indígenas y Afromexicano, que integra

diversas fuentes de información estadística y geográfica que permitirán acercar al pueblo de México al conocimiento general de los pueblos indígenas del país y ayudar a la toma de decisiones en materia de política social.

ENI Energía y Cambio Climático

Como parte del **ENI Energía y Cambio Climático** se desarrolla la Plataforma Nacional Energía, Ambiente y Sociedades **PLANEAS** (<https://energia.conacyt.mx/planeas/>), un proyecto nacional de investigación e incidencia transversal del Pronaces de Energía y Cambio Climático que tiene como objetivo construir un repositorio integral, constantemente actualizado y abierto sobre el sistema energético mexicano con herramientas de visualización, modelado y análisis de escenarios que puedan servir como instrumento de consulta de toda la sociedad. Con dicho proyecto se espera contribuir al diseño de políticas públicas y de esta manera instrumentar una transición energética social y ambientalmente sustentable.



El proyecto consta de tres ejes principales:

1. Consolidar y completar un sistema de bases de datos con información energética, ambiental y social
2. Analizar la información recopilada y presentarla mediante

una plataforma de visualización abierta a la sociedad e integrada en el Ecosistema Nacional Informático de Conacyt, con reportes periódicos

3. Desarrollar un modelo holístico de sistema energético y herramientas para su planificación con *software* libre, útiles a los tomadores de decisiones para desarrollar las políticas del sector con una visión integral, considerando las características energéticas, restricciones ambientales y sociales, y rasgos socioeconómicos y culturales a nivel regional.

Dentro de este ENI destaca también el capítulo sobre «Sargazo», (<https://conacyt.mx/sargazo/index.php>), en el que se comparte información acerca de los arribazones de sargazo a las costas mexicanas, incluyendo diagnóstico y propuestas para su adecuada atención.



Primeros resultados de los Pronaces

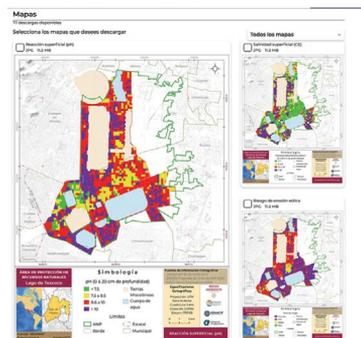
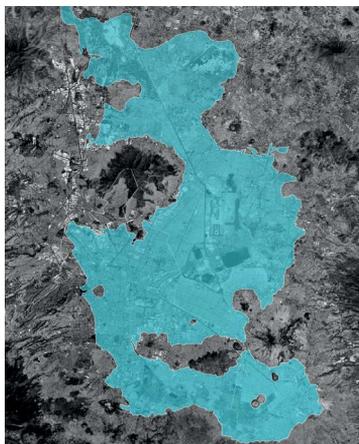
Los proyectos comienzan a registrar resultados importantes en los sectores, las comunidades o las áreas donde se desarrollan. Es el caso, por ejemplo, del Pronaces Sistemas Socioecológicos, con el cual se apoyó un proyecto de investigación e incidencia a cargo de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Este permitió presentar la propuesta de modelo de ordenamiento ecológico que fue aprobado por unanimidad por el recién instalado Comité de Ordenamiento Ecológico Local del Territorio de Calkiní, en Campeche. Este

instrumento de política pública para la defensa del pueblo es el primero de Campeche construido con base en el diálogo y con el objetivo de defender al pueblo de Calkiní mediante la regularización, protección y preservación de su tierra.



Fuente: Gobierno de México.

Otro ejemplo representativo de los resultados de los Pronaces es el **Proyecto Prioritario Rescate del lago de Texcoco**. Muy oportunamente se emitieron diagnósticos y una serie de recomendaciones en diferentes ámbitos –impactos ecológicos y sociales, biodiversidad, degradación del sistema hídrico local y regional, planeación territorial, aspectos de salud, impactos a la actividad agrícola regional, entre otros– que funcionan como base para detonar decenas de documentos con evidencia científica a fin de dirigir la creación del modelo de restauración del lago de Texcoco y las relaciones virtuosas entre las poblaciones humanas y los ecosistemas de la región. Es un ejemplo para el mundo de las nuevas fuerzas y capacidades productivas del país.

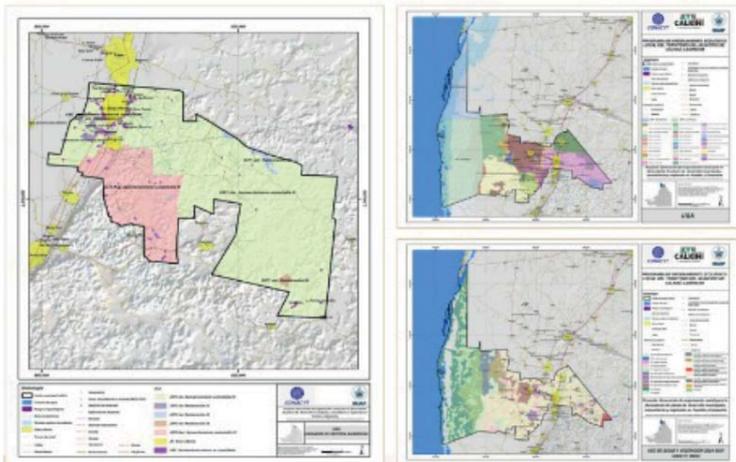


Estas sinergias están registradas para su consulta e interacción en el Ecosistema Nacional Informático de Sistemas Socioecológicos, capítulo «Rescate del lago de Texcoco», que constituye un entorno virtual que ha propiciado y facilitado la toma de decisiones instruida y adecuada. Los documentos incluyen un diagnóstico científico además de recomendaciones para la restauración socioambiental de la región, impactada por el proyecto fallido que pretendía construir un aeropuerto en la zona, así como un estudio inédito del estado y dinámica de los suelos y sedimentos del lago de Texcoco. Estos hallazgos confirman la particularidad única de la zona, en el mundo.

En esta misma línea está el proyecto **Desarrollo del Tren Maya**, otro gran ejemplo de la coordinación entre comunidades, asociaciones, centros públicos de investigación, academia y gobierno. El proyecto consiste en la generación de organizaciones sociales para formular planes de desarrollo comunitarios, municipales y regionales mediante la metodología de ordenamientos territoriales integrales en Yucatán y Campeche.

Algunos de los resultados que se tienen hasta el momento son:

- Incidencia en la región Pucc (43 núcleos agrarios en 5 municipios).
- Conformación de Comités de Ordenamientos Ecológicos Participativos.
- Publicación en las Gacetas Ecológicas Municipales.
- Se realizaron foros, talleres y sesiones especiales con más de 500 participantes.



La pandemia de COVID-19 dejó en claro la necesidad de poner al servicio del pueblo los resultados de la ciencia. Esta crisis nos hizo recordar la importancia de la investigación en el área de la salud y la atención a las problemáticas urgentes del país. El **Pronaces Salud** parte de la premisa de contribuir a la prevención, diagnóstico, manejo y control de los principales problemas de salud en la población mexicana, haciendo hincapié en las implementaciones necesarias desde el primer nivel de atención. En el marco del **Pronaces Salud** se llevan a cabo proyectos de investigación e incidencia en temas como cáncer, virología, leucemia infantil, medicina tradicional, desarrollo de dispositivos médicos y, por supuesto, COVID-19. Todos ellos implican esfuerzos interinstitucionales y de articulación.



De estos proyectos se tienen ya muchos resultados. Un ejemplo, como parte del **Pronaii Leucemia Infantil** que busca reducir la tasa de mortalidad temprana por leucemia linfoblástica aguda en niños, niñas y adolescentes de las regiones más vulnerables del país. Se tienen identificadas algunas regiones de emergencia leucémica (hotspots); en noviembre de 2021 se instaló el Laboratorio Conacyt de Citómica del Cáncer Infantil en el Centro de Investigación Biomédica de Oriente (CIBIOR-IMSS), con el primer citómetro de masas de alto nivel de multiplexado en México. Un laboratorio de alta tecnología, único en su tipo en América Latina, que brindará servicio a una región estratégica en el país debido a sus altas tasas de incidencia de leucemia linfoblástica aguda (LLA) y vulnerabilidad. Este laboratorio ha sido propuesto por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) como futuro Centro Nacional de Referencia para el diagnóstico de leucemias.

Para identificar moléculas y procedimientos de utilidad terapéutica basados en la manipulación del sistema inmune para ofrecer terapias para enfermedades complejas como el cáncer, se puso en marcha el **Pronai de Inmunoterapias**. Con este proyecto se han generado desarrollos terapéuticos en la primera etapa preclínica, como el péptido GK-1 para el tratamiento del cáncer, y las células T-reguladoras para evitar el rechazo al injerto renal, así como inmunoterapéuticos como el anti-TNF para el tratamiento de artritis reumatoide. Los ensayos preclínicos concluirán este año.

Finalmente, destacan los resultados del **Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia COVID-19**. En abril de 2020, el Conacyt emitió una convocatoria para apoyar proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación en salud ante la contingencia por COVID-19. En esta convocatoria participaron instituciones de salud pública, CPI, IES, LN, institutos tecnológicos, laboratorios especializados, micro, pequeñas y medianas empresas, y personas físicas o morales con actividad empresarial que desempeñan actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación. El objetivo de esta convocatoria fue que dichos proyectos contribuyeran a «la contención y mitigación de la pandemia, optimizando los recursos del país en temas de salud y generando la evidencia necesaria para la toma de decisiones oportuna, certera, eficaz e informada» (Conacyt, 2020).

Con esta convocatoria se apoyaron proyectos multidisciplinarios para la producción de dispositivos médicos como los ventiladores y ensayos clínicos para tratamientos contra el COVID-19, además del desarrollo de herramientas de diagnóstico, estudios epidemiológicos, investigaciones en alternativas terapéuticas, impactos psicológicos, estudios de población y territorio, entre otros múltiples esfuerzos enfocados a contrarrestar y estudiar los efectos de la pandemia entre la población.

Los proyectos apoyados en la convocatoria tienen un sector de incidencia muy claro. Por ejemplo, el proyecto «Caracterización clínica, genómica, transcriptómica, proteómica, y metabolómica de la infección por SARS-CoV-2 en mexicanos de la región costa del estado de Chiapas» busca caracterizar la historia natural del COVID-19 entre los chiapanecos y con ello identificar los factores genéticos e individuales que pudieran estar relacionados con los contagios en este estado.

Otro de los proyectos destacados es la «Búsqueda de biomarcadores epigenéticos basados en análisis bioinformáticos de transcriptomas obtenidos de muestras infectadas por SARS-CoV-2», mediante el cual investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana concluyeron que la «infección por SARS-CoV-2 podría cambiar el epigenoma de la célula huésped a través de varios mecanismos y ésta podría ser una explicación de por qué las alteraciones en el epigenoma podrían contribuir a la infección de este virus» (UAM, 2020).

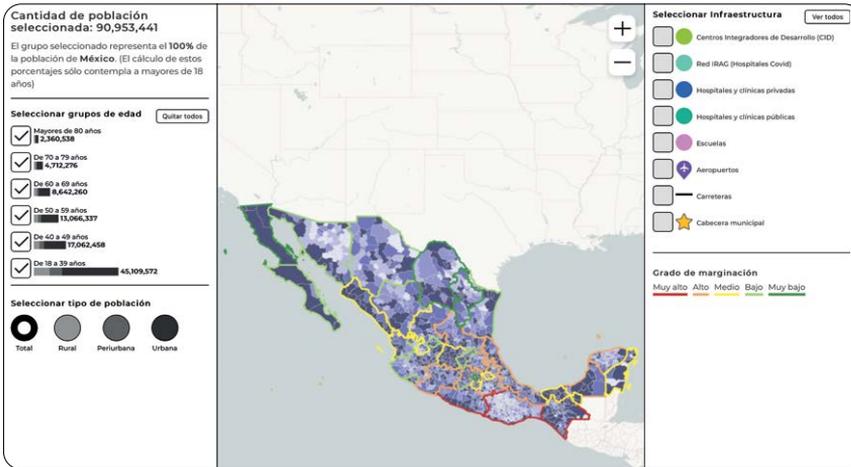
Los proyectos de corte social también fueron apoyados. Con ellos se contribuyó, por ejemplo, a identificar noticias falsas sobre la pandemia de COVID-19, herramienta que permite proporcionar a la población información comprobada y emitida por las autoridades de salud en nuestro país. Con ello se busca contribuir al fortalecimiento de la deliberación pública sobre el tema.

Uno de los resultados más destacados del **Pronaii COVID-19**, tal y como se mencionó líneas arriba, es el capítulo «Conacyt frente al COVID-19» como parte del ENI del Pronaces Salud. Este capítulo es reflejo de la articulación y esfuerzo académico, científico y técnico para responder a la emergencia sanitaria. En este capítulo se incluyeron herramientas de consulta de productos de investigación y modelado de datos COVID 19, con los que es posible conocer la movilidad de las personas y estimar la transmisión del virus SARS-CoV-2. Además, se muestran índices de vulnerabilidad, tableros de información y tiempos de atención hospitalaria.



Fuente: Productos de investigación y modelado de datos COVID-19. <https://salud.conacyt.mx/coronavirus/investigacion/>

Asimismo, en articulación con la Coordinación de la Estrategia Digital Nacional de la Oficina de la Presidencia de la República, el Conacyt trabajó para el desarrollo de la plataforma para la planeación logística de la Campaña Nacional de Vacunación COVID-19. Con dicha plataforma es posible consultar grandes datos poblacionales en diferentes niveles de desagregación y con múltiples datos de contexto, útiles para la planeación logística de la campaña.



Fuente: Plataforma para la Planeación Logística de la Campaña Nacional de Vacunación COVID-19. <https://salud.conacyt.mx/coronavirus/vacunacion/#/>

IV. DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN ABIERTA

Desarrollo tecnológico e innovación abierta mediante un nuevo modelo mexicano de innovación: la Pentahélice

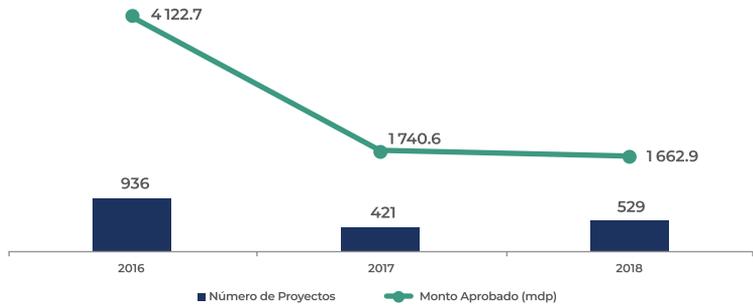
La visión sobre la innovación y el desarrollo tecnológico durante el periodo neoliberal llevó a definir a la innovación como detonador de una economía del conocimiento, en la que los actores respondían a necesidades de mercado y no a las necesidades científicas, tecnológicas y de innovación del país. Se apostó por el sector privado y el aumento del gasto con el pretexto de que la tecnología y la innovación se expandirían a través de la economía, sin priorizar los esfuerzos en la resolución de problemas nacionales y sin fortalecer la raíz de los desarrollos tecnológicos y de innovación y la generación de conocimiento científico sólido y pertinente.

En este contexto, se desplazó al Estado como articulador de capacidades nacionales en ciencia, tecnología e innovación y se fortaleció la dependencia en tecnologías de otros países para resolver problemas prioritarios como por ejemplo, la salud pública. La pandemia de COVID-19 nos enfrentó como país a las consecuencias de haber desmantelado las capacidades nacionales para producir nuestras propias vacunas, medicamentos y dispositivos médicos de alta especialidad.

Así, las estrategias públicas en realidad le restaron el valor de lo público a las acciones emprendidas desde las dependencias gubernamentales. En su lugar, se diseñaron mecanismos para facilitar el entorno de inversión de recursos públicos en empresas privadas, para financiar emprendimientos de interés particular que dieron por resultado la concentración de beneficios en pocas manos, fortaleciendo todavía más a los grupos de poder económico. El Programa de estímulos a la Innovación (PEI) fue el principal instrumento del Conacyt neoliberal con el que se distorsionó el esfuerzo nacional en innovación.

Con el PEI, por ejemplo, de 2016 a 2018 se benefició preferentemente a empresas privadas, autorizando 1886 proyectos con un monto de 7526.3 millones de pesos.

Gráfica 21. Recursos aprobados a proyectos del Programa de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (PEI), 2016-2018.



Fuente: Conacyt, Registros administrativos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2016-2018.

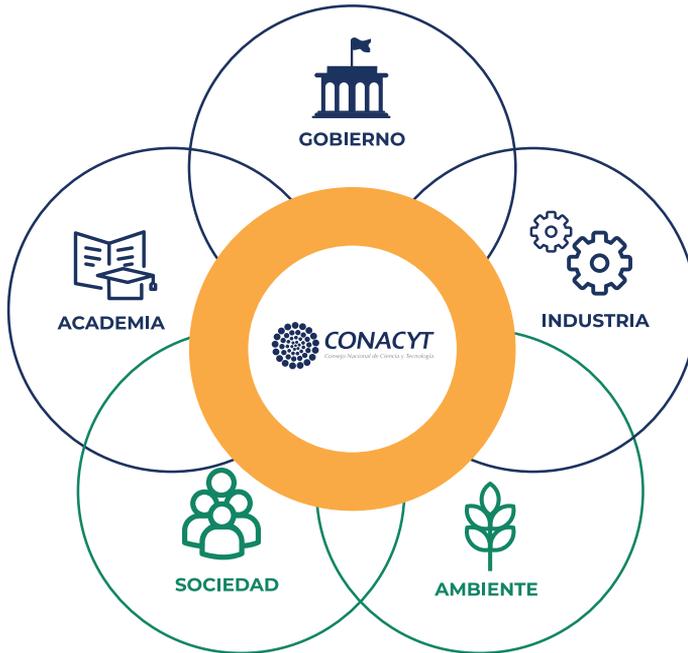
Esta perspectiva lineal omitió una gran cantidad de elementos sustantivos que ahora se incluyen en el Modelo Mexicano de Innovación: la Pentahélice. Aquí se articulan de manera armoniosa academia, gobierno, industria y desde la sociedad y el ambiente con enfoques transversales como la biodiversidad, la pluralidad, la cultura y los aspectos sociales. Este planteamiento, novedoso para el sistema nacional de HCTI del país, remonta lo que en el pasado se impuso como un modelo único e incuestionable y que permeó en todo el sistema de ciencia y tecnología. Tal como decía Richard Bernstein: «se trató de un modelo incapaz de producir conocimiento alguno, salvo aquel que le brindaba su propia definición» (Olivé, 2009).

Fortalecimiento de la soberanía nacional y la independencia científica y tecnológica de México: la Pentahélice como el nuevo modelo mexicano de innovación abierta en el nuevo Conacyt

A partir del 1 de diciembre de 2018, el Conacyt se enfocó en impulsar un ecosistema de innovación abierta virtuoso para el país, capaz de coordinar de manera efectiva los recursos actuales y futuros de las HCTI. Por ello se evolucionó de una triple hélice, en la que tradicionalmente se vinculan gobierno, academia e industria, hacia una pentahélice con la incorporación de la sociedad y el ambiente como elementos

fundamentales del modelo. Así, se busca generar *innovación transformadora de la realidad*, con desarrollo económico responsable, capaz de hacer frente a las prioridades nacionales identificadas en los Pronaces.

Figura 2. Modelo Pentahélice.

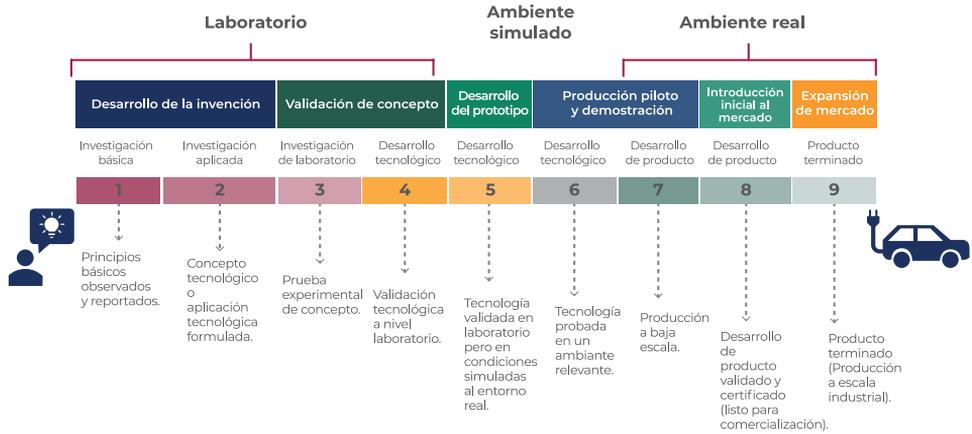


El modelo reúne toda la cadena de generación de conocimiento científico especializado y su transformación en soluciones sustentables a través del desarrollo tecnológico y la innovación abierta, impulsando la independencia tecnológica del país en aquellos sectores identificados como estratégicos y fortaleciendo la soberanía científica en todo momento.

La Pentahélice incluye y explicita todos los elementos necesarios para que ese conocimiento científico se identifique, acompañe y transforme en una o varias aplicaciones finales. Como en cualquier proceso, la incertidumbre es alta en sus primeros niveles y disminuye conforme el desarrollo evoluciona. Es importante reconocerlo así, porque el componente financiero es crítico, y también la generación de propiedad intelectual. El enfoque articulado de todos estos componentes involucra el reconocimiento de las

diversas etapas de maduración del conocimiento a través del uso de los niveles de madurez tecnológica (TRL por sus siglas en inglés).

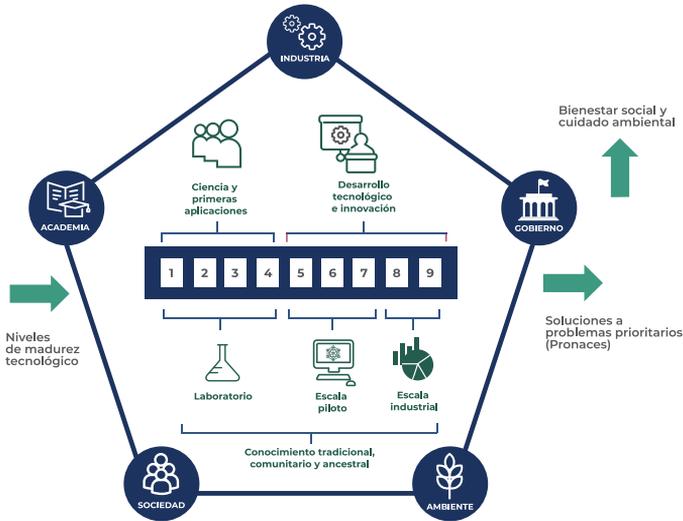
Figura 3. Niveles de madurez tecnológica.



Fuente: Conacyt, Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2021.

El Modelo Mexicano de Innovación reconoce y hace visible la importancia de la generación de conocimiento científico y su validación en ambientes controlados (nivel laboratorio) en los primeros cuatro niveles de madurez tecnológica y su posterior evaluación en ambientes reales mediante escalamientos pilotos (desarrollo tecnológico). Esto en los niveles 4-7 y escalamientos industriales (innovación) en los últimos niveles 7-9. Si bien, para efectos del modelo, los niveles de madurez tecnológica se presentan de manera lineal, en su aplicación la ocurrencia de múltiples interacciones es más la regla que la excepción. Por primera vez nuestro país cuenta con un modelo de innovación, capaz de reconocer la realidad del ecosistema mexicano y con un potencial para transformar las relaciones entre los sectores, así como para consolidar sus efectos en el país en el corto, mediano y largo plazo.

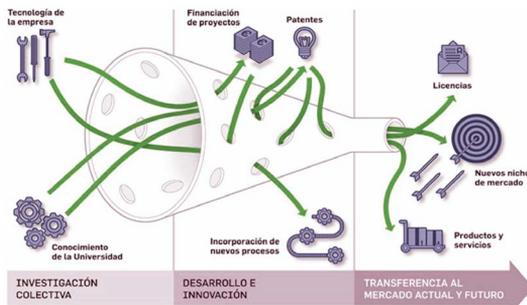
Figura 4. Modelo Pentahélice y sus componentes.



Fuente: Conacyt, Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2021.

La Pentahélice se basa en un enfoque de innovación abierta. Este enfoque reconoce que el conocimiento, las habilidades y las herramientas necesarias para habilitar una nueva tecnología normalmente se encuentran dispersas en varios actores de una cadena de valor, no en uno solo. La innovación abierta se define como «el uso de entradas y salidas intencionales de conocimiento para acelerar la innovación interna y expandir los mercados para el uso externo de la innovación, respectivamente» (Chesbrough, 2003).

Figura 5. Enfoque de innovación abierta.



Fuente: Tomado de <http://stce.us.es/web/es/HTML/CapacidadTC/CapacidadTC-InnovacionAbierta.php>

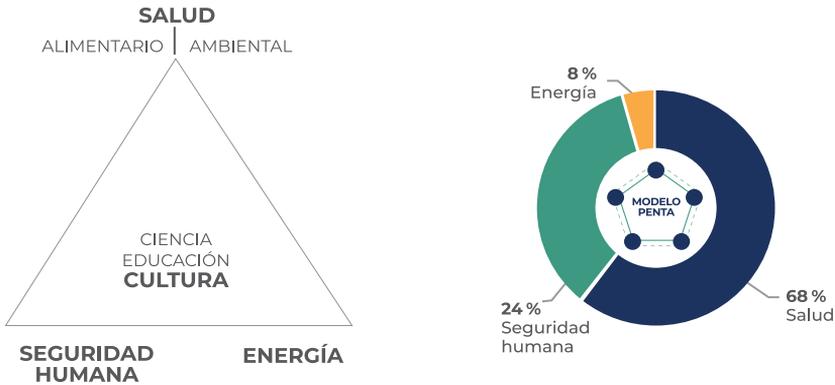
La innovación abierta requiere del esfuerzo paralelo de los actores involucrados en diferentes niveles. Tiene muchas ventajas y, como a cualquier otro modelo, se le reconocen varios retos. Permite avanzar en tiempos más cortos, identificar objetivos comunes y aprovechar las capacidades tangibles e intangibles de los involucrados, optimizando costos y otros recursos. En ese sentido, la propiedad intelectual, la difusión de los resultados y las diferencias culturales pueden significar retos a enfrentar por parte de los actores involucrados.

Agenda de incidencia en desarrollo tecnológico de vanguardia e innovación abierta

Durante la presente administración, los esfuerzos de desarrollo tecnológico e innovación han conectado el conocimiento científico de primer nivel, generado en el país, con su consolidación en soluciones reales y aplicadas a diversos retos prioritarios. Esta búsqueda de incidencia mediante el despliegue de diferentes estrategias ha generado una red articulada de actores de los cinco sectores de la Pentahélice, las tres grandes prioridades nacionales, los Pronaces y las necesidades en territorio.

Al cierre de 2021, se apoyó a 393 proyectos con un monto aprobado de más de 1 000 millones de pesos. Marcando una clara distancia con el PEI, todos los proyectos aprobados atienden a las tres grandes prioridades establecidas por el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (Salud, Energía y Seguridad Humana), así como a la agenda de los Pronaces. Esta política busca orientar los esfuerzos de manera específica en dirección de prioridades claras y estratégicas. En el área prioritaria de Salud se desarrollan 207 proyectos, que representan el 68.1% del total de recursos aprobados; 113 proyectos, con el 23.5% de los recursos, están alineados a la prioridad nacional de Seguridad Humana y 72 proyectos, dentro del marco de la prioridad de Energía, que representan el 8.3% del total del monto aprobado para este eje. (Un proyecto no tiene alineación a alguna prioridad nacional, se trata del proyecto de realización y operación del Premio Nacional de Tecnología e Innovación 2019).

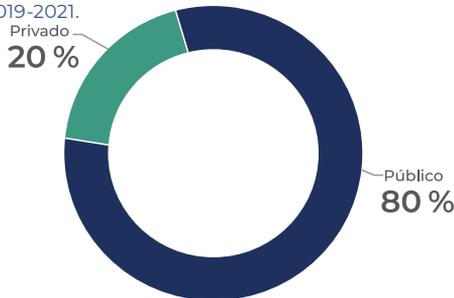
Gráfica 22. Proporción de recursos aprobados a proyectos de desarrollo tecnológico e innovación orientados al apoyo de prioridades nacionales 2019-2021.



Fuente: Conacyt, Portafolio de proyectos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2021.

A diferencia también del PEI, cuyo propósito fue beneficiar al sector privado, en el periodo 2019-2021 el Conacyt destinó 80% de los apoyos para desarrollo tecnológico e innovación al sector público y 20% al sector privado. Esto es muestra del cambio de visión, con el cual se busca recuperar la rectoría del Estado en materia de desarrollo tecnológico e innovación con una sana y justa relación con el sector privado, especialmente en lo que se refiere a las nano, micro, pequeñas y medianas empresas nacionales de base científica y tecnológica, bajo los principios de corresponsabilidad, bienestar social y cuidado ambiental, atendiendo prioridades estratégicas muy claras para el país.

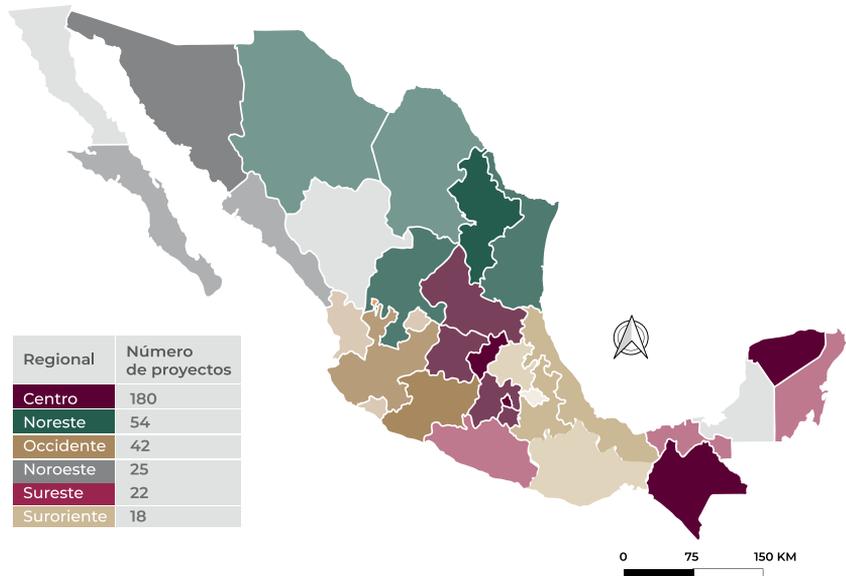
Gráfica 23. Distribución de los recursos para desarrollo tecnológico e innovación, 2019-2021.



Fuente: Conacyt, Portafolio de proyectos de la Dirección Adjunta de Desarrollo

Los proyectos de desarrollo tecnológico e innovación están distribuidos en todo el territorio nacional. Involucran a los cinco sectores de la Pentahélice, lo cual incrementa exponencialmente las oportunidades de lograr incidencia, al abordar los retos desde su causa-raíz y generar soluciones integrales, respetuosas, responsables, además de pertinentes social y bioculturalmente. De esta manera se busca que la transformación se dé en el corto, mediano y largo plazo.

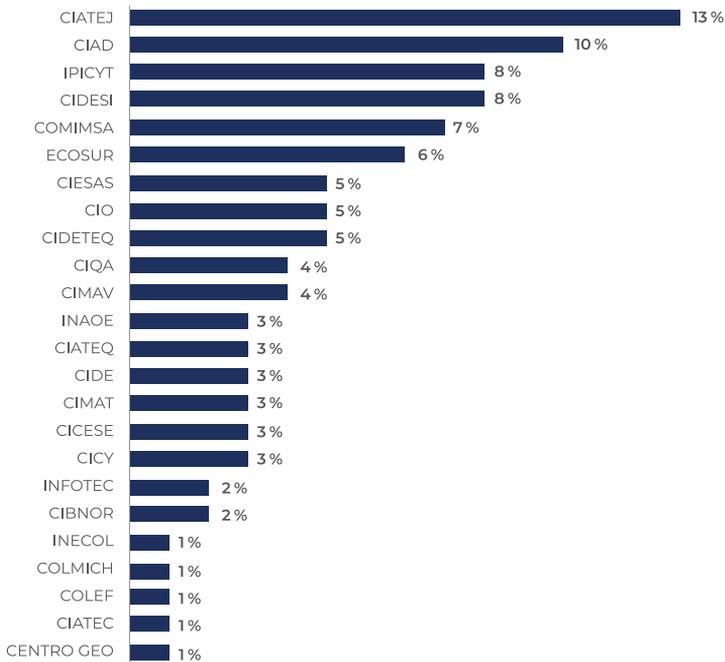
Mapa 3. Distribución en territorio de la incidencia de los proyectos de desarrollo tecnológico e innovación.



Fuente: Conacyt, Portafolio de proyectos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2019-2021. Corte octubre 2021. Entidades donde se desarrolla el proyecto.

En este contexto, y con un alto compromiso de incidencia en desarrollo tecnológico e innovación, más de 100 proyectos se están ejecutando a través de 24 de los 26 CPI del Conacyt. Estos trabajos se llevan a cabo bajo los principios y elementos de la Pentahélice y con una participación activa de las tecnólogas y los tecnólogos en cada uno de los Centros.

Gráfica 24. Distribución de los proyectos apoyados para desarrollo tecnológico e innovación que realizan los Centros Públicos del Conacyt, 2019-2021.



Fuente: Conacyt, Portafolio de proyectos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2019-2021.

Algunos de los ejemplos de los proyectos que llevaron a cabo los CPI se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 10. Proyectos de desarrollo tecnológico e innovación realizados por Centros Públicos e Investigación del Conacyt

Nombre del proyecto	CPI	Descripción
Plataforma para el desarrollo y fabricación de sensores y actuadores inteligentes aplicados en energía, salud y seguridad iSensMEX .	INAOE	El proyecto tiene como objetivo articular, complementar y potenciar en una plataforma nacional (iSensMEX) las capacidades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación abierta en materiales avanzados y semiconductores, dispositivos semiconductores, electrónica integrada, así como sistemas e instrumentos mediante la fabricación e integración de sensores y actuadores inteligentes para su aplicación en áreas de energía, salud y seguridad.

Nombre del proyecto	CPI	Descripción
LANITEM. Laboratorio Nacional de Investigación y Tecnologías Biomédicas.	CIDESI	Creación de un centro de desarrollo tecnológico de insumos y equipos orientados a la industria del sector salud en México, impulsando el desarrollo de equipos médicos en el país. Dentro de sus desarrollos se encuentran: Ehécatl 4T 2.0, Monitor de signos vitales, electrocardiógrafo, Monitor Fetal 2.0, KANAN- (Equipo de detección de virus), Yolikan 2.0- (Monitor de temperatura), sensor de glucosa, entre otros.
Red de laboratorios virtuales de los CPI para la atención de estudiantes a distancia.	CIDETEQ	Un Laboratorio Virtual es un sistema informático que pretende simular el ambiente de un laboratorio real y que mediante simulaciones interactivas permite desarrollar las prácticas de laboratorio. El objetivo de este proyecto fue conformar una Red de Laboratorios Virtuales de los CPI para atender a los estudiantes vía remota, para la demostración del uso de diferentes tecnologías y para promover una colaboración transversal entre los CPI participantes.
Escalamiento tecnológico de biocerámicos para inducir la regeneración ósea y la cicatrización de heridas.	CIDESI	Llevar a cabo el escalamiento tecnológico (desde un TRL 6-8) de un biocerámico reabsorbible en polvo (base silicofosfatos de calcio) capaz de inducir la regeneración de tejido bajo la regulación sanitaria vigente (buenas prácticas de manufactura) y someterlo para la obtención de su registro sanitario como dispositivo médico en aplicación como relleno óseo. El proyecto busca brindar a México independencia tecnológica en la fabricación de dispositivos médicos que puedan servir como asistentes de la regeneración de tejido duro y blando.
«Ente verificador» de la calidad en obras de importancia crítica para el Estado mexicano.	COMIMSA	El ente verificador articula las capacidades de siete centros públicos de investigación del Conacyt para operar bajo demanda como «tercero confiable» del Estado mexicano para la verificación del diseño, construcción y mantenimiento de infraestructura crítica.

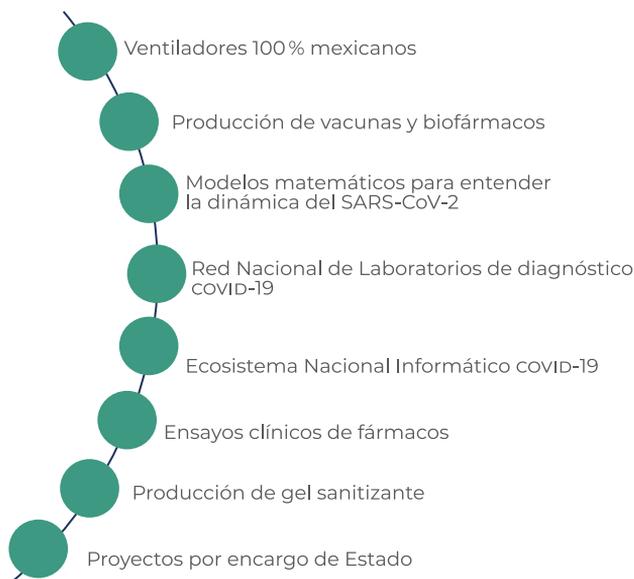
Nombre del proyecto	CPI	Descripción
Implementación de redes de observaciones oceanográficas (físicas, geoquímicas, ecológicas) para la generación de escenarios ante posibles contingencias relacionadas a la exploración y producción de hidrocarburos en aguas profundas del Golfo de México (Cigom).	CICESE	<p>El Cigom es una red de instituciones y expertos que realizan investigación científica, desarrollo tecnológico y servicios sobre el gran ecosistema del golfo de México. Desde su inicio en 2015 se ha contado con la colaboración de nueve instituciones internacionales y 16 nacionales.</p> <p>La misión del CIGoM es generar conocimiento científico, transferir desarrollo tecnológico y formar talento especializado para entender el funcionamiento del golfo de México, y de proveer herramientas para su conservación y aprovechamiento sostenible, en particular para responder ante escenarios de derrames petroleros.</p>
Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (GEMIE-Geo).	CICESE	<p>La misión del Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CEMIE-Geo) fue contar con conocimiento unificado en materia de energía geotérmica y generar sinergias que permitan orientar las actividades de innovación, investigación y desarrollo tecnológico con el fin de contribuir al fortalecimiento de la industria geotérmica en el país.</p>
Clúster de Biocombustibles Gaseosos.	IPICYT	<p>Desarrollar líneas de investigación con enfoque regional que abarquen toda la cadena de valor en cuanto a la producción o aprovechamiento de insumos, transformación, distribución y acceso a mercados, uso de productos y subproductos. La finalidad del clúster es aprovechar la biomasa disponible en el país (diversos desechos y residuos orgánicos) y transformarla en vectores energéticos tales como biogás y biohidrógeno.</p>
Clúster de Biodiesel avanzado.	CIATEJ	<p>El proyecto busca el desarrollo de la cadena de valor del biodiesel en México, conjunta sinérgicamente a centros de investigación, universidades y empresas del sector privado, para lo cual cuenta con el apoyo de las Redes Temáticas Conacyt de Bioenergía y de Biocatálisis de la Michigan Technological University.</p>

Fuente: Conacyt, Portafolio de proyectos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2019-2021.

Casos de éxito y pruebas de concepto del modelo mexicano de innovación

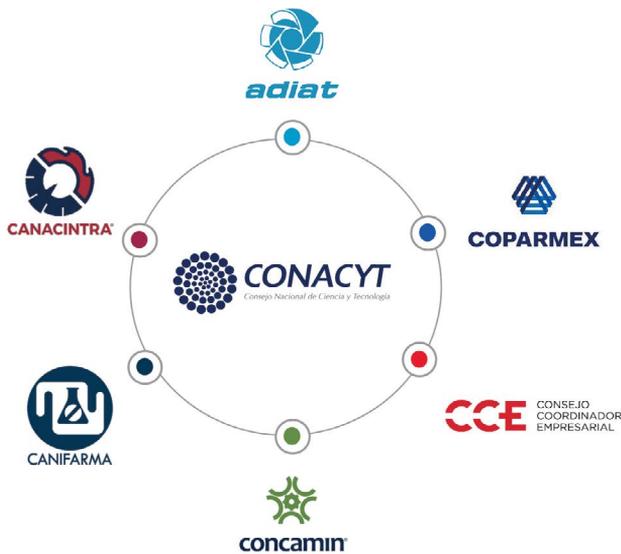
En los hechos, la articulación de los cinco sectores del modelo Pentahélice a cargo del Conacyt ha contribuido para lograr desarrollos tecnológicos estratégicos de vanguardia y la generación de auténticas innovaciones en beneficio del pueblo de México.

En el contexto del manejo de la pandemia de COVID-19 en nuestro país, las condiciones de emergencia permitieron identificar las necesidades más urgentes para fortalecer nuestro nivel de respuesta y ofrecer soluciones ante el requerimiento de dispositivos médicos de alta especialidad, como ventiladores mecánicos invasivos, torres de alto flujo y concentradores de oxígeno, producción de vacunas, de fármacos y de biofármacos. La articulación virtuosa de los cinco sectores de la Pentahélice permitió identificar agentes que fueron clave para lograr resultados expeditos, cumpliendo con toda la solidez técnica necesaria.



Es esencial destacar que en este proceso el modelo ha reconfigurado la relación con la iniciativa privada comprometida con el beneficio social y el bien común del país. Esta relación se ha fortalecido durante esta administración, no

sólo a través de los **Pronaii** prioritarios que atienden a las agendas en Salud, Energía y Seguridad Humana, sino a través de un grupo interinstitucional y multidisciplinario constituido por el Conacyt y los líderes de las cámaras industriales y organismos empresariales más importantes. Tales esfuerzos coordinados han permitido establecer un diálogo directo con el sector privado, el cual ha resultado en la identificación de prioridades comunes, intercambio de información prioritaria y contribuciones a vehículos de política pública, como el Anteproyecto de la nueva Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, y en especial su participación activa en la Junta de Gobierno de Conacyt, en el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación y en el Foro Consultivo Científico y Tecnológico de Conacyt. Todo lo anterior siempre orientado a las Agendas Nacionales de Innovación y con el objetivo común de fortalecer la soberanía científica y la independencia tecnológica del país.

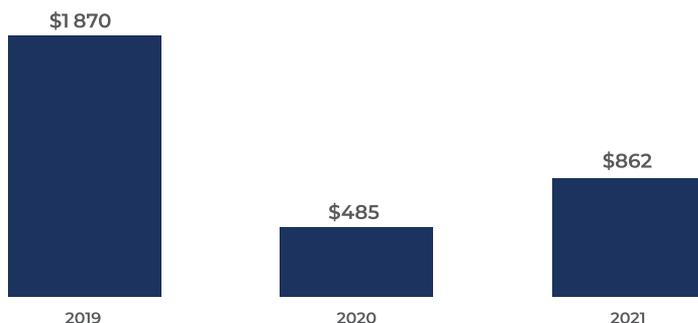


Fuente: Conacyt, Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2021.

Esta relación honesta, transparente y constructiva con la iniciativa privada, ha permitido promover una inversión directa e indirecta de más de 3 256 millones de pesos en el periodo 2019-2021, reconocida a través de la concurrencia en proyectos prioritarios, así como a través del estímulo fiscal a

la innovación y desarrollo tecnológico en el mismo periodo, esfuerzo interinstitucional del Gobierno de México a través del Conacyt y la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

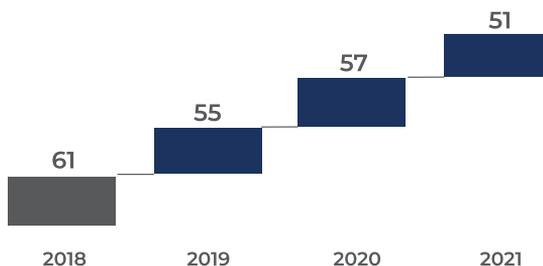
Gráfica 25. Monto de la inversión anual (millones de pesos) del Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de Tecnología (EFIDT), 2019-2021.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2019-2021.

La suma de todos estos elementos, convergentes de manera armoniosa en el modelo mexicano de innovación (la Pentahélice), ha permitido que, como país, demos con hechos los resultados innegables y fructíferos que se consolidan y reflejan en los resultados publicados por la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO por sus siglas en inglés) en el Índice Global de Innovación (GII por sus siglas en inglés).

Gráfica 26. Posición de México en el subíndice de resultados de innovación según el Índice Mundial de Innovación.



Fuente: The Global Innovation Index, en Appendix I. Country/Economy Profiles: p. 290. Para 2018; Appendix II: Economy Profiles & Data Tables, p. 291. Para 2019; Appendix: Economy Profiles & Data Tables, p. 157. Para 2020 y GII 2021 Economy profiles, p. 117 para 2021. https://www.wipo.int/global_innovation_index/en/

Nuestro país ha remontado 10 lugares en el subíndice de resultados de innovación durante esta administración, a pesar de tener condiciones de inversión adversas. Ha sido un proceso mejor enfocado, con relaciones y dinámicas entre los actores de los cinco sectores de la Pentahélice que muestran eficiencia de innovación muy sólida. Los esfuerzos conjuntos de los diferentes agentes continúan fortaleciendo al ecosistema de innovación del país y seguirán rindiendo frutos en el corto, mediano y largo plazos.

CREACIÓN Y FABRICACIÓN DE VENTILADORES MECÁNICOS INVASIVOS 100% MEXICANOS

A través del modelo Pentahélice se logró en tiempo récord, y con un esfuerzo científico y tecnológico sin precedentes, que México desarrollara dos modelos de ventiladores mecánicos invasivos con alta calidad y seguridad biomédica. Con ellos se ha asistido a más de 16 mil pacientes graves de COVID-19, registrando más de 1 millón de horas de uso, a través de 818 equipos distribuidos en 92 hospitales públicos (INSABI, ISSSTE, IMSS, SEMAR) de 24 estados de la República.



Fuente: Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación.

Al inicio de la emergencia sanitaria derivada de la pandemia de la COVID-19 y ante la escasez de ventiladores biomédicos en el mundo, se articularon alianzas, coordinando al mismo tiempo las capacidades nacionales públicas y privadas, para impulsar el diseño, fabricación y escalamiento industrial de dos modelos de ventiladores mecánicos invasivos. Como resultado, se crearon los dispositivos Ehécatl 4T (desarrollado por el Centro de Investigación y Desarrollo Industrial, CIDESI, Centro Público de Investigación Conacyt) y Gätsi (desarrollado por Dydetec, empresa mexicana

pequeña). Ambos fueron fabricados en las instalaciones de Safran Aerospace con un enfoque sin fines de lucro.

Ambos modelos de ventilador superaron estrictas pruebas preclínicas en seres vivos y en pulmón artificial, y pruebas de compatibilidad electromagnética, bajo los requerimientos exigidos por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris) en lo que se refiere a dispositivos médicos clase III. Tanto Ehécatl 4T como Gãtsi están certificados por la Cofepris y han demostrado ser seguros, eficientes y con alta calidad biomédica.

A finales de julio, y durante el mes de agosto de 2021, fueron donados a Cuba 200 ventiladores: 150 del modelo Ehécatl 4T y 50 del modelo Gãtsi, como resultado de una acción de solidaridad internacional. En esta acción juntaron esfuerzos el Conacyt, la Embajada de Cuba en México, la Oficina de la Presidencia de la República, la Secretaría de Marina y la Secretaría de la Defensa Nacional. El primer lote de ventiladores fue embarcado en el buque Arm Libertador Bal-02, de la Marina Armada de México, junto con otros insumos médicos, para apoyar al pueblo cubano en su lucha contra la COVID-19.

La solidez del ecosistema de innovación en dispositivos médicos de alta especialidad, potenciado por la Pentahélice, ha sentado las bases para una nueva industria nacional en este tipo de equipos y ha permitido la conceptualización, el desarrollo y la implementación de nuevas *empresas mixtas* en un formato innovador y sin precedentes. La iniciativa privada y el Gobierno de México unen así esfuerzos para generar nuevas empresas de base tecnológica, con características únicas en su objeto, su constitución y su funcionamiento, lo que asegura que los impactos positivos se canalicen a la población mexicana. Está en desarrollo la primera empresa mixta liderada por Conacyt para dispositivos médicos de alta especialidad, con la participación directa de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la iniciativa privada.



De la misma forma, a través del modelo Pentahélice se ha emprendido un camino exitoso en el desarrollo del proyecto vacunal Patria contra la COVID-19, gracias a la colaboración virtuosa con todos los sectores, en especial la establecida con la iniciativa privada del país. Con el desarrollo de la vacuna Patria se dan los primeros grandes pasos para devolverle al Estado mexicano la rectoría en materia de ciencias, tecnologías e innovación.

Construcción molecular. La vacuna Patria está basada en el uso del virus de la enfermedad de Newcastle (NDV), modificado para expresar la proteína S del virus SARS-CoV-2. Al estar basada en un vector viral replicante, una vez que el virus modificado entra a su célula hospedera permite la generación de nuevas partículas virales que llevan la proteína S del virus SARS-CoV-2 en su superficie, lo que promueve la respuesta inmune humoral. Además, al expresar la proteína S en el interior de la célula, la vacuna Patria permite la estimulación de la respuesta inmune celular. Ya que el virus de la enfermedad de Newcastle es inocuo para el ser humano, la replicación del virus modificado no produce enfermedad, toda vez que estimula la respuesta inmune de manera adecuada.

Evaluación preclínica. Los estudios preclínicos llevados a cabo con la vacuna Patria en ratones y cerdos demostraron que esta vacuna induce la producción de anticuerpos neutralizantes específicos contra el virus SARS-CoV-2, además de proteger a ratones vacunados contra la infección por este virus. Asimismo, la vacuna estimula la respuesta inmune celular la cual ha demostrado ser fundamental para evitar cuadros de COVID-19 graves.



Estudio clínico fase 1. En 2021 se llevó a cabo un estudio clínico fase 1 para evaluar la seguridad y la inmunogenicidad de tres dosis distintas de la vacuna Patria, inoculada por vía intramuscular o intranasal en adultos sanos. Los resultados de este estudio demostraron la seguridad de la vacuna Patria, la cual genera muy pocos efectos adversos. Además, mostraron su capacidad para inducir la producción de anticuerpos neutralizantes y células T específicas contra el virus SARS-CoV-2 en los sujetos vacunados, lo cual sustentó el avance de la evaluación clínica de la vacuna.



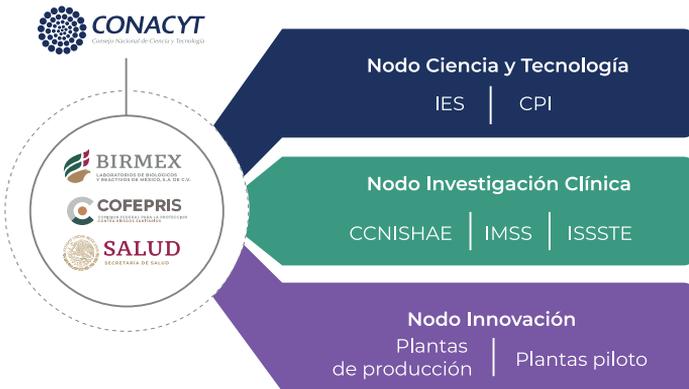
Estudio clínico fase 2R. Este estudio está actualmente en desarrollo en cinco centros de investigación en la Ciudad de México y Oaxaca, y está diseñado para evaluar la seguridad y la inmunogenicidad de la vacuna Patria en personas que recibieron un esquema completo de vacunación con cualquiera de las vacunas aprobadas para uso por emergencia en México. Este estudio requiere cerca de 400 participantes, quienes deben haber recibido un esquema completo de vacunación al menos cuatro meses antes de participar en el estudio, sin haber padecido enfermedades respiratorias en las cuatro semanas previas al inicio del estudio y con un título de anticuerpos de 1200 UI/mL o menor.

La participación de la Sedena en esta fase implica el apoyo de campañas de difusión en el campo, a partir de las cuales se convocará a posibles participantes en el estado de Oaxaca. Todos las y los voluntarios se registrarán a través de la plataforma en línea habilitada por Conacyt para este fin.

LA COORDINACIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN ENFERMEDADES EMERGENTES, TROPICALES E INFECCIOSAS (CONINVEETI)

El objetivo de la CONINVEETI es lograr la construcción de un sistema integrado que sea necesario y suficiente para que México esté preparado ante las nuevas enfermedades emergentes y pueda estar en condiciones de atender a la población ante las enfermedades tropicales prioritarias en el país con la articulación estratégica de tres nodos principales:

- **Ciencia y Tecnología:** coordina toda la infraestructura disponible en IES y CPI.
- **Investigación Clínica:** coordina toda la infraestructura disponible en sitios públicos de investigación clínica, por ejemplo, la Comisión Coordinadora de Institutos Nacionales de Salud y Hospitales de Alta Especialidad (CCINSHAE), el IMSS, el ISSSTE, entre otros, y que incluye los esfuerzos de la Red Nacional de Investigación Clínica (RNIC).
- **Innovación:** coordina toda la infraestructura disponible en plantas piloto y plantas de producción en los cinco sectores de la Pentahélice.



Fortaleciendo a Birmex como cabeza de sector en la producción de vacunas y biofármacos en el país, durante 2020 y 2021 se impulsaron desde el Conacyt los esfuerzos iniciales de conceptualización y planteamiento de la CONINVEETI, en coordinación interinstitucional entre Birmex, Cofepris y la Secretaría de Salud, orientándolos al *fortalecimiento de la infraestructura nacional* indispensable para recuperar nuestra soberanía en esta área prioritaria.

En tal sentido, se han apoyado proyectos para fortalecer la infraestructura en bioseguridad con miras al estudio de microorganismos altamente patógenos y al desarrollo y evaluación de vacunas, lo que implica el fortalecimiento de la torre de investigación del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias con varios laboratorios nivel bioseguridad 2 y nivel bioseguridad 3, el laboratorio de bioseguridad 3 (vacunología y virus tropicales) del Instituto Politécnico Nacional y el laboratorio de bioseguridad 3 de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Con estos esfuerzos se busca consolidar la infraestructura indispensable para la prevención de nuevas emergencias sanitarias ocasionadas por agentes patógenos.



BSLR del Instituto Politécnico Nacional.

BSL2-3 del INER.

Fuente: Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, Conacyt.

Entre los esfuerzos de fortalecimiento de la infraestructura nacional, contamos con el proyecto dirigido a fortalecer a Birmex para que, así sea de manera paulatina, reactive la producción de biofármacos y vacunas y, con ello, logre potenciar su escalamiento

y su producción de manera que permita satisfacer, de mediano a largo plazo, la demanda de estos productos en el territorio nacional.



RED NACIONAL DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA (RNIC)

Con el propósito de fortalecer el nodo de Investigación Clínica de la CONINVEETI, el Conacyt llevó a cabo un diagnóstico de los sitios de investigación clínica en el país, tanto privados como públicos, y otro en torno a los procesos regulatorios actuales, en coordinación con la Cofepris.

Hay 62 sitios de investigación clínica privados, distribuidos en 21 estados de la república, pertenecientes a la Asociación Mexicana de Centros de Investigación Clínica (AMCIC). Otros 70, del servicio público, establecidos y potenciales, se distribuyen en: 24 hospitales regionales, un Centro Médico Nacional del ISSSTE, 25 Unidades Médicas de Alta Especialidad y un Centro Médico Nacional del IMSS, 13 Institutos Nacionales de Salud y seis Hospitales Regionales de Alta Especialidad de la CCINSHAE.

La RNIC jugará un papel fundamental en la recuperación de soberanía en la producción de vacunas y biofármacos, al promover e implementar la conducción de ensayos clínicos de carácter público, regulados por la Cofepris y con costos mínimos para desarrollos de Estado. La RNIC está conformada por:

- **Sitios públicos de investigación** en hospitales de alta especialidad e institutos de salud.

- **Comités de bioseguridad, investigación y ética** con lineamientos armonizados, de manera que se faciliten los ensayos multicéntricos.
- **Organizaciones de Investigación por Contrato (CROS** por sus siglas en inglés) públicas y privadas con compromiso social.
- **Laboratorios clínicos y de análisis de muestras** certificados (EC 17025). Terceros autorizados especializados.



DISPOSITIVOS MÉDICOS DE ALTA ESPECIALIDAD

Con objeto de contribuir a mitigar los efectos en la salud derivados de la pandemia por la COVID-19 se ha impulsado desde el Conacyt el desarrollo de dispositivos médicos de alta especialidad: torres de alto flujo (sistema de ventilación no invasivo para oxigenoterapia), condensadores de aire de 5 y 10 l (para uso doméstico) y un dispositivo biocerámico para la regeneración ósea y cicatrización.

A través de las IES, como la UNAM, y de los CPI, como el CIDESI, el CIO y el Cinvestav, se están diseñando también biosensores para la detección y cuantificación de anticuerpos específicos contra SARS-Cov-2, sensores de glucosa, monitores de temperatura, monitores de signos vitales, ocluser vascular y otros desarrollos nacionales que generan beneficios para la sociedad y que están en diferentes niveles de madurez tecnológica.

Este nuevo ecosistema de innovación en salud pública, surgido a partir de los esfuerzos para combatir la pandemia

por la COVID-19, ha permitido sentar las bases para una naciente industria nacional que por primera vez rompe la dependencia tecnológica imperante en el país en este tipo de dispositivos. Esto contribuye a que el pueblo de México pueda tener soluciones de salud locales, de alta calidad y acordes con todas las normas nacionales e internacionales aplicadas.

En este contexto, el Conacyt firmó un convenio de colaboración amplio con el IMSS a partir del cual tales desarrollos de tecnología 100% mexicana se conviertan en la primera opción para cubrir las necesidades de sus hospitales y unidades médicas de alta especialidad. Una estrategia similar está en proceso con el ISSSTE, la SEMAR y la SEDENA.



- Stent coronario (desnudo y con fármaco)
- Oclisor vascular
- Dispositivo de implantación de válvula
- Stent Válvula cardiaca flexible



- Monitor de temperatura
- Biosensor para detección de virus
- Monitor de signos vitales
- Sensor de glucosa
- Pulmón artificial
- Monitor fetal



- Biocerámico para relleno óseo
- Membrana para regeneración de tejido blando
- Andamios 3D para regeneración de hueso



Stent cardíaco: prueba preclínica



Torre de flujo



Condensador



Biocerámico (NW Baako-hueso en maya-)

PLATAFORMA DE SUSTITUCIÓN DEL GLIFOSATO Y OTROS AGROTÓXICOS

El Decreto publicado el 31 de diciembre de 2020 en el *Diario Oficial de la Federación* instruyó a las dependencias de la Administración Pública Federal a poner en marcha acciones con el fin de sustituir gradualmente el uso, adquisición, distribución, promoción e importación de la sustancia química denominada glifosato, y de los agroquímicos utilizados en nuestro país que lo contienen como ingrediente activo, por alternativas sostenibles y culturalmente

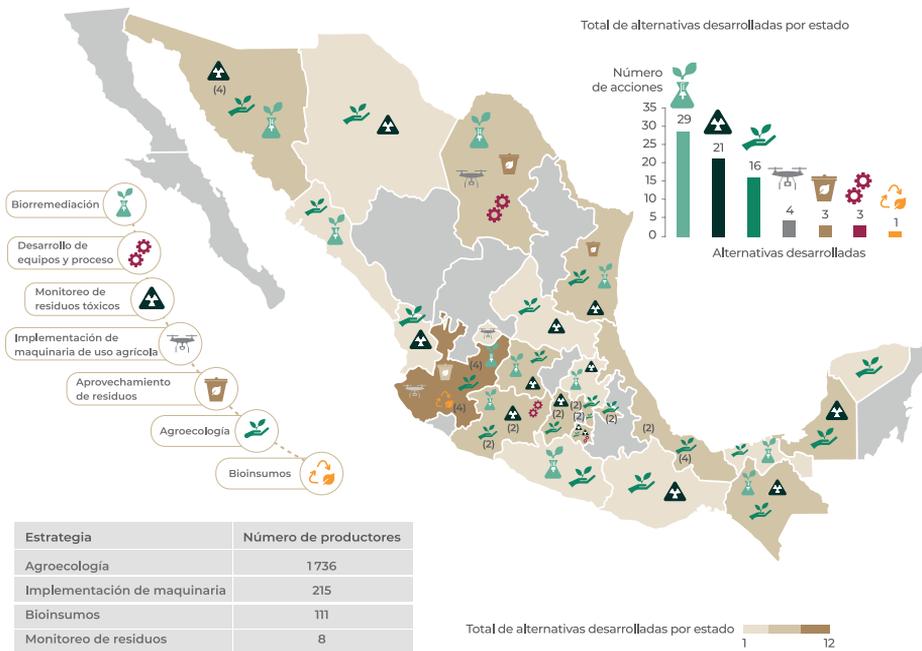
adecuadas que permitan mantener la producción y resulten seguras para la salud humana, la diversidad biocultural del país y el ambiente.

En el Decreto se instruye al Conacyt coordinar, articular, promover y apoyar las investigaciones científicas, los desarrollos tecnológicos y las innovaciones que permitan sustentar y proponer alternativas al uso del glifosato. Para dar cumplimiento al Decreto, el Conacyt estableció una plataforma de acciones que promueven procesos integrales que permitan pasar de modelos extractivistas de producción de alimentos, basados en el uso indiscriminado de insumos tóxicos, a modelos de producción agroecológicos respetuosos del ambiente y la salud humana. Para lograr la transición a sistemas de producción agroecológicos, el Conacyt ha identificado puntos clave que requieren de la colaboración interinstitucional. De esta manera, las distintas dependencias de la administración pública federal, en el ámbito de su competencia, podrían promover acciones que apuntalen el proceso de transición.

Por ello, en 2021 el Conacyt publicó las convocatorias «Desarrollo de Innovaciones Tecnológicas para una agricultura libre de agroinsumos tóxicos» y «Apoyos para acciones de fortalecimiento, articulación de infraestructura y desarrollo de proyectos científicos, tecnológicos y de innovación en laboratorios nacionales». Asimismo, durante 2021 y 2022 se han articulado y apoyado a distintos Pronaii. En suma, con estas acciones se han apoyado más de 58 proyectos con una inversión de \$165 millones de pesos con los cuales se articula la participación de miembros de la comunidad académica, micro y pequeñas empresas, asociaciones campesinas y el gobierno, con incidencia en 31 estados de la república.

Así, a lo largo del país se han detonado diversas acciones de transición agroecológica, entre las que mencionamos las siguientes: 1) planes de manejo integral para la producción de alimentos libres de glifosato; 2) acciones de manejo y prácticas agroecológicas, y 3) soluciones tecnológicas de acompañamiento, que incluyen procesos de biorremediación, desarrollo de equipos y procesos, monitoreo de residuos, y desarrollo, escalamiento y validación de procesos para la obtención de bioinsumos, con alternativas de origen biológico, para el control y manejo de arvenses.

Mapa 4. Estados con acciones de transición agroecológica.



Fuente: Conacyt, Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, 2021.

Actualmente se llevan a cabo evaluaciones *in situ* de estrategias agroecológicas para la sustitución gradual del glifosato en diferentes estados de la república, que tendrán un impacto directo en el manejo de cultivos de gran importancia como el maíz, el aguacate y los cítricos. Algunos ejemplos pueden observarse en el mapa, donde se muestra que en diversos estados de la república se llevan a cabo acciones simultáneas con diferentes cultivos.

Paralelamente a las acciones mencionadas, el Conacyt, en colaboración con la Cofepris, coordinó Mesas de Trabajo en materia de Innovación Regulatoria para el Uso de Bioinsumos. En ellas, expertos en la materia discutieron sobre cuatro puntos clave: 1) definición legal de bioinsumos y su clasificación; 2) marco regulatorio aplicable; 3) estándares mínimos regulatorios, y 4) estrategias de acompañamiento y fomento de bioinsumos. Estos puntos permitieron, en el contexto de los bioinsumos, identificar áreas de oportunidad y fortalezas en la regulación existente.

Como parte de la apropiación de estrategias agroecológicas, el Conacyt ha impulsado la creación de una Gaceta Informativa sobre los principios del *Manejo Ecológico Integral de Arvenses (MEIA)*. Se trata de una herramienta de difusión y divulgación donde se recopilan y dan a conocer temas relevantes y las acciones en territorio de los proyectos apoyados por el Conacyt, en el marco de dicho manejo.



Asimismo, el Conacyt ha desarrollado el ENI Soberanía Alimentaria, que es un espacio de acceso abierto de consulta y visualización de las acciones ejecutadas en el marco del Pronaces de Soberanía Alimentaria. Como parte de dicho ENI, se ha agregado un capítulo titulado «Búsqueda de alternativas al glifosato».

Rectoría del Estado en el desarrollo de las ciencias, las tecnologías y la innovación: la propiedad intelectual

La política pública de innovación en México tiene por objetivo articular los esfuerzos de ciencia y tecnología en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, individuos, científicos, empresas privadas y organismos públicos. Un objetivo paralelo es establecer prioridades y estrategias que guíen los esfuerzos del sistema de HCTI en la tarea de construir soluciones sustentables, dirigidas a resolver los retos prioritarios de México, con resultados tangibles que se traduzcan en beneficios para la sociedad y el cuidado del ambiente. También se ha trabajado arduamente para dar cumplimiento a la responsabilidad que tiene el Estado de asegurar que la inversión de recursos públicos se realice de manera adecuada, eficiente y oportuna, siempre contribuyendo

a que el conocimiento generado se aproveche en beneficio del pueblo. Por ello, la sociedad y el ambiente se han convertido en la base del modelo de innovación para construir un ecosistema de innovación abierta y transformadora. Este ecosistema contempla el desarrollo económico responsable a través de la transferencia y el uso del conocimiento derivado de recursos públicos, con la participación de la iniciativa privada del país comprometida con el beneficio social y el cuidado ambiental.

En este contexto, con el desarrollo de tecnología enfocado en resolver problemas nacionales que implican esfuerzos articulados entre el Estado y los demás actores de la Pentahélice, adquiere relevancia el establecimiento de mecanismos que protejan el conocimiento y aseguren su uso e impacto directo en la sociedad.

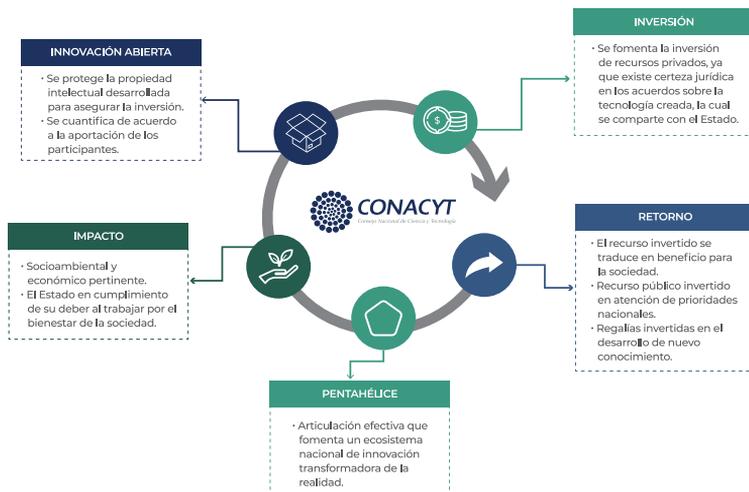
La legislación que protege actualmente la propiedad intelectual permite enmarcar el modelo impulsado en esta administración, una administración que procura el interés y el beneficio de los actores innovadores así como el bienestar colectivo. De esta manera, las personas y las instituciones obtendrán reconocimiento y generarán un desarrollo económico derivado de las invenciones y creaciones, de manera que el Estado pueda impulsar la implementación de tales desarrollos en beneficio de la sociedad.

Otra de las ventajas que ofrecen algunos tipos de protección de la propiedad intelectual, como las patentes de invención, es favorecer los procesos de transferencia de tecnología al dotar de mayor certidumbre a las partes involucradas sobre lo novedoso de la tecnología, el potencial para ser aplicada en la industria y/o como ventaja comparativa para una organización.

En tal sentido, y tras un análisis cuidadoso, se han identificado tres modelos de política pública en materia de transferencia de tecnología e innovación: 1) un modelo libre que es el modelo actual en el país, donde no hay un elemento relevante que guíe, por lo que se desconoce el valor real y el impacto que se genera con recursos públicos; 2) el modelo de control absoluto del Estado, que ya se ha explorado en otros países y que, según sabemos, tiene muchos retos que derivan en la mayoría de los casos en fracasos, y 3) un modelo híbrido, que retoma las fortalezas de cada uno de los anteriores y que es propuesto por el Conacyt. En este modelo, el Estado acompaña en la generación de desarrollo tecnológico e innovación

mediante la inversión de recursos públicos y el seguimiento adecuado y oportuno, asegurando su uso eficiente y un impacto positivo real.

Este modelo híbrido parte de la premisa de que el Estado tiene la responsabilidad de actuar exclusivamente en bienestar de la sociedad y, por supuesto, de asegurar que la inversión privada se incentive mediante los procesos, los acuerdos, la coinversión y la cooperación mutua, de tal manera que el valor generado pueda compartirse entre los diferentes participantes de manera proporcional a lo invertido.



Para efectos de este modelo, se destaca el uso de los recursos públicos, que habrán de generar un retorno de inversión en beneficio directo de la sociedad mediante esquemas de HCTI, así como lo derivado de regalías y uso de la propiedad intelectual desarrollada en conjunto.

La propiedad intelectual en los casos de coinversión se compartiría entre el Estado y la institución o el actor partícipes del desarrollo. El Estado tendrá uso libre de todo lo generado y lo que se derive de ese conocimiento en beneficio de la sociedad y, naturalmente, la institución o el actor que participen en el desarrollo podrán licenciar en las condiciones y en los términos que le beneficien, y se promoverá de manera que no pueda accederse sin la posibilidad de generar retorno; esto es, aquel actor o institución que coinvierta tendrá certeza y claridad sobre los compromisos a los que se lleguen, con lo cual habrá de lograrse el impacto económico real y pertinente.

Los desarrollos que se generan con este modelo se consideran en tres niveles: público, privados y público-privados. Este último, en atención al tipo de inversión, puede catalogarse, a su vez, en tres modelos más: 1) los desarrollados por una entidad pública con inversión privada, 2) los desarrollados por una entidad privada con recursos públicos, y 3) los desarrollados mediante recursos público-privados.

Bajo estos esquemas de desarrollo será fundamental establecer acuerdos claros y específicos que salvaguarden los derechos de cada una de las partes, así como la forma de inversión. Parte importante de dichos acuerdos corresponde también a la manera de explotar, autorizar y permitir el esclarecimiento de la tecnología en cuestión. La manera de explotar, autorizar y permitir el escalamiento de la tecnología en cuestión. Este seguimiento será la base para asegurar el beneficio y el impacto social al cual se obligan los proyectos, además de fomentar el reconocimiento y, sobre todo, el compromiso en el aprovechamiento de los desarrollos derivados del trabajo conjunto.

Finalmente, se han definido estrategias de implementación específicas para asegurar la articulación exitosa de los elementos que forman parte del modelo híbrido.

1. Establecer alianzas con actores estratégicos para simplificar y asimilar procesos. El trabajo intersectorial ha permitido agilizar los procesos de protección intelectual, permitiendo a todos los actores acceder a asesorías técnicas y a guías de procesos anteriormente complejos que obstruían la innovación. Se crean planes de adopción de tecnología a través de sesiones de trabajo con grupos relevantes del ecosistema, para así transmitir las ventajas y el uso de lo desarrollado; esto es, a manera de difusión, de impulso a su adquisición y privilegiando la atención de las necesidades más urgentes del país, mediante talento y cuidado del desarrollo nacional.
2. Asignación de recursos para la protección de los derechos generados y su mantenimiento. En estos esquemas de colaboración y generación de innovación conjunta, se prevé el apoyo financiero conjunto para asegurar la protección de los derechos de los actores involucrados, sin permitir que por falta de este recurso lo generado con la inversión pública quede desprotegido y desprovisto de potencial de explotación.

3. Se establecen mecanismos de transferencia del conocimiento que asegure su uso. Es de fundamental importancia garantizar que la generación de tecnología y conocimiento se ponga en uso beneficiando a la sociedad; mediante diversos esquemas debe asegurarse que estos recursos no se queden en las instituciones, sino que su explotación genere un desarrollo económico y social en las áreas más urgentes de atención.

Por último, es necesario destacar que, desde la creación del Conacyt, se tiene evidencia de 12 registros de propiedad industrial a nombre suyo, y el último de ellos, según el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, data de 1982. Durante el periodo neoliberal el Conacyt dejó de gestionar la propiedad intelectual de los desarrollos que financiaba con recursos públicos. Tuvieron que pasar 40 años para que el Conacyt participara como cotitular de un registro de diseño industrial. El 31 de enero de 2022 el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial le otorgó el registro al Conacyt y al Centro de Investigación y Desarrollo Industrial (CPI del Conacyt) por el modelo industrial de gabinete para el ventilador mecánico Ehécatl 4T.

Plan Nacional para la Innovación

El Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 crea por primera vez en nuestro país la figura de un Plan Nacional para la Innovación y encarga su elaboración al Conacyt por ser la cabeza de sector de las HCTI en México.

El Plan Nacional para la Innovación (PNI) tiene el objetivo de articular los esfuerzos de innovación en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos, empresas privadas y organismos públicos. El Plan establece las prioridades y las estrategias que guían los esfuerzos del Sistema Nacional de las Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (SNHCTI) en la construcción de soluciones sustentables, enfocadas en resolver retos prioritarios para el país a través de resultados tangibles que se traduzcan en beneficios para la sociedad y el ambiente.

A finales de 2021 se completó la primera etapa del diseño del Plan, que establece las agendas nacionales para el desarrollo tecnológico de vanguardia e innovación, con el propósito de atender, de manera articulada, las demandas prioritarias nacionales y locales. Estas prioridades responden, cada una, a las establecidas por el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación del país en las siguientes agendas:

- Agenda Nacional de Innovación en Salud
- Agenda Nacional de Innovación para la Seguridad Humana
- Agenda Nacional de Innovación para la Transición Energética y la Atención al Cambio Climático

MAPA DE RUTA | SALUD

	2021	2022	2023	2024
	Vacunas, fármacos y dispositivos médicos			
	Enfermedades cardiovasculares			
	Diabetes y enfermedades crónico-degenerativas			
	Alternativas al glifosato y otros agrotóxicos			
	Alimentación y agua			
	Salud ambiental y agentes tóxicos			

MAPA DE RUTA | SEGURIDAD HUMANA

	2021	2022	2023	2024
	Ciencia de frontera			
	Educación y violencias estructurales			
	Acceso universal al conocimiento			
	Acceso a recursos de información en CTI			
	Radares de vigilancia aérea y marítima			
	Estrategia digital / telecomunicaciones / nanosatélites			



2021	2022	2023	2024
Hidrocarburos			
Demandas de Pemex y CFE			
Equidad energética y tecnologías para zonas marginadas			
Energías limpias			
Captura y secuestro de CO ₂ , cambio climático y calidad del aire			
Eficiencia energética			

La articulación de estas agendas podrá consolidarse mediante un trabajo coordinado, con actores estratégicos del ecosistema de innovación y desde las perspectivas local, regional, nacional e internacional. Con base en las mejores prácticas internacionales, se han identificado para cada prioridad los elementos complejos, multidimensionales y sistemáticos que las componen. Así se han desarrollado sus mapas de ruta con entregables claros, delimitados en el corto, mediano y largo plazo junto con la inversión necesaria para asegurarlos.

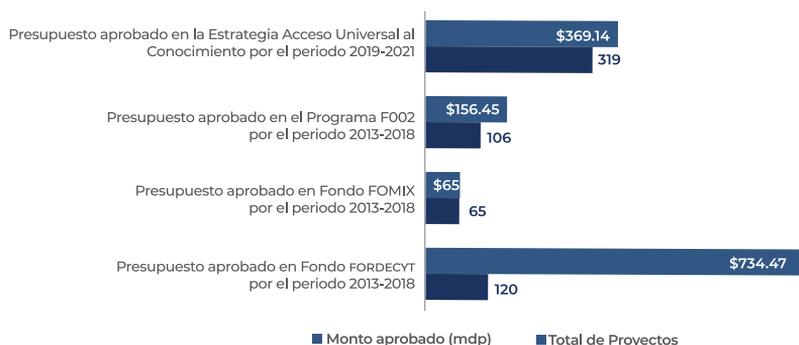
En una segunda etapa, cada uno de los mapas de ruta se articulará con actores estratégicos para su implementación con las entidades federativas, los sectores (secretarías de Estado y otras dependencias públicas), con la iniciativa privada comprometida del país y con los grupos académicos pertinentes (universidades y centros de investigación), siempre con responsabilidad social y ambiental.

V. ACCESO UNIVERSAL AL CONOCIMIENTO

Acceso Universal al Conocimiento

Una de las prioridades del sector Ciencia, Tecnología e Innovación en el periodo neoliberal fue «promover la apropiación social del conocimiento mediante la vinculación entre los agentes que lo generan y los que lo difunden y aplican, es decir, entre el sector educativo en general, las IES y centros de investigación, y las empresas a través de la difusión y divulgación de la ciencia» (Conacyt, 2014). Al menos fueron tres los instrumentos con los que se financiaron proyectos de difusión y divulgación científica durante 2013 y hasta 2018. Se trata del fondo institucional FORDECYT, los Fondos Mixtos y el Programa Presupuestario F002, apoyos para actividades científicas, tecnológicas y de innovación. Con estos tres instrumentos se financiaron en el periodo referido 291 proyectos de difusión y divulgación con un monto total de 956 millones de pesos; en su mayoría se trató de esfuerzos aislados que no prosiguieron. Como en la mayoría de las acciones de gobierno del pasado, no hubo línea de acción estratégica y todas terminaron como muestra del dispendio, la desarticulación y la duplicidad de acciones.

Gráfica 27. Distribución de apoyos y montos aprobados a proyectos de difusión y divulgación científica y de acceso universal al conocimiento, 2013-2018 y 2019-2021.



Fuente: Conacyt, registros administrativos de los FOMIX, FORDECYT, F002 y F003, Unidad de Planeación, Comunicación y Cooperación Internacional, 2013-2021.

El contraste entre los montos aprobados y la cantidad de proyectos es evidente. En el marco de la estrategia del Acceso Universal al Conocimiento, se han aprobado más



Créditos: Dirección de Acceso Universal al Conocimiento, Conacyt.

proyectos en los tres años de esta administración que en todo el sexenio anterior. La diferencia es que los proyectos actuales están enmarcados en una clara línea estratégica y han sido aprovechados todos ellos de manera eficiente. Se demuestra así que es posible hacer más con menos.

RED NACIONAL DE JARDINES ETNOBIOLÓGICOS

Uno de los proyectos insignia del eje de Acceso Universal al Conocimiento son los jardines etnobiológicos. Estos espacios se han promovido para difundir y fomentar la cultura científica y en general el interés colectivo en las HCTI, destinados a públicos no especializados. Los jardines etnobiológicos están



diseminados en casi todo el territorio nacional. A partir de ellos se busca fortalecer y difundir los conocimientos y saberes tradicionales de las comunidades campesinas mediante la conservación de la riqueza biocultural y el cuidado de sus territorios y bienes comunes.

Gracias a este esfuerzo se han creado acervos digitales (fototecas, fonotecas, información etnobiológica y biocultural). También se han llevado a cabo cursos de capacitación para el uso y manejo sustentable de los recursos naturales, impartidos en español y en lenguas indígenas, también se ha integrado un catálogo de especies nativas y endémicas de diferentes regiones. Los jardines etnobiológicos son la representación viva de la integración de la biodiversidad y cultura del país.

A partir del 1 de diciembre de 2018 comenzaron los esfuerzos para diseñar una estrategia digital y potenciar así la investigación científica y tecnológica facilitando el acceso fluido de datos, información, conocimiento y análisis pertinentes sobre las problemáticas nacionales. Con ello se contribuye a la toma de decisiones y en la construcción de una cultura científica focalizada en temáticas estratégicas.

La infraestructura tecnológica del Conacyt ha modernizado sus métodos de acceso e interoperabilidad de la información. A través de herramientas de ciencias de datos se realiza una gestión pública eficaz y eficiente sustentada en el aprovechamiento, difusión y acceso abierto de los recursos informáticos, científicos, tecnológicos y de innovación.

Dentro de las acciones enmarcadas en este esfuerzo, destaca la reorientación del Repositorio Nacional de Información para proporcionar el acceso abierto a los recursos de información derivados de las actividades HCTI.

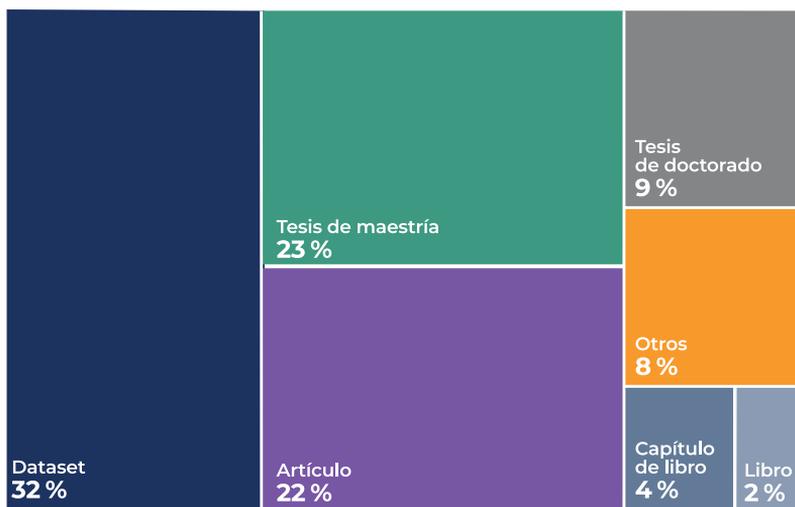
Para contribuir al aprovisionamiento de servicios de cómputo y supercómputo distribuido a proyectos de HCTI, se iniciaron los trabajos para desarrollar la iniciativa de la Red Atotoztli, una red de cómputo científico de alto rendimiento.

REPOSITORIO NACIONAL DE INFORMACIÓN

Esta plataforma digital de acceso abierto concentra la producción académica, científica, tecnológica y de innovación de las comunidades científicas. El repositorio concentra publicaciones, productos del desarrollo y datos primarios de investigaciones científicas y tecnológicas. En 2021 se cosecharon 143 208 recursos de información logrando un acumulado de 21.6 millones de recursos. La gráfica 28 muestra la mayor representatividad por tipo de recursos acumulados: los *datasets*

o conjuntos de datos, 32%; tesis de maestría, 23%; artículos, 22%; tesis de doctorado, 9%; otros, 8%; capítulos de libro, 4%; libros, 2%.

Gráfica 28. Distribución por tipo de recurso acumulado al cuarto trimestre de 2021.

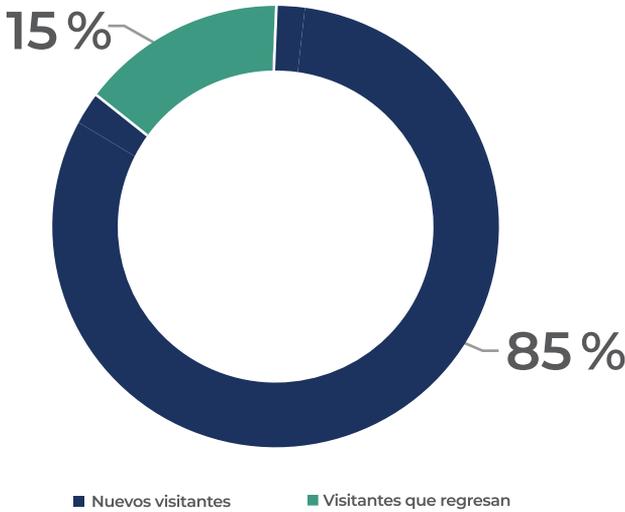


Fuente: Conacyt, Coordinación de Repositorios, Investigación y Prospectiva, 2021.

El Repositorio Nacional ha apoyado la integración de los Ecosistemas Nacionales Informáticos. Para el ENI Salud se creó el **Repositorio Conacyt COVID-19** con objeto de ser un medio de acceso abierto, habilitado por el Conacyt para recuperar y diseminar artículos, reportes y otros productos de investigación generados en distintas universidades, gobiernos y centros de investigación de todo el mundo, procedentes de diversas editoriales y de otras fuentes que han abierto sus resultados y recursos preliminares de investigaciones en temas relacionados con la COVID-19.

Hasta 2021 se registró un total acumulado de 6 429 recursos de información, con un total de 123 248 visitas; de éstas 85% son nuevos visitantes y 15%, usuarios asiduos a la plataforma tal y como lo muestra la gráfica 29.

Gráfica 29. Usuarios del Repositorio Conacyt COVID-19, 2021.



Fuente: Conacyt, Coordinación de Repositorios, Investigación y Prospectiva, del Conacyt, 2021.

En el **ENI Seguridad Alimentaria**, del capítulo «Programa Interinstitucional de Especialidad en Soberanías Alimentarias y Gestión de Incidencia Local Estratégica (PIES-AGILES)» se integró el repositorio de Pies-Agiles; en él se recopila información, documentos y diversos materiales relacionados y derivados de investigaciones científicas, plataformas, visualizaciones y herramientas; así se contribuye a la creación de espacios de diálogo y encuentro entre actores sociales diversos, sin olvidar la construcción de planes para transiciones agroecológicas desde los territorios.

RED ATO (RED ATOTOZTLI)

Como parte de las iniciativas de promoción de la ciencia por México se constituyó la Red Ato, que busca generar un circuito virtuoso entre los CPI del Conacyt, los Laboratorios, las comunidades de HCTI y el pueblo de México. Esta iniciativa procura también el aprovisionamiento de servicios de cómputo para aquellos proyectos que contribuyan al desarrollo de HCTI con incidencia social, contribuyendo a la resolución de problemas

La Red Ato se sustenta en servicios de cómputo de alto rendimiento especializado y con alto valor agregado. A través de la Red Nacional de Fibra Óptica (RNFO) será posible la interconexión de los CPI a la infraestructura y servicios de Telecomunicaciones. Se establecerán Centros de Datos Escuela en los CPI y Laboratorios Nacionales, diseño de programas de formación técnica respecto del uso del cómputo de alto rendimiento.

Esta iniciativa fortalecerá la soberanía en cuanto a datos e información generada en México con recursos públicos, e intensificará la sinergia de conocimientos, habilidades y recursos en la solución de problemas. Por último, reforzará las colaboraciones interinstitucionales y las infraestructuras existentes evitando la dispersión de recursos y la aparición de islas de poder de cómputo.

Atotoztli, hija de Motecuhzoma I, fue la primera y única mujer tlatoani entre los mexicas. Ella fue un vínculo clave entre las civilizaciones tolteca, culhua y mexica. No se le da el título ni reconocimiento en ningún registro histórico. Queremos retomar y visibilizar a este personaje histórico por lo que la Red fue nombrada así.

Acciones de comunicación científica y tecnológica

En el sexenio pasado, las labores de comunicación social y de difusión científica fueron tercerizadas a una empresa privada que absorbía recursos millonarios del erario. En el nuevo Conacyt se retomó el control de estas áreas fundamentales para el Consejo de manera que ahora, con las capacidades y los recursos internos, se diseñan, crean y producen tanto publicaciones como contenidos audiovisuales y gráficos que nutren de manera constante las redes sociales y el portal del Conacyt.

Producción editorial

Desde 2019 se edita el *Boletín Conacyt* en formato digital y, desde septiembre de 2020, la revista *Ciencias y Humanidades*, esta última con periodicidad trimestral.

Además, el Conacyt ha iniciado la publicación de libros en formato impreso y digital en la colección Ciencia para México, con los dos primeros títulos en proceso de impresión. Cabe señalar que todas las publicaciones periódicas del Conacyt son de acceso libre y de distribución gratuita, en congruencia con el principio constitucional que garantiza a las y los mexicanos el derecho a la ciencia. Además, se tiene especial cuidado en los contenidos de difusión científica, todos ellos orientados a estimular el interés en la ciencia, en el pensamiento crítico, en la responsabilidad social y ambiental, en la preservación del patrimonio biocultural de México y de los saberes tradicionales, sin olvidar los principios del humanismo, la equidad de género y la no discriminación.

Webinarios científicos

A lo largo de los tres primeros años de esta administración se han producido y difundido, a través de herramientas gratuitas de transmisión en vivo de redes sociales (Facebook Live y YouTube), seminarios, mesas de reflexión y conferencias virtuales sobre temas relacionados con el sector de las humanidades, las ciencias, las tecnologías y la innovación, que han servido de espacio para el acceso al conocimiento, así como para el debate abierto, la pluralidad epistemológica y el pensamiento crítico.

VI. ARTICULACIÓN
SECTORIAL Y
REGIONAL DE LOS
CENTROS PÚBLICOS
DE INVESTIGACIÓN
CONACYT Y LAS
PROBLEMÁTICAS
LOCALES, REGIONALES
Y NACIONALES

Articulación sectorial y regional de los Centros Públicos de Investigación Conacyt y las problemáticas locales, regionales y nacionales

Durante el periodo neoliberal de los últimos dos sexenios los Centros Públicos de Investigación del Conacyt (CPI) adoptaron el carácter de «oficinas de transferencia de tecnología» *ad hoc* para los estándares productivos del mercado; así, al amparo del uso discrecional de los fideicomisos institucionales, se suscribían acuerdos con entidades del sector privado o con gobiernos de distinto nivel para ejecutar proyectos que, en vez de forjar un impacto positivo en la comunidad científica y en la sociedad en general, se constituyeron en instrumentos para el beneficio de pocos.

Con este escenario, el nuevo Conacyt se dispuso a erradicar esta subordinación de los CPI. Ahora se les ha asignado una misión renovada que se traduce en el uso y la difusión de la investigación básica y de frontera y en la promoción de una oferta académica acorde con las necesidades más apremiantes del país, para lo cual, se elaboran estrategias sostenibles de vinculación.

La presente administración restituyó a los CPI en su papel de artífices del crecimiento científico y tecnológico en las regiones. Para ello se implementó una política de articulación de los CPI con las necesidades regionales, en el marco de la agenda prioritaria definida por los Pronaces. Esta nueva orientación ha derivado en distintos esfuerzos de coordinación con actores locales, regionales, nacionales e internacionales de los sectores público y privado, así como con la academia y el sector social.

Acciones de articulación 2019-2021

Una de las tareas que se propuso el Conacyt fue articular las capacidades de los CPI Conacyt con el objeto de generar sinergias que potenciaran el uso de la infraestructura y el talento humano de los CPI. Tomando distancia de la estrategia de los Consorcios, apuntalada en el dispendio y en frágiles

estrategias que desembocaron en proyectos inconclusos o subutilizados, la nueva ruta ofrece ya resultados palpables y significativos.

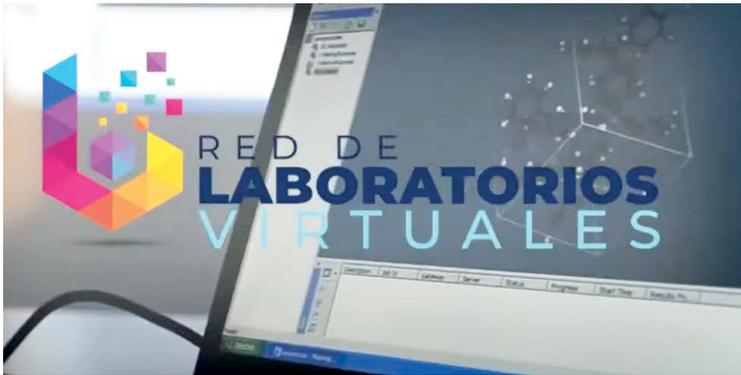
Como ejemplo, destaca la **Red de Laboratorios Virtuales**, constituida por nueve Centros Públicos Conacyt:

- Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ)
- Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ)
- Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A. de C.V. (COMIMSA)
- Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S.C. (CIDETEQ)
- Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS)
- Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA)
- Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (CIO)
- Centro de Investigación en Materiales Avanzados, S.C. (CIMAV)
- El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR)

El objetivo de la Red de Laboratorios Virtuales del Conacyt es crear un espacio virtual que permita el desarrollo de actividades tanto experimentales como no experimentales, con fines de docencia y de investigación, en comunicación remota, aprovechando con eficacia y eficiencia las nuevas tecnologías de la información y la infraestructura especializada disponible en cada uno de los CPI pertenecientes a la Red, con cobertura de actividades de simulación y optimización, demostración de tecnologías, investigación transmedia y difusión de complementos audiovisuales docentes, para la apropiación social del conocimiento.



Asimismo, estos grandes laboratorios abiertos operan en un marco de uso responsable y transparente de los recursos públicos, y consolidan la presencia del Conacyt a nivel subnacional con un permanente intercambio entre ellos, a diferencia de lo que ocurría años anteriores, cuando era común que los laboratorios no estuvieran adecuadamente equipados y funcionaran de forma aislada, atomizando de esta manera los esfuerzos.



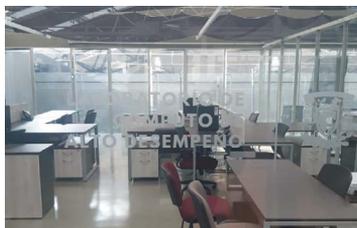
Destaca también uno de los proyectos más importantes de articulación sectorial y regional que contribuye al cumplimiento del Decreto presidencial para la sustitución del glifosato y con ello favorecen a la seguridad y soberanía alimentaria. Se trata de un programa inédito de formación y acreditación de especialistas en soberanía alimentaria, a partir de las agriculturas ecológicas y la supresión gradual del uso del glifosato y otros agrotóxicos: el **Programa Interinstitucional de Especialidad en Soberanías Alimentarias y Gestión de Incidencia Local Estratégica (PIES-AGILES)**.

En 2021 el **Programa PIES-AGILES** desarrolló el plan curricular de enseñanza para impartirse desde una plataforma virtual. A la fecha se tienen 294 estudiantes de 18 entidades federativas que están impulsando la formación de comunidades de aprendizaje para implementar autodiagnósticos agroecológicos con miras a la incidencia territorial y hacia la restauración de la soberanía alimentaria de sus regiones. Este proyecto, impulsado desde el Conacyt, es coordinado por el Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, A.C. (CIATEJ), que es el encargado de articular los esfuerzos institucionales, locales y regionales para favorecer el intercambio de saberes entre los participantes y así consolidar

agentes de cambio que construyan y articulen alternativas locales de fortalecimiento de soberanías alimentarias y agroecológicas (https://ciatej.mx/estudia-ciatej/posgrados/pies_agiles).

En otro esfuerzo de articulación, en el que participan gobiernos federal y locales, además de centros de investigación e iniciativa privada, el 24 de septiembre de 2021 se inauguró el **Centro de Desarrollo e Innovación Tecnológica Vallejo-i**. Éste simboliza la recuperación de la zona industrial del norte de la Ciudad de México y tiene por objetivo constituirse como un punto de detonación tecnológica que genere desarrollos basados en cómputo, procesamiento de datos, industria 4.0, inteligencia artificial, nuevos materiales y prototipos, además de monitoreo y observatorio de desarrollos e innovación tecnológica, que en su conjunto permitirán ofrecer mejores servicios a la ciudadanía. Con el apoyo a este proyecto, el Conacyt contribuye a «convertir a esta zona de la alcaldía Azcapotzalco en el clúster de innovación industrial más importante del valle de México».





Fuente: Conacyt, Registros administrativos de la Unidad de Articulación Sectorial y Regional, 2021.

Otro ejemplo virtuoso de articulación es el **Centro de Investigación sobre el envejecimiento en la Ciudad de México**, proyecto apoyado por el Conacyt desde 2017 y al cual se le ha dado seguimiento y apoyo debido a su importante incidencia en la problemática que atiende. Está a cargo del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (Cinvestav), en colaboración con el Gobierno federal y local, e instituciones de salud y academia. Es el primer centro en su tipo en México, y a nivel latinoamericano es precursor en la generación de ciencia de frontera en torno al proceso de envejecimiento. Además de generar conocimiento de vanguardia mediante la investigación científica y el desarrollo tecnológico, se busca, entre otros objetivos, generar mecanismos de atención y prevención, así como estudios y pruebas experimentales que permitan prevenir enfermedades crónico-degenerativas propias de la edad avanzada que influyen en el desarrollo de la población de la Ciudad de México.



Fuente: Conacyt, Registros administrativos de la Unidad de Articulación Sectorial y Regional, 2021.

Desde el proyecto Diagnóstico de Capacidades de las HCTI, Generación y Fortalecimiento de Redes Regionales 2021, se apoyaron varias redes de colaboración que llevan a cabo acciones HCTI en completa articulación según diferentes necesidades regionales. Por ejemplo, desde la Red de Educación Científica Inclusiva Serendipia, coordinada por la Universidad Autónoma de Baja California, se apoyó el Programa de Educación Científica para la Sostenibilidad de las Comunidades Áridas y Costeras con el propósito de impulsar las vocaciones y la alfabetización científica en niños y jóvenes. A través de la Red Temática TIC en la Educación, coordinada por la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, se da apoyo al proyecto sobre fortalecimiento de la salud física y emocional de los trabajadores agrícolas en comunidades de alta intensidad migratoria ante la COVID-19, en el Occidente de México. Con él se busca reducir los riesgos psicosociales en personas que viven en comunidades rurales de alta intensidad migratoria y mejorar sus estrategias para afrontar y superar la crisis ante la COVID-19.

Acciones de los CPI ante la pandemia de COVID-19

Por último, es indispensable insistir en que el Conacyt convirtió la crisis en una oportunidad. La pandemia originada por el virus SARS-CoV-2 fue un catalizador que llevó al Consejo a adueñarse de un papel activo y protagónico para ofrecer al país alternativas en la tarea de contrarrestar el desafío. Los CPI desempeñaron un papel fundamental en esta tarea.

Antes y durante la pandemia, los CPI formularon variadas propuestas de proyectos: desarrollo de algoritmos y modelos computacionales, equipos y pruebas de detección del virus, fabricación de instrumental médico, sanitizantes, desinfectantes y ventiladores mecánicos. Además, se hicieron propuestas de investigaciones clínicas para el combate del virus y otras más de estudios socioeconómicos dirigidos a la toma de decisiones y al análisis de las implicaciones de este virus en el nivel social.

Como resultado de estos proyectos, tuvo lugar la donación de más de 1000 litros de gel antibacterial y 100 piezas de caretas protectoras a instituciones de salud, unidades médicas y sistemas estatales de desarrollo integral de la familia, en entidades como Zacatecas, Coahuila, Tamaulipas, Nuevo León, Aguascalientes y Chihuahua.

Además, el Instituto de Diagnóstico y Referencia Epidemiológicos (INDRE) expidió el reconocimiento a cuatro CPI Conacyt para realizar pruebas clínicas de diagnóstico del virus SARS-CoV-2 con fines de vigilancia epidemiológica. Se trata del IPICYT, CIAD, Cibnor y CIGESE.



Fuente: Laboratorio Nacional de Biotecnología Agrícola, Médica y Ambiental (LANBAMA) del IPICYT. Fotografía: IPICYT.

REFERENCIAS

- Andrés Manuel López Obrador (24 de diciembre de 2019). *Conferencia de prensa matutina*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=I56iEnGcgc4>.
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation: The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press.
- Conacyt. (2014). *Programa especial de ciencia, tecnología e innovación 2014-2018*. Disponible en : <https://www.siicyt.gob.mx/index.php/normatividad/nacional/programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti/2014-programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion/623-peciti-2014-2018/file>
- Conacyt. (2018). *Código de buenas prácticas del PNPC*. Disponible en: https://conacyt.mx/wp-content/uploads/convocatorias/PNPC/CODIGO_DE_BUENAS_PRACTICAS_PNPC_2018.pdf

Conacyt. Página web institucional, disponible en <https://conacyt.mx/>

Conacyt. (2021b). *Criterios específicos de evaluación Área VIII: ingenierías y desarrollo tecnológico*. Disponible en https://conacyt.mx/wp-content/uploads/sni/marco_legal/criterios/criterios_especificos_area_viii.pdf [Acceso 07 de junio de 2022].

Conacyt. (2021c). *Laboratorios Nacionales Conacyt*. Disponible en: <https://conacyt.mx/conacyt/areas-del-conacyt/desarrollo-cientifico/laboratorios-nacionales/>

Conacyt (2021d) “El Conacyt presenta el Ecosistema Nacional Informático «Rescate del Lago de Texcoco». Disponible en <https://conacyt.mx/el-conacyt-presenta-el-ecosistema-nacional-informatico-rescate-del-lago-de-texcoco/> [Acceso 10 de abril 2022].

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [Const] Art. 3, 5 de febrero de 1917, Párrafo reformado DOF 12-11-2002, 15-05-2019.

Gobierno de México. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019

Gobierno de México. (2022). *Comunicado de prensa*. <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/se-instalo-el-comite-de-ordenamiento-ecologico-local-del-territorio-de-calkini-en-campeche?idiom=es>

INEGI (2021) *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo Cuatro Trimestre, México*. <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/> [Acceso 18 de abril 2022].

Olivé, León; De Sousa Santos, Boaventura; Salazar de la Torre, Cecilia; Antezana, Luis H.; Navia Romero, Wálter; Tapia, Luis; Valencia García, Guadalupe; Puchet Anyul, Martín; Gil, Mauricio; Aguiluz Ibargüen, Maya; Suárez, Hugo José. (2009). *Pluralismo epistemológico*. Coediciones. La Paz:

CLACSO - Muela del Diablo Editores - Comunas - CIDES - UMSA, Bolivia.

UAM (2020) Comunicado “Proyectos de investigación en materia de Covid-19”. http://www.cua.uam.mx/pdfs/eventos_y_noticias_pdf/2020/diciembre/Proyectos_de_investigacion_en_materia_de_Covid-19.pdf

UNACH (2016) “Organiza UNACH el primer seminario nacional en ciencias de la ingeniería”. <https://www.dcs.unach.mx/index.php/sala-de-prensa/item/3810-organiza-unach-el-primer-seminario-nacional-en-ciencias-de-la-ingenier%C3%ADa>

