

PROPUESTAS Y REFLEXIONES SOBRE EL FUTURO DE LA POLÍTICA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN EN MÉXICO

Colección: "Propuestas y reflexiones sobre políticas públicas" No. 1 enero, 2024



Academia Mexicana de Ciencias, Rafael Bojalil, Enrique Cabrero Mendoza,
Gabriela Dutrénit, Jorge Mauricio Flores Moreno, José Franco,
Crescencio García Segundo, Antonio Lazcano Araujo, Sergio López Ayllón,
Red ProCiencia MX, Martín Puchet, Raúl Rojas González,
José Antonio Seade Kuri, Gloria Soberón Chávez,
José Luis Solleiro Robledo, Julia Tagüeña, Brenda Valderrama

Compiladores:

Enrique Cabrero Mendoza y José A. Seade Kuri



Las políticas de ciencia, tecnología e innovación en el mundo de hoy ocupan un lugar estratégico en la agenda de gobierno de los países. El nuevo escenario global de la Sociedad y Economía basadas en el conocimiento así lo requiere. En este contexto, México ha logrado construir un sistema de ciencia y tecnología a lo largo de varias décadas, sin embargo, son muchos todavía los rezagos.

La Academia Mexicana de Ciencias (AMC) y el Instituto de Investigación en Políticas Públicas y Gobierno (IIPPG) de la Universidad de Guadalajara, organizaron conjuntamente en noviembre de 2023, en la sede del IIPPG, un taller de reflexión sobre el futuro de la política de ciencia, tecnología e innovación en México. Ese interesante encuentro -sin filiación partidista alguna- condujo a la iniciativa de llevar a cabo esta compilación de textos, “Propuestas y reflexiones sobre el futuro de la política de ciencia, tecnología e innovación en México”, que promueven ideas y propuestas concretas sobre cómo renovar la política nacional en la materia.

En la AMC confluyen una mirada de opiniones e ideologías, como lo consigna el documento elaborado por la propia Academia y que aquí se incluye. El IIPPG por su parte, busca convocar a la reflexión sobre los diversos ámbitos de política pública para enriquecer la deliberación e intercambio de ideas en plena libertad, y promoviendo la pluralidad de opiniones. Los planteamientos que se compilan en este volumen, son razonamientos y propuestas que algunos miembros de la comunidad científica han elaborado, ya sea a título institucional o individual, y son responsabilidad de quienes firman cada capítulo del mismo.

Esperamos que estos materiales cumplan su cometido y sean tomados en cuenta por las diversas plataformas de los partidos políticos, así como por grupos distintos de observadores y analistas con el fin de propiciar el diálogo y construcción de un mejor futuro para México y para el sector científico del país.

José Antonio Seade Kuri
Presidente de la AMC

Enrique Cabrero Mendoza
Director del IIPPG de la UdG

Propuestas y reflexiones
sobre el futuro de la política de ciencia,
tecnología e innovación en México

COLECCIÓN:

"Propuestas y reflexiones sobre políticas públicas"

No. 1. Enero, 2024

Propuestas y reflexiones sobre el futuro de la política de ciencia, tecnología e innovación en México

COLECCIÓN:

"Propuestas y reflexiones sobre políticas públicas"

No. 1. Enero, 2024

Enrique Cabrero Mendoza y José A. Seade Kuri

COMPILADORES



Colección: "Propuestas y reflexiones sobre políticas públicas"

No. 1. Enero, 2024

Primera edición, 2024

D.R. © Instituto de Investigación en Políticas Públicas

Centro Universitario de Ciencias Económico Administrativas

Universidad de Guadalajara

Edificio B 202, Periférico Norte No. 799,

Núcleo Universitario Los Belenes

C.P. 45100, Zapopan, Jalisco, México

La colección "Propuestas y reflexiones sobre políticas públicas" es un medio para difundir de manera rápida ideas, propuestas y reflexiones sobre alguna política pública en particular. Se trata de textos para discusión y deliberación entre tomadores de decisión, expertos, observadores y público en general. No se trata de textos acabados, ni de publicaciones dictaminadas académicamente, se trata de textos para generar el intercambio de ideas.

El Instituto de Investigación en Políticas Públicas y Gobierno propone este tipo de materiales para generar un debate informado y serio sobre el diseño e implementación de políticas públicas en curso. Es un producto diferente de otros que genera el IIPPG como son las investigaciones acabadas y rigurosamente dictaminadas. Las opiniones y argumentos aquí expresados son responsabilidad exclusiva de los autores y todos los textos son materiales de trabajo en constante modificación.

Diseño de portada: Ana Leticia Parra Lozano

Academia Mexicana de Ciencias

Rafael Bojalil

Enrique Cabrero Mendoza

Gabriela Dutrénit

Jorge Mauricio Flores Moreno

José Franco

Crescencio García Segundo

Antonio Lazcano Araujo

Sergio López Ayllón

Red ProCiencia MX

Martín Puchet

Raúl Rojas González

José Antonio Seade Kuri

Gloria Soberón Chávez

José Luis Solleiro Robledo

Julia Tagüeña

Brenda Valderrama

Presentación

Las políticas de ciencia, tecnología e innovación en el mundo de hoy ocupan un lugar estratégico en la agenda de gobierno de los países. El nuevo escenario global impulsa al despliegue de capacidades de generación de conocimiento científico, de desarrollo tecnológico y de innovación, como herramientas indispensables para ocupar un lugar en el reacomodo internacional. Además, en esta era del conocimiento, la información, la tecnología y el aprendizaje continuo, estas políticas públicas se han convertido en las mejores palancas para el desarrollo y el bienestar de las naciones, hay evidencia de sobra. Algunos países han apostado con firmeza a esta agenda de políticas y en tres décadas han logrado avances extraordinarios. Se trata de una nueva oportunidad para que países en desarrollo, con rezagos sociales importantes y niveles de bienestar precarios, den un salto muy significativo en sus niveles de crecimiento, competitividad y progreso.

México ha logrado construir un sistema de ciencia y tecnología a lo largo de ocho décadas, desde la creación de los primeros institutos de investigación de la UNAM, y con más fuerza y dinamismo desde la creación del CONACYT hace cinco décadas, lo cual le ha permitido tener una presencia en el mundo del conocimiento. Sin embargo, los rezagos son evidentes. Una infraestructura institucional y científica débil; una comunidad de investigadores y tecnólogos todavía muy reducida en proporción al tamaño de nuestra población y de nuestra economía; y un monto de inversión pública y privada totalmente insuficiente para transitar hacia un país que quisiera hacer

de la agenda de ciencia, tecnología e innovación una prioridad. La oportunidad para que en el futuro inmediato nuestro país se convierta en un país emergente que logre un lugar en la sociedad y economía basadas en el conocimiento, está a punto de perderse.

Es fundamental que el próximo gobierno de México haga de esta política pública una agenda prioritaria. Que comprometa un monto de inversión mucho mayor que el actual, que promueva de manera decidida la formación de capital humano altamente calificado; que fortalezca a las instituciones y grupos de investigación para que consoliden sus avances; que oriente a la academia y al sector productivo hacia la innovación; en fin, que haga del conocimiento una herramienta fundamental para atender los problemas y retos nacionales. Todo ello, en un marco de certidumbre institucional, de libertad científica, y de compromiso con la sustentabilidad social y ambiental.

Los textos que se compilan en este volumen, son resultado de reflexiones diversas y propuestas puntuales, que algunos miembros de la comunidad científica han elaborado ya sea a título individual o institucional, para nutrir el debate sobre qué hacer con la política de ciencia, tecnología e innovación en México. La intención es que esta compilación circule a través de las comunidades de científicos, tecnólogos, funcionarios, empresarios, políticos, legisladores, periodistas y observadores diversos del entorno nacional. Se trata de textos que continúan mejorándose y ampliándose, son documentos en trabajo continuo, que se retroalimentan de la discusión y el intercambio, no se trata de versiones acabadas, sino de avances en la reflexión. Su objeto es ese, detonar la generación de nuevas ideas y nuevas propuestas.

Siendo este año de 2024 un año que quisiéramos recordar como un año de deliberación amplia sobre las diversas alternativas en la construcción de una agenda de políticas públicas renovadas, la Academia Mexicana de Ciencias y el Instituto de Investigación en Políticas Públicas

y Gobierno de la Universidad de Guadalajara, decidimos llevar a cabo esta compilación de textos que reflexionan y promueven ideas acerca de cómo renovar la política nacional en la materia.

El IIPPG, tiene como misión animar la discusión y deliberación informada sobre los diversos ámbitos de políticas públicas, esta compilación forma parte de esta labor. Esperamos que estos materiales cumplan su cometido y sean tomados en cuenta en un año que deberá ser de diálogo y construcción de un mejor futuro para México y para el sector científico del país.

José Antonio Seade Kuri
Presidente de la AMC

Enrique Cabrero Mendoza
Director del IIPPG de la UDG

Índice

Presentación	7
--------------------	---

JOSÉ ANTONIO SEADE KURI / ENRIQUE CABRERO MENDOZA

CONTRIBUCIONES INSTITUCIONALES

Líneas generales para una Agenda Nacional de CTI 2024-2050. <i>Academia Mexicana de Ciencias</i>	15
---	----

Estrategia de política de CTI hacia el bienestar social y el desarrollo sustentable de México: 2024-2036 <i>ProCienciaMX</i>	37
--	----

CONTRIBUCIONES INDIVIDUALES

El futuro de la política de CTI en México. Una agenda pendiente.....	61
--	----

ENRIQUE CABRERO MENDOZA

Del desmantelamiento a la reconstrucción del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación.....	99
--	----

GABRIELA DUTRÉNIT / MARTÍN PUCHET / JULIA TAGÜEÑA

Algunas ideas para la reconstrucción del sistema de CTI en nuestro país.....	121
---	-----

JOSÉ FRANCO

La crisis de la ciencia en México: el contexto internacional.....	129
JOSÉ ANTONIO LAZCANO	
Inventando el futuro.	
La arquitectura de la investigación científica	137
RAÚL ROJAS GONZÁLEZ	
Ciencia, educación y desarrollo sostenible	207
JOSÉ ANTONIO SEADE KURI	
Hacia una Secretaría de Educación Superior,	
Ciencia, Tecnología e Innovación	219
BRENDA VALDERRAMA / JOSÉ LUIS SOLLEIRO REBOLLEDO /	
JORGE MAURICIO FLORES MORENO / CRESCENCIO GARCÍA SEGUNDO	

Contribuciones institucionales

ACADEMIA MEXICANA DE CIENCIAS

Líneas generales para una Agenda Nacional de CTI 2024-2050

Resumen Ejecutivo

Esta propuesta para construir una Agenda Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación es el resultado de una reflexión colegiada de la Academia Mexicana de Ciencia. El punto de partida es reconocer que México carece aún de una política de CTI robusta y con un peso suficiente en la agenda nacional. La AMC tiene la convicción que el diseño de esa política debe ser el resultado de un diálogo entre todos los actores del sistema de CTI.

Diversos indicadores muestran que, desde hace una década, México ha experimentado un claro retroceso en la CTI. Esto preocupa porque, comparados con otros países, perdemos terreno y oportunidades para hacer de la ciencia y la tecnología una palanca para lograr un crecimiento sustentable, incluyente, que favorezca el desarrollo de las personas, la justicia social, el bienestar colectivo, la democracia y la paz.

En efecto, en las sociedades contemporáneas la investigación científica y el desarrollo tecnológico son factores que detonan el desarrollo económico y el bienestar social. El progreso y la calidad de vida de las personas es cada vez más dependiente del conocimiento generado por la investigación científica.

Por ello insistimos en la urgente necesidad de tener una agenda nacional de largo plazo con mecanismos de financiamiento estables, progresivos, multianuales y suficientes. Junto con lo anterior, el Sistema

Nacional de CTI debe tener una gobernanza eficaz, colegiada, inclusiva, transparente y capaz de articular a los diferentes agentes del sistema.

La investigación científica y tecnológica debe, sin duda, contribuir a resolver los grandes problemas nacionales. Pero para lograrlo es necesario desarrollar una estrategia de expansión de la planta científica nacional en todas las áreas, ampliar los mecanismos de formación de recursos humanos en programas nacionales y extranjeros, fomentar las vocaciones científicas, crear nuevos centros de investigación, lograr una adecuada vinculación con los sectores productivos y sociales, fomentar la divulgación de la ciencia y la colaboración con instituciones científicas internacionales.

El desarrollo e implementación de la agenda que se propone debe concebirse como una corresponsabilidad de los diferentes actores que integran el sistema de CTI, muy particularmente de la comunidad científica y académica del país. Finalmente, creemos que esa comunidad debe incluir a todas las áreas del conocimiento, a todas las instituciones, públicas y privadas, a la investigación básica y aplicada, y cuya práctica debe estar cimentada en el más amplio ejercicio de las libertades de expresión, cátedra e investigación.

Líneas generales para la Agenda Nacional de CTI 2024-2050

Propuesta de la Academia Mexicana de Ciencias (AMC)

Este documento tiene como propósito contribuir al diseño de una política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) para los próximos 25 años. Inicialmente fue preparado por una comisión integrada por miembros de la Academia Mexicana de Ciencias,¹ posteriormente se enriqueció con las aportaciones de varios miembros de la Academia a través de cuatro foros virtuales que se celebraron a finales de 2023.²

Desde hace tiempo, diversos actores del sistema de ciencia, tecnología e innovación (academia, universidades, centros de investigación, sector productivo, gobiernos estatales y federal, sector social y sociedad civil) han expresado su preocupación por la carencia de una política nacional de largo plazo en ciencia, tecnología e innovación, que permita a la CTI tener un papel central en la agenda nacional y coadyuvar a un desarrollo social y económico sostenido, equilibrado e inclusivo, y que contribuya a reducir las desigualdades que existen en el país.

¹ La comisión estuvo integrada por los siguientes miembros de la AMC: José Franco, Silvia Giorguli, Sergio López Ayllón, David Romero, Pedro Salazar, José Seade y Gloria Soberón.

² La mesa directiva de la ACM realizó una convocatoria abierta a la membresía para participar en los foros, que tuvieron lugar los días 27 de noviembre y 1, 4 y 6 de diciembre de 2023. Participaron miembros de la AMC de todo el país y muy diversos campos del conocimiento, desde la óptica, las matemáticas, la inteligencia artificial o la medicina hasta la economía y la sociología. En los foros se expusieron muy diversas reflexiones, ideas y propuestas que, en la mayor medida de lo posible, se incorporaron al documento inicial.

La AMC reconoce que México es un país que carece de una política de CTI robusta y con un peso suficiente en la agenda nacional de un país con el tamaño y potencial económico como el nuestro. La AMC entiende que el diseño de esa política debe ser el resultado de un diálogo entre todos los actores del sistema de CTI, que generen consensos y permitan diseñar acciones para hacer de la ciencia un motor para el desarrollo sostenido e incluyente.

Esta Academia toma como punto de partida el texto del artículo 3 constitucional que establece el derecho de todas las personas a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica. Para ello, dice la Constitución, el Estado debe apoyar la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, y proveer recursos y estímulos suficientes conforme las bases de coordinación, vinculación y participación que establezcan las leyes en la materia. Además, se reconoce constitucionalmente que el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, que debe estar integrado por los sectores públicos, social y privado.³

Finalmente, la Academia subraya que el desarrollo de la CTI sólo puede darse como resultado del más amplio ejercicio de las libertades de expresión, cátedra e investigación, todas reconocidas constitucionalmente. Recientemente, la Comisión Interamericana sobre Derechos Humanos de la OEA adoptó los *Principios Interamericanos sobre Libertad Académica y Autonomía Universitaria*⁴ que conciben a la libertad académica⁵ como un derecho humano independiente que habilita el ejercicio

³ Véase los artículos 3 fracción V y 73 fracción XXIX-F de la CPEUM.

⁴ Adoptados por la Comisión Interamericana de Derechos Humanos durante el 182º Periodo Ordinario de Sesiones, celebrado del 6 al 17 de diciembre de 2021. Consultables en https://www.oas.org/es/cidh/informes/pdfs/principios_libertad_academica.pdf

⁵ De acuerdo con los principios “La libertad académica implica el derecho de toda persona a buscar, generar y transmitir conocimientos, a formar parte de las comunidades académicas y a realizar labores autónomas e independientes para llevar a cabo actividades de acceso a la educación, docencia, aprendizaje, enseñanza, investigación,

de otros derechos. El ejercicio de estas libertades no puede estar sujeto a condición alguna. Por lo demás, los apoyos a la investigación deben incluir todas las áreas y especialidades, sin excluir ninguna, y comprender la investigación básica y aplicada generada en las instituciones públicas y privadas.

A. Contexto y antecedentes

Para lograr que la CTI coadyuve a lograr un desarrollo social y económico sostenido, equilibrado e inclusivo, que ayude a reducir las desigualdades que existen en el país, resulta necesario que el Estado Mexicano genere políticas públicas que estimulen y promuevan la colaboración entre las universidades y los centros de investigación, públicos y privados, con los diferentes sectores productivos y sociales de nuestro país. Este es un proceso difícil y de largo aliento que requiere planificación, compromisos y acciones que se desarrollen por etapas.

En 2012, bajo el auspicio de la UNAM, se realizó un primer esfuerzo para construir una agenda nacional en CTI en el que participaron cerca de 120 representantes de 64 organizaciones del sector incluidas IES, centros de investigación, academias, asociaciones, cámaras y líderes empresariales, así como algunos sectores gubernamentales. El resultado fue el documento *Hacia una Agenda Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación 2012*⁶ (en adelante el Documento 2012) que se entregó al entonces presidente electo Enrique Peña Nieto, y cuya propuesta prin-

descubrimiento, transformación, debate, búsqueda, difusión de información e ideas de forma libre y sin temor a represalias. Adicionalmente, la libertad académica tiene una dimensión colectiva, consistente en el derecho de la sociedad y sus integrantes a recibir informaciones, conocimientos y opiniones producidas en el marco de la actividad académica y de obtener acceso a los beneficios y productos de la investigación, innovación y progreso científico” (p. 8).

⁶ El documento puede consultarse en: https://www.amc.mx/politicas_cientificas/agenda_nal_cti_extenso_260912.pdf

cial se expresó como sigue: “hacer del conocimiento y la innovación una palanca fundamental para el crecimiento económico sustentable de México, que favorezca el desarrollo humano, posibilite una mayor justicia social, consolide la democracia y la paz, y fortalezca la soberanía nacional” (p. 3).

Posteriormente, en 2018, se realizó un segundo ejercicio de reflexión y concertación que, con una participación aún más importante, reiteró la propuesta de 2012 y la profundizó en diversas dimensiones. El resultado de esta deliberación se plasmó en el documento *Hacia la consolidación y desarrollo de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación. Objetivo estratégico para una política de Estado 2018-2024*⁷ (en adelante el Documento 2018), el cual se entregó al presidente electo Andrés Manuel López Obrador.

Sin embargo, las nuevas autoridades designadas por el Presidente de la República para encabezar el CONACYT tenían ideas diferentes y adoptaron diversas medidas para modificar el rumbo. Se trató, según lo estableció el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2024 (PECITI), de “impulsar un cambio de paradigma en la política de CTI” con base en “el avance del conocimiento y el cambio tecnológico de vanguardia, siempre anteponiendo la defensa del interés público, el bien común y la recuperación de la rectoría del Estado en el trazado de las vías del desarrollo nacional prioritarias y estratégicas”.⁸ Para ello, se establecieron seis objetivos prioritarios, a saber: el fortalecimiento de la comunidad científica; el impulso a la generación de conocimiento de vanguardia y la ciencia de frontera con investigaciones de carácter inter, multi y trans disciplinario; el establecimiento de los programas nacionales estratégicos; el desarrollo de la transferencia de tecnologías de vanguardia bajo un modelo de pentahélice; la promoción

⁷ El documento puede consultarse en https://www.amc.mx/politicas_cientificas/CTI-180822.pdf

⁸ PECITI, publicado en el DOF el 28 de diciembre de 2021.

del acceso universal al conocimiento y sus beneficios; y la generación de información y perspectiva científica con impacto social.

Con base en el PECITI 2021-2024 se realizaron varias acciones, entre otras: se establecieron diez Programas Nacionales Estratégicos;⁹ se reformó en varias ocasiones el estatuto y el reglamento del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) así como sus criterios y mecanismos de evaluación; se dio una nueva orientación al posgrado y se modificaron las prioridades y el enfoque de sus becas; se extinguieron los fideicomisos, tanto del CONACYT como de los Centros Públicos de Investigación (y con ello se perdió la multianualidad de los apoyos a la ciencia); y se elaboró una nueva Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI) que incluye un nuevo modelo de gobernanza para el sistema CTI.

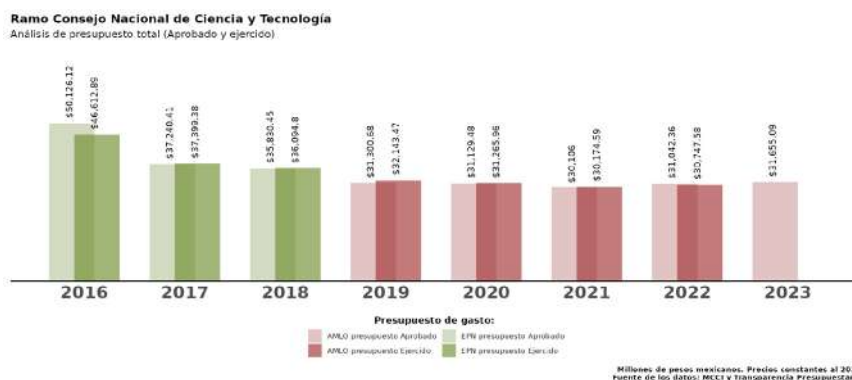
Es demasiado temprano para evaluar los resultados y efectos de este conjunto de acciones, muchas de las cuales han generado debate e inquietud entre la comunidad de CTI. Durante los foros, algunos miembros de la AMC expresaron, en particular, su preocupación por el modelo altamente centralizado que contiene la LGHCTI, por las diferencias que se hace entre instituciones públicas y privadas, así como por el abandono de la política de vinculación e innovación entre la academia y el sector productivo.

Más allá de estas expresiones, lo que resulta innegable es que la ciencia y la tecnología están lejos de constituir una prioridad gubernamental, y que ha habido un retroceso en varios de los indicadores que miden las diferentes dimensiones de la CTI.

Así, por ejemplo, los datos más recientes del Banco Mundial reportan que en 2010 México gastó 0.49% del PIB en investigación y desarrollo. Diez años más tarde, en 2020, este gasto apenas alcanzó el 0.30%.

⁹ Los programas nacionales estratégicos son: agentes tóxicos y procesos contaminantes; agua; cultura; educación; energía y cambio climático; salud; seguridad humana; sistema socio ecológicos; soberanía alimentaria y vivienda.

Desde otra perspectiva, el gasto federal destinado a la CTI se compone del gasto del ramo 38 CONACYT (que incluye el gasto de los CPI sectorizados en el mismo) que a precios constantes de 2023 ha tenido una disminución importante como se ilustra en la siguiente lámina. A este gasto, se suman los recursos destinados a la función de “ciencia, tecnología e innovación” que se asigna a las universidades federales y diversos centros de investigación vinculados a algunas secretarías de estado. El Presupuesto de Egresos de la Federación 2024 propone un presupuesto total para la CTI de 60,644 millones de pesos, lo que representa una reducción de 4% en términos reales respecto a 2023, y una disminución de 39% en comparación con lo aprobado en 2015. Esta reducción preocupa pues supone una pérdida acumulada entre 2015 y 2024 de 38,538 millones de pesos.¹⁰



Otra dimensión relevante es la que se refiere al capital humano que realiza las actividades de CTI. México tiene, de acuerdo a datos de la OCDE, un investigador por cada 1,000 habitantes de la población econó-

¹⁰ Véase Moreno y Cedillo. “PPEF 2024: crisis y precarización de la educación superior y la ciencia”, en Nexos, septiembre 27, 2023 en <https://educacion.nexos.com.mx/ppef-2024-crisis-y-precarizacion-de-la-educacion-superior-y-la-ciencia/>

micamente activa (PEA), mientras que el promedio de los países de la OCDE es de 8 investigadores por cada 1,000 habitantes de la PEA.¹¹

En cuanto a la producción científica y tecnológica del país (artículos en publicaciones científicas y tecnológicas), si bien se ha incrementado en los últimos 20 años, esa producción palidece frente al esfuerzo de otros países con un nivel de desarrollo similar, como es el caso de Brasil, Indonesia y Turquía.¹²

El balance del análisis anterior preocupa pues muestra que la agenda de la ciencia, el conocimiento tecnológico y la innovación están lejos de ser prioritarias y que el ritmo de crecimiento es insuficiente, sobre todo si se compara con otros países emergentes que han avanzado mucho más rápidamente.

Por todo lo anterior es urgente construir una política científica de largo plazo, resultado de una deliberación incluyente y participativa, que permita que la ciencia, la tecnología y la innovación se conviertan en palancas de un crecimiento sostenible como se propuso en los Documentos de 2012 y 2018. Por ello, una vez más, insistimos en una propuesta que avance en esta dirección.

B. Los temas de la agenda

Un sistema nacional de CTI debe articular adecuadamente a la comunidad científica, tecnológica y de innovación, a los gobiernos estatales y federal, al sector productivo y al sector social, tal y como lo mandata el artículo 73 fracción XXIX F de la Constitución.

En México el sistema de CTI tiene diferentes niveles de maduración. Sin duda, y a pesar de sus carencias, el sector ciencia es el más desarrollado, pues existen infraestructura, instituciones y recursos humanos

¹¹ Véase <https://data.oecd.org/rd/researchers.htm>

¹² Véase <https://www.oecd.org/sti/inno/scientometrics.htm>

formados a lo largo de varias décadas. No puede decirse lo mismo del sector de tecnología que requiere de mayores recursos y es sin duda el que puede lograr una articulación mucho mejor estructurada con el sector productivo. Finalmente, el sector con mayor rezago corresponde a la innovación, en donde es necesario reconocer que los diferentes esfuerzos por impulsarla no han avanzado y se requiere repensar un modelo que sea efectivo y genere los resultados que el país necesita.

Junto con lo anterior, es importante considerar que existen importantes diferencias regionales en el país. Por ello, una agenda nacional debe proponer estrategias específicas para las regiones con menor desarrollo del sector, con el propósito de reducir las desigualdades y generar mejores condiciones de crecimiento sostenido para ellas.

A continuación, se presentan muy sintéticamente algunas ideas respecto a los grandes temas para una agenda nacional de CTI 2024-2050.

1. Importancia central de la CTI en el desarrollo económico sustentable e incluyente

“La ciencia es una actividad humana cuyo fin es la generación de conocimiento original acerca de todos los aspectos de la naturaleza, incluyendo al ser humano mismo –como individuo y como sociedad– mediante la observación, la experimentación, el análisis y la interpretación” (Documento 2018, p. 21). Es una condición para lograr un “desarrollo económico sustentable e incluyente que favorezca el desarrollo de las personas, la justicia social, el bienestar colectivo, la democracia y la paz” (Documento 2018, p. 9)

En efecto, en las sociedades contemporáneas la investigación científica y el desarrollo tecnológico son factores que detonan el desarrollo económico y el bienestar social. El progreso y la calidad de vida de las personas es cada vez más dependiente del conocimiento generado

por la investigación científica, al punto que algunas de las diferencias entre los países con alto nivel de desarrollo y aquellos con altos índices de pobreza y marginación se explica por el grado de inversión en CTI y el desarrollo de la infraestructura y el capital humano.

Por ello, se requiere una reacción urgente y de gran calado para que el país pueda fortalecer su infraestructura científica y el capital humano necesario para la producción de conocimiento. Se trata de crear un entorno que lo facilite, valore y utilice en beneficio de la población. Para lograrlo es fundamental vincular la educación superior con el proceso de creación y aplicación del conocimiento, así como la innovación, creando nuevos mercados de trabajo para los egresados de los programas de licenciatura, maestría y doctorado a lo largo del país.

Asimismo, es urgente estimular la participación de empresas en actividades de innovación. Para esto se requiere implementar más sistemas de educación dual en las universidades y estimular la participación de profesores y alumnos en la creación de empresas que atiendan las necesidades de los sectores productivos y de la industria. Claramente, este tipo de acciones beneficiará al país al contar con personal altamente calificado, con empleos mucho mejor remunerados, lo que ayudará a que nuestros sectores productivos sean más eficientes y competitivos.

2. *La gobernanza del sistema CTI*

Un sistema sólido de CTI requiere una gobernanza robusta que facilite la articulación entre los actores y la asignación transparente, eficaz y razonada de recursos. Además, que incentive la participación y la innovación y que sea capaz de rendir cuentas a diferentes niveles. El diseño institucional es una de las claves para lograr que los diferentes actores que integran el sistema puedan desplegar todo su potencial

y generen conocimientos para lograr los objetivos de política pública que se propongan.

En la nueva Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación se establece un modelo de gobernanza. Existen muchas dudas dentro de la comunidad de CTI sobre su idoneidad. Por ello, y con independencia de lo que determine la Suprema Corte de Justicia sobre la constitucionalidad de esa ley,¹³ consideramos que resulta necesario llevar a cabo una amplia discusión para replantearlo.

Es muy importante considerar que la gobernanza del sistema no es idéntica al diseño institucional del CONACHCYT. La primera debe considerar que el sistema de CTI tiene una base constitucional y que está integrado por la federación, las entidades federativas y los municipios, junto con los sectores académico, social y privado. Se trata de una organización compleja. La segunda es que el CONACHCYT es sin duda un actor relevante del sistema, pero no lo agota ni puede concentrar facultades y decisiones que deben tomarse desde la lógica del sistema o que puedan generar conflicto de interés.

Algunos de los objetivos que proponemos para su análisis son los siguientes:

- i. Crear un sistema nacional capaz de articular a todos los actores del sector CTI.
- ii. Recuperar la dimensión federal y de coordinación entre las entidades federativas y los órganos federales.
- iii. Asegurar que la persona que ocupe la Presidencia de la República, en su carácter de Jefe de Estado, presida un órgano rector colegiado y plural que gobierne el sistema nacional de CTI.

¹³ Una minoría parlamentaria del Senado de la República interpuso la acción de inconstitucionalidad 126/2023 contra la aprobación de la Ley General de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. Esta acción está pendiente de decisión.

- iv. Contar con una política científica de largo plazo (mínimo de 25 años) y programas trans-sexenales.
- v. Generar modelos de financiamiento estables, transparentes, eficaces, de largo plazo y suficientes para dar soporte financiero a las metas del sistema.
- vi. Asegurar de manera prioritaria una mayor participación del sector científico y tecnológico en la gobernanza del sector, incluyendo la elección de representantes con voz y voto en los órganos de decisión del sistema mediante mecanismos transparentes e independientes de la autoridad.
- vii. Crear una instancia autónoma de consulta del sistema de CTI que agrupe a todos los actores no gubernamentales cuya opinión sea considerada durante el proceso deliberativo de los órganos de decisión.
- viii. Lograr una adecuada sinergia entre el presupuesto y las acciones a nivel federal con las estatales y regionales.
- ix. Promover la divulgación de la ciencia y la creación de una cultura científica, particularmente entre niños y jóvenes.
- x. Lograr una autonomía plena para los centros públicos de investigación (CPI's) al mismo tiempo que darles mecanismos de articulación y rendición de cuentas.
- xi. Prever una participación significativa y responsable del sector productivo como un actor central del sistema de CTI.

Un tema especialmente sensible es el futuro del CONAHCYT. Existe un amplio debate sobre el papel que debe jugar, sobre su naturaleza jurídica (¿convertirlo en una Secretaría de Estado? ¿mantener su estatus actual? ¿crear una nueva instancia con autonomía constitucional?) y sobre su capacidad de conducir e incidir en el diseño y financiamiento de la política pública en materia de CTI. Esta cuestión deberá ser analizada a la luz de los objetivos y diseño del sistema de CTI, y no de manera aislada. Como ya señalamos, el CONAHCYT es una pieza

central del sistema, pero no debe ser la única. Existen tres variables que nos parecen críticas. La primera es el grado de autonomía frente al gobierno en turno que le permitiría desarrollar una política de Estado de largo plazo. La segunda, es asegurar que las decisiones más importantes sobre el sistema se adopten en cuerpos colegiados y plurales. La tercera es que exista un mecanismo independiente y externo de evaluación de sus funciones y resultados.

El CONAHCYT o el organismo cabeza del sector gubernamental de CTI debe tener un carácter administrativo y asegurar la conducción de la política y el despliegue de sus herramientas (programas, convocatorias, evaluaciones, becas) pero en ningún caso debe desarrollar proyectos de investigación, innovación o desarrollo tecnológico.

Adicionalmente, como parte del sistema deben considerarse los mecanismos de planeación y evaluación del sistema. En efecto, el desarrollo de los proyectos y la construcción de la infraestructura científica y tecnológica requiere de instrumentos de planeación que permitan el crecimiento y consolidación tanto de la infraestructura como de los recursos humanos. La ciencia requiere tiempos largos, y por ello necesita instrumentos de planeación que permitan el desarrollo de iniciativas de alto impacto. El segundo componente indispensable es contar con mecanismos de evaluación acordes con los tiempos de ejecución. Se trata de asegurar un adecuado ejercicio de recursos cuyos frutos se verán sólo en el mediano y largo plazos, pero que deben responder, desde su diseño, a objetivos bien definidos.

Tanto la planeación como la evaluación deben considerar los diferentes elementos del sistema. Deben evaluarse, con metodologías apropiadas, los programas, las instituciones, los grupos, así como las y los investigadores en lo individual. Esta última dimensión requiere especial atención dado que los modelos de producción y divulgación de la ciencia están cambiando en el mundo entero y se requiere

adoptar lineamientos y criterios de evaluación que sean a la vez rigurosos pero conocidos y reconocidos por las comunidades académicas.

3. *Financiamiento de la CTI (compromisos para incrementar la inversión pública y privada en CTI)*

México tiene un rezago enorme en la inversión nacional en investigación científica y desarrollo tecnológico (el llamado gasto en investigación y desarrollo experimental, *GIDE*), que en los últimos años se ha deteriorado aún más. Resulta indispensable establecer un programa de gasto e inversión, con un crecimiento programado y progresivo, que lleguen en el corto plazo al 1% del PIB y en el mediano plazo al promedio de los países de la OCDE (2.4 % del PIB). A estas metas deben concurrir recursos públicos (federales y estatales) y privados. También pueden contribuir mecanismos que atraigan financiamiento internacional, en particular para proyectos de infraestructura científica de gran magnitud. Finalmente, la CTI requiere de programas multianuales, pues prácticamente resulta imposible desarrollar una investigación de calidad sólo con base en presupuestos anuales. Existe abundante evidencia de esta situación.

Una dimensión central del financiamiento de la CTI es cómo lograr que los sectores productivos participen de manera más estructural en el financiamiento de proyectos de CTI. Para ello es indispensable generar mecanismos que, por un lado, permitan una mejor vinculación entre estos sectores con la educación superior y el sistema nacional de CTI. Es deseable, que la demanda de proyectos se genere desde los sectores productivos. Por otro lado, también deben existir incentivos para que estos proyectos puedan desarrollarse en beneficio de quienes participen en ellos.

Resulta importante realizar una evaluación rigurosa y objetiva del hoy extinto Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (PEI) y, a partir de la experiencia nacional e

internacional, considerar el diseño de un programa destinado específicamente a fomentar la innovación y la vinculación con la industria. También se puede considerar la creación de centros de investigación que atiendan las necesidades de tecnología e innovación en sectores productivos específicos que se identifiquen (por el sistema de CTI) como prioritarios. Finalmente, se reitera la urgente necesidad de modificar la visión que considera que las relaciones entre ciencia e industria sólo genera efectos indeseables. Se debe avanzar en crear una relación mucho más estructurada, con mejores capacidades institucionales e incentivos bien diseñados que faciliten la innovación y beneficien a quienes la desarrollen, como sucede en otros países del mundo.

Pero el tema va más allá del crecimiento del gasto y la inversión. Es necesario diseñar y ejecutar programas de gasto multianuales con recursos garantizados, que tengan objetivos y resultados claros y evaluables. También deben establecerse mecanismos transparentes, participativos y responsables de asignación de los recursos, admitiendo una diversificación de esos mecanismos para que se adapten a las diferentes necesidades y prioridades del desarrollo de la investigación científica. No es igual diseñar programas orientados a la ciencia básica, que otros orientados a la formación de recursos humanos o la creación de infraestructura. Resulta indispensable el uso permanente de convocatorias abiertas para proyectos y la evaluación por pares. Los mecanismos de asignación directa deberán de emplearse sólo de manera excepcional y justificarse públicamente.

Una parte importante del financiamiento debería estar orientado a la modernización de la infraestructura científica del país, sobre una base de uso compartido. Para ello puede ampliarse el programa de laboratorios nacionales, con recursos suficientes. También resulta necesario generar mecanismos de financiamientos directos a los

grupos de investigación que se encuentran en universidades o centros de investigación estatales.

Asimismo, podría considerarse el diseño de nuevos fideicomisos mejorados para asegurar la existencia de fondos y una administración eficaz, responsable y absolutamente transparente. Finalmente puede revisarse el uso de instrumentos fiscales para incentivar la inversión en CTI y para acreditar el IVA en la compra de insumos necesarios para investigación.

4. *Los grandes problemas nacionales y la CTI*

Sin lugar a duda, la investigación científica y tecnológica puede y debe contribuir a resolver los grandes problemas nacionales. “De acuerdo con la UNESCO, los principales desafíos que se deben atender mediante la ciencia, tecnología e innovación son: superar la desigualdad en los niveles de vida de la población; lograr la inclusión social y; alcanzar la sustentabilidad” (Documento 2018, p. 43). Esta identificación sirve para ilustrar cómo el quehacer científico puede enriquecer el diseño y evaluación de las políticas, y con ello contribuir a resolver los desafíos que enfrenta el país en materia de salud, educación, trabajo, uso sustentable de recursos naturales, inclusión, mejoramiento de la calidad de vida y aún seguridad, entre otros muchos temas.

Es importante tener en cuenta que las políticas públicas son una responsabilidad gubernamental. Sin embargo, es necesario que la CTI contribuya a su diseño, implementación y evaluación. Por ello, se debe asegurar que la aportación científica forme parte del proceso de toma de decisiones en sus diferentes etapas.

También debe considerarse que la identificación de las prioridades nacionales en materia de CTI debe ser el resultado de la interacción y el diálogo entre las comunidades científicas, las poblaciones objetivo y las autoridades. La existencia de programas nacionales demasiado rígidos puede generar una “camisa de fuerza indeseable” tanto desde

el punto de vista de la libertad de investigación como de la capacidad del país de generar conocimiento universal. Sin duda es necesario generar incentivos y establecer prioridades que faciliten la aportación de la CTI en la resolución de los problemas nacionales, pero los apoyos gubernamentales no pueden limitarse a éstos. Una alternativa complementaria a los programas nacionales es la creación de agendas de investigación que faciliten la interacción de los diferentes especialistas y que permitan hacer aportaciones a campos específicos del conocimiento.

Asimismo, hay que reconocer que la intervención por parte de los científicos y tecnólogos en la resolución de los problemas nacionales supone modelos de vinculación que permitan la interacción con las poblaciones interesadas y la identificación clara de lo que se puede (o no) lograr. La ciencia no es un remedio mágico que puede resolver de inmediato los problemas, sino que, con sus propios métodos, tiempos y rigor contribuye a construir alternativas de solución.

De manera enunciativa, algunos de los temas prioritarios en que la CTI debe incidir, incluyen la reducción de las desigualdades y las violencias, el medio ambiente especialmente el cambio climático y la sustentabilidad, la igualdad de género, la salud y el desarrollo tecnológico, en particular en materia de las tecnologías de la información y la comunicación.

Junto con lo anterior, conviene enfatizar que el conocimiento científico es crítico para alcanzar los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de la ONU.

5. Formación de recursos humanos y desarrollo de infraestructura para la CTI.

México requiere desarrollar una estrategia para la expansión de la planta científica nacional en todas las áreas. Esto requiere de la participación tanto del sector público (gobierno) como de las univer-

sidades e IES públicas y privadas. También se deberá contemplar la creación y ampliación de instituciones de CTI, así como de las plazas de nueva creación que resulten necesarias.

De manera importante, hay que expandir los mecanismos de formación de recursos humanos a nivel de posgrado tanto en programas nacionales como extranjeros, en todas las áreas y posteriormente asegurar que esos recursos humanos puedan regresar al país o insertarse en el mercado laboral (público, académico o privado) con una perspectiva alentadora de desarrollo profesional.

En particular la formación de doctores debe considerar dos dimensiones complementarias. Por un lado, atender la demanda de científicos para ciertos sectores que los requieren de manera urgente. Por otro, no conviene seguir formando doctores que simplemente no encuentran trabajo por falta de plazas en los centros de investigación, públicos o privados. Es fundamental por ello encontrar formas de vincular de manera prospectiva la oferta con la demanda, considerando que formar un doctor puede llevar de 4 a 6 años después de la licenciatura. Junto con lo anterior es indispensable que las becas de posgrado se asignen y evalúen con criterios académicos mediante la participación de pares y otros actores del sistema CTI.

La política científica debe tener como uno de sus propósitos acercar la ciencia a la sociedad. Es decir, lograr que gradualmente la sociedad mexicana conozca y valore a la investigación científica como un elemento clave para el desarrollo social y económico. Para ello es necesario multiplicar y fortalecer los programas de divulgación de la ciencia y promover la cultura científica entre la población, especialmente las y los jóvenes.

También se requieren programas para incentivar la formación de vocaciones científicas en niños y jóvenes. Para este propósito conviene multiplicar los ejercicios de participación en olimpiadas, veranos de la ciencia, concursos o ejercicios similares que permitan

que un gran número de jóvenes de diversas partes de país participen y después desarrollen sus capacidades y habilidades. Es crítico asegurar que la formación curricular en los niveles básico y medio propicie el razonamiento lógico-deductivo intrínseco en el pensamiento científico.

En todas estas tareas, las academias científicas pueden jugar un papel importante si reciben los apoyos necesarios.

6. *Restablecer y fomentar la colaboración con instituciones científicas y organismos financiadores internacionales.*

Es muy importante restablecer la participación del sector CTI de México en la comunidad internacional, por lo que se requiere restablecer los convenios con las instituciones académicas y organizaciones financiadoras internacionales. Esto sólo puede ser llevado a cabo por la cabeza del sector gubernamental CTI pues responde a convenios entre los países.

En materia de infraestructura resulta necesario fortalecer y avanzar en la creación de la red de laboratorios nacionales. También se debe considerar generar fuentes de financiamiento nacional e internacional para el desarrollo de grandes proyectos de infraestructura científica. Y finalmente, a partir de identificar los nichos de oportunidad donde México tiene ventajas comparativas, deben crearse centros de investigación y desarrollo tecnológicos especializados y estrechamente vinculados con los sectores productivos que requieren de un uso intensivo de tecnologías (por ejemplo, agroindustria, industria automotriz y aeroespacial, industria vinculada con las TIC's, etc.)

7. *Una responsabilidad compartida.*

El desarrollo e implementación de la agenda que se propone en este documento no es sólo una responsabilidad gubernamental, sino también debe concebirse como una corresponsabilidad de los diferentes

actores que integran el sistema de CTI, muy particularmente de la comunidad científica y académica del país. Por ello, el papel de la AMC debe ser la de un interlocutor que facilite el diálogo y las acciones concertadas con los demás integrantes del sistema.

PROCIENCIAMX

Estrategia de política de CTI hacia el bienestar social y el desarrollo sustentable de México: 2024-2036

29 de noviembre de 2023

México requiere hoy de una nueva y audaz política de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) que colabore al desarrollo de un futuro brillante para su población, mediante la creación de nuevo conocimiento, el aprovechamiento de sus recursos naturales y el fortalecimiento de procesos de innovación. Para ello se requiere una estructura institucional sólida que proporcione a estas actividades condiciones democráticas mínimas tales como libertad, autonomía y respeto a los derechos humanos, al mismo tiempo que estrategias garantizadas por el Estado para sostener y reproducir los procesos de CTI. Ello redundará en una mayor producción científica y tecnológica a la vez que en el desarrollo de una capacidad de innovación del sector productivo crecientemente sólida y capaz de incidir positivamente en el bienestar de la sociedad y en el desarrollo sustentable. El cumplimiento de estos objetivos debe responder a propuestas con una visión planetaria como las impulsadas desde la ONU, la UNESCO y las sociedades científicas internacionales.

La política de CTI en los años recientes no ha contribuido a esa tarea. La recientemente aprobada Ley General de HCTI carece de principios democráticos, desconoce la soberanía de los estados y municipios y no

* www.prociencia.mx
contacto@prociencia.mx

ofrece opciones sostenidas de apoyo dotadas de eficientes instrumentos financieros. Además, la ley restringe el desarrollo futuro de la política de Estado al dejar predeterminadas las áreas de inversión. Tanto la política como la ley actuales parecen inspirarse en un modelo autoritario, centralista y regresivo respecto a las actividades de CTI.

Como parte de ese modelo, la actual Junta de Gobierno del nuevo CONAHCYT ha modificado discrecionalmente los reglamentos de los únicos tres programas que le quedan al Consejo, generando confusión e incertidumbre entre la comunidad. Estos cambios limitan el desarrollo de las actividades de CTI y su potencialidad para contribuir al desarrollo sostenido. Asimismo, la política de innovación prácticamente ha desaparecido, dejando la trayectoria que debe seguir el país al arbitrio de los intereses que se expresan en el mercado. Las grandes empresas continúan conectadas a las cadenas globales de valor, mientras que las PYMES han sobrevivido en un ambiente poco propicio cuando no adverso a la actividad productiva e innovativa. Los comportamientos del sector productivo público, social y privado no se han estimulado de manera tal que conduzcan a generar dinámicas innovativas y sinergias para avanzar en la senda del desarrollo sostenido en términos sociales y ambientales. La colaboración internacional se ha reducido a su mínima expresión con recortes a los programas de becas y ausencia de redes académicas.

En conclusión, los poderes federales del Estado, en particular el ejecutivo, han desatendido sus funciones constitucionales en relación con la CTI y la política nacional sobre este importante rubro se ha desdibujado por completo.

En un mundo crecientemente amenazado por el deterioro ambiental, el cambio climático, la aparición de pandemias y las noticias engañosas, la necesidad de una ciencia fuerte, basada en evidencias y capaz de proporcionar información bien fundada a sociedades y gobiernos se vuelve cuestión de importancia crucial. La sociedad debe considerar

como una responsabilidad colectiva el asegurar que las actividades de CTI tengan las condiciones adecuadas para su desarrollo. Ese ha sido el principal objetivo de la actividad de la Red Prociencia.Mx a favor de la libertad académica, la participación pública y el financiamiento a la investigación.

Prociencia.Mx se creó como respuesta al decreto del 5 de mayo de 2019 que redujo las plantillas administrativas y técnicas de los Centros Públicos de Investigación. Tuvo una participación destacada en las acciones para detener los embates contra la desaparición de los fideicomisos que, además de otras condiciones, representaban activos descentralizados para el desarrollo de actividades de CTI. Se manifestó a favor de los estudiantes y profesores del CIDE, cuyas acciones originales mostraron el desconocimiento y la violación de uno de los más robustos ordenamientos jurídicos favorables a la libertad académica y la participación democrática. Sus integrantes nos sumamos a las voces que realizaron múltiples y razonadas críticas a todos los proyectos de reforma del reglamento del Sistema Nacional de Investigadores. Participamos con otras organizaciones para enfrentar el proyecto de ley general de HCTI propuesto por CONACYT, que culminó en la madrugada del 27 de abril del 2023, en la que de espaldas al pactado parlamento abierto y después de nuestros últimos llamados al diálogo en el recinto de la cámara, los diputados violaron su propio acuerdo de celebrar los siete foros de consulta y aprobaron una ley sin sustento constitucional.

En el Senado no hubo discusión, y en la llamada noche negra la ley se presentó y se aprobó sin discusión, violando aquí también los acuerdos de desarrollar un parlamento abierto, en la madrugada del 29 de abril. Desde allí hemos mantenido el respaldo a las demandas de inconstitucionalidad de la ley de HCTI aprobada por el poder legislativo así como nuestra oposición constante y permanente a todas las consecuencias de su aprobación, tales como los cambios en el Reglamento de Posgrado y

en los Centros Públicos de Investigación.

El documento que aquí presentamos propone la formulación de una política de Estado en materia de CTI, que atienda el mandato expresado en la fracción 5a del art 3º relativo al derecho de las y los mexicanos de gozar de los beneficios del conocimiento científico y el desarrollo tecnológico y que norme la obligación del Estado de apoyar la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, y de garantizar el acceso abierto a la información que derive de ella. Es una propuesta discutida y consensada entre una comunidad amplia que apoya una reforma integral al sistema de CTI que se prolongue por más de un sexenio y que se base en la gobernanza democrática y participativa, fuentes de financiamiento estables, expansión de las comunidades científica y tecnológica, fomento a la innovación, y una nueva política de comunicación pública y de internacionalización de la ciencia mexicana.

Este documento incluye seis estrategias para una nueva política de CTI:

1. Reformar el sistema de CTI para garantizar la libertad académica, la participación democrática y la autonomía.
2. Asignar un financiamiento suficiente, sostenido y progresivo para las actividades de CTI.
3. Expandir y fortalecer las comunidades científicas y tecnológicas.
4. Fomentar la innovación que contribuya al bienestar social y el desarrollo sustentable.
5. Promover la comunicación pública de las ciencias.
6. Fortalecer la colaboración internacional en materia de CTI.

Para cada estrategia se definen objetivos, líneas de acción e instrumentos.

Estrategia 1. Reformar el sistema de CTI para garantizar la libertad académica, la democracia y la autonomía		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
1.1. Redefinición del sistema de CTI como un conjunto autónomo, participativo y articulado de organizaciones y agencias del sector académico y de los sectores social, público y privado.	1.1.1. Identificar los espacios donde se realiza actividad de CTI –creación y movilización de conocimientos– tales como: universidades, tecnológicos, centros, empresas, academias y sociedades científicas, asociaciones civiles y dependencias estatales.	1.1.1.1. Mapeo permanente de los espacios donde se realiza actividad de CTI. 1.1.2.1. Órgano de gobierno plural y representativo, con participación de todos los órdenes de gobierno y comunidades de CTI, que tendrá la responsabilidad de hacer propuestas de política de estado en materia de CTI a mediano y largo plazo tanto al poder ejecutivo como al legislativo, incluida la elaboración del presupuesto anual.
	1.1.2. Establecer las bases de coordinación entre los órdenes de gobierno.	1.1.2.2. Organos de gobierno plurales y representativos en las entidades federativas con la responsabilidad de orientar, regular y gestionar las políticas de CTI.
	1.1.3. Establecer mecanismos de gobernanza participativa que incorporen a los sectores académico, social, y privado en los procesos de toma de decisiones.	1.1.3.1. Espacios autónomos de consulta y deliberación que convoquen ampliamente a personas, organizaciones, academias, sociedades científicas y asociaciones de los sectores académico, social, público y privado. 1.1.3.2 Mecanismos que propicien el intercambio de ideas, conocimientos y capacidades de los actores involucrados en la política de CTI.

Estrategia 1. Reformar el sistema de CTI para garantizar la libertad académica, la democracia y la autonomía		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	1.1.4. Crear una estructura de asesoramiento que colabore en la formulación de la política de CTI, e incorpore representantes de los sectores académico, social, público y privado en los distintos niveles de toma de decisiones.	1.1.4.1. Consejo de Consulta y Participación con autonomía de decisión técnica, operativa y administrativa.
1.2. Reorganizar la administración pública federal para la atención y promoción de la CTI.	1.2.1. Crear una estructura federal de formulación y ejecución de la política de CTI. 1.2.2 Responsabilizar a todos los sectores de la administración pública federal de la inclusión y fomento de actividades de CTI.	1.2.1.1. Secretaría de CTI del gobierno federal. 1.2.1.2. Dos agencias federales ejecutoras especializadas respectivamente en las políticas para la investigación científica, humanística y tecnológica, y en las políticas para la innovación. 1.2.2.1 Secretarías de CTI en los estados.
1.3 Promover el establecimiento de estructuras de CTI en los estados de la República.	1.3.1 Interactuar con las entidades federativas para la creación de estructuras de la CTI.	1.3.1.1. Mesas de trabajo para discutir estrategias, objetivos y líneas de acción.
1.4. Establecer las bases jurídicas que garanticen la libertad académica y el derecho a gozar de los beneficios de la investigación científica, humanística y tecnológica.	1.4.1. Definir de manera precisa, suficiente y de acuerdo con estándares internacionales el sentido, las finalidades y el espíritu de la investigación científica, humanística y tecnológica. Se deberán tomar en cuenta los "Principios Interamericanos sobre Libertad Académica y Autonomía Universitaria" de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos.	1.4.1.1. Mecanismos para proteger la autonomía universitaria y la libertad académica. 1.4.1.2 Carta de Derechos que proteja la libertad de investigación, docencia, asociación y opinión de la comunidad académica con base en principios éticos. Inclusión de esta Carta de Derechos en reglamentos y estatutos de las instituciones académicas y centros de investigación.

Estrategia 1. Reformar el sistema de CTI para garantizar la libertad académica, la democracia y la autonomía		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	1.4.2.Revisar, dar consistencia y compatibilizar los ordenamientos jurídicos nacionales e internacionales aplicables referentes a: i) las actividades de CTI, ii) la propiedad intelectual en materia industrial, de derechos de autor y de conocimiento tradicional, y iii) la regulación de los intereses público y privado en los mercados y en las instituciones estatales.	1.4.2.1. Comisión de los tres órdenes de gobierno supervisora y reguladora del ordenamiento jurídico relativo a las políticas de CTI.
	1.4.3. Autonomía constitucional para los centros públicos de investigación y para otras entidades como el CINVESTAV, cuyas funciones sustantivas sean la investigación, la formación de personas altamente capacitadas y la atención de necesidades regionales y nacionales.	1.4.3.1. Reglamentación para garantizar la autonomía de investigación y gestión de centros públicos de investigación.
	1.4.4. Garantizar a los creadores e inventores la titularidad del derecho de propiedad industrial (patentes, diseños industriales y modelos de utilidad) que se derive de la investigación financiada con recursos públicos a la institución donde se desarrolló la invención.	1.4.4.1. Legislación acorde a los acuerdos internacionales en materia de propiedad industrial.

Estrategia 1. Reformar el sistema de CTI para garantizar la libertad académica, la democracia y la autonomía		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	1.4.5. Formalizar el trato homogéneo a los investigadores e investigadoras con independencia de la institución de adscripción.	1.4.5.1. Condiciones de otorgamiento de becas, apoyos y reconocimientos iguales a investigadores e investigadoras en instituciones públicas o privadas. 1.4.5.2. Reconocimiento del carácter de investigador a todo aquel que se dedique a la investigación científica, humanística o tecnológica, evitando su categorización como funcionario de la administración pública.
1.5. Fortalecer la capacidad de realizar y ejecutar planes de CTI con una perspectiva de largo plazo.	1.5.1. Fortalecer la participación del sector de CTI en el diseño del Plan Nacional de Desarrollo y de los planes sectoriales.	1.5.1.1. Mesas de trabajo con la SHCP y cambio en la Planeación democrática.
	1.5.2. Identificar los grandes problemas a cuya solución contribuya la CTI, particularmente aquellos orientados por una misión en relación con el bienestar social, la sustentabilidad y la digitalización, y diseñar para su resolución proyectos científicos, tecnológicos y de innovación estratégicos de gran alcance.	1.5.2.1. Observatorio Nacional de CTI para identificar grandes tendencias y desafíos, así como para realizar estudios de prospectiva en CTI. 1.5.2.2. Programa de identificación de proyectos en relación con problemas relevantes y de integración de las capacidades existentes.

Estrategia 1. Reformar el sistema de CTI para garantizar la libertad académica, la democracia y la autonomía		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	1.5.3. Integrar las capacidades existentes que generen condiciones para resolver los grandes problemas o para desarrollar conocimiento en temas emergentes (por ejemplo: energías renovables, escasez hídrica, sostenimiento de la biodiversidad, cambio climático, etc.).	1.5.3.1 Convocatorias temáticas a Mesas de discusión y análisis para identificar e integrar capacidades existentes.
	1.5.4. Diseñar en el primer año de cada administración, los planes de mediano y largo plazo de CTI con base en capacidades identificadas, necesidades y proyectos de gran alcance.	1.5.4.1 Planeación estratégica con participación de los principales actores de los sectores académico, social, público y privado.
	1.5.5. Garantizar mecanismos efectivos para financiar proyectos de gran alcance e integración de capacidades por medio de recursos conjuntos públicos, privados e internacionales.	1.5.5.1. Definición de procedimientos para administrar recursos y poner en marcha proyectos de gran alcance.
	1.5.6. Identificar, en conjunto con las autoridades locales, problemas regionales y de las entidades federativas a cuya solución contribuya la CTI y diseñar proyectos científicos, tecnológicos y de innovación, financiados de manera conjunta con recursos públicos y privados.	1.5.6.1. Mecanismos de interacción de organismos de CTI de las entidades federativas con el Observatorio Nacional de CTI (ver 1.5.2.1.)

Estrategia 2. Asignación de financiamiento suficiente, sostenido, progresivo y transparente para las actividades de CTI		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
2.1. Comprometer y ejercer un gasto público federal en I+D de al menos el 2% del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) con la finalidad de alcanzar un gasto nacional (público y privado) en I+D equivalente al 1% del PIB en un periodo no mayor a tres años, y asegurar un aumento gradual hasta alcanzar el 2% del PIB en un periodo de 10 años.	2.1.1. Asignar el 2% del PEF para gasto en CTI, adicional al que se destine para la educación superior, en un horizonte de cuatro años.	2.1.1.1. Incremento anual del PEF asignado a temas de CTI en 25% en términos reales hasta alcanzar la meta del 2% del PEF. 2.1.1.2. Fondos permanentes para el apoyo a la investigación básica y aplicada de largo aliento que aseguren el financiamiento sostenido de proyectos multianuales.
2.2. Asegurar que las dependencias de la Administración Pública Federal destinen un porcentaje significativo y creciente de su presupuesto anual a proyectos de CTI.	2.2.1. Incorporación del rubro de CTI y asignación de recursos crecientes correspondientes en las dependencias de la Administración Pública Federal, asegurando la transparencia en la gestión de los recursos.	2.2.2.1. Asignación anual de presupuesto de CTI.
2.3. Promover la federalización y diversificación del financiamiento a la CTI.	2.3.1. Crear mecanismos para federalizar el financiamiento a la CTI y comprometer a las entidades federativas en el financiamiento de la CTI.	2.3.1.1. Asignación de presupuesto CTI a las entidades federativas. 2.3.1.2. Políticas de financiamiento a CTI por parte de las entidades federativas.
	2.3.2. Promover un mayor compromiso del sector privado en el financiamiento de la CTI y buscar otros fondos concurrentes.	2.3.2.1. Instrumentos financieros flexibles para la inversión concurrente en desarrollo experimental y fomento a la innovación (bonos, capital de riesgo, asociaciones público-privadas, donativos, etc.).

Estrategia 2. Asignación de financiamiento suficiente, sostenido, progresivo y transparente para las actividades de CTI		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	2.3.3. Gestionar recursos de organismos financieros internacionales para proyectos de inversión estratégicos en infraestructura científica y tecnológica.	2.3.3.1. Acuerdos de colaboración internacional.
2.4. Garantizar el financiamiento multianual de proyectos de CTI.	2.4.1. Restablecer los fideicomisos para CTI o buscar mecanismos alternativos para garantizar el financiamiento multianual de la CTI.	2.4.1.1. Mecanismos de financiamiento multianual de la CTI.

3. Expandir y fortalecer las comunidades científicas y tecnológicas.		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
3.1. Crear condiciones para la formación y reclutamiento de las nuevas generaciones de investigadores con condiciones de trabajo competitivas y estables.	3.1.1. Crear anualmente nuevas plazas en instituciones de educación superior y centros de investigación del sector público en todos los estados de la República para jóvenes graduados de posgrado y dotarlas de los recursos necesarios para la investigación.	3.1.1.1. Convocatorias para nuevas plazas.
	3.1.2. Ampliar el sistema de becas de posgrado nacionales y al extranjero priorizando los criterios de calidad para su otorgamiento.	3.1.2.1. Convocatorias para becas de posgrado nacional e internacional.
	3.1.3. Asegurar una evaluación transparente de los programas de posgrado y un apoyo a su ampliación en todas las áreas del conocimiento y en todas las instituciones que lo requieran.	3.1.3.1. Programa de repatriación de científicos y científicas mexicanas en el extranjero.

3. Expandir y fortalecer las comunidades científicas y tecnológicas.		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	3.1.4. Promover la repatriación de jóvenes científicos y asegurar su inserción laboral en instituciones de educación superior y centros de investigación.	3.1.4.1. Programa de financiamiento y colaboración de becarios en el extranjero.
	3.1.5. Fortalecer los programas de becas posdoctorales (cátedras, investigadores por México).	3.1.5.1. Convocatorias para becas posdoctorales con dotación adecuada de recursos.
	3.1.6. Establecer mecanismos para que becarios en el extranjero puedan acceder a fondos para el desarrollo de sus investigaciones y colaborar con instituciones de educación superior y centros de investigación.	3.1.6.1. Convocatorias para financiar proyectos conjuntos de becarios en el extranjero con instituciones mexicanas.
3.2. Fomentar la investigación básica y aplicada que fortalezca el impacto científico y promueva el desarrollo de capacidades, en condiciones de libertad académica.	3.2.1. Promover proyectos de investigación básica y aplicada priorizando la calidad de la propuesta.	3.2.1.1. Paneles para Identificar las fortalezas de la investigación aplicada. 3.2.1.2. Convocatorias para proyectos de investigación publicadas de manera regular al menos una vez al año para ciencia básica y aplicada.
	3.2.2. Promover proyectos de investigación en grandes problemas y temas emergentes a nivel nacional e internacional.	3.2.2.1. Convocatorias para proyectos de investigación, publicadas de manera regular al menos una vez al año para grandes problemas nacionales y temas emergentes a nivel nacional e internacional. 3.2.2.2. Paneles de expertos que recojan y propongan, desde la sociedad civil, proyectos urgentes de infraestructura y programas prioritarios.

3. Expandir y fortalecer las comunidades científicas y tecnológicas.		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	3.2.3. Disminuir brechas y asimetrías entre regiones y entidades federativas en las capacidades y actividades científicas y tecnológicas.	3.2.3.1. Convocatorias para proyectos de investigación realizados en las diferentes regiones y localidades para disminuir brechas y asimetrías e impulsar capacidades
	3.2.4. Fortalecer los centros de investigación y crear nuevos centros en áreas o regiones donde la investigación nacional es incipiente promoviendo que sea un conjunto articulado y democrático de instituciones en colaboración con los sectores gubernamentales, sociales, públicos y privados.	3.2.4.1. Mapeo de necesidades de nuevos centros de investigación
	3.2.5. Promover la vinculación entre individuos, instituciones y sectores a nivel regional, nacional e internacional.	3.2.5.1. Redes robustas de colaboración, inter, multi y transdisciplinar que contribuyan a la resolución de problemas locales, regionales y nacionales.
	3.2.6. Promover la vinculación entre académicos mexicanos que viven en el exterior con instituciones nacionales y crear un programa de repatriación de talentos.	3.2.6.1. Convocatoria para financiar proyectos y formación de redes entre académicos mexicanos residentes en instituciones extranjeras y mexicanas.
	3.2.7. Promover la experimentación de nuevos instrumentos para el fomento de la ciencia básica y aplicada.	3.2.7.1. Apoyos para la experimentación de instrumentos de fomento de la investigación básica y aplicada.

3. Expandir y fortalecer las comunidades científicas y tecnológicas.

Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
<p>3.3 Actualizar, fortalecer y operar una infraestructura científica y tecnológica que asegure el desarrollo de todas las regiones del país conforme con sus capacidades y vocaciones.</p>	<p>3.3.1. Generar esquemas de financiamiento para la renovación de equipamiento científico en instituciones de educación superior y centros de investigación.</p>	<p>3.3.1.1. Programa Nacional de infraestructura que determine la creación, fortalecimiento y actualización permanente del equipo mayor y que mantenga un control e inventario actualizado de los grandes equipos y laboratorios nacionales.</p> <p>3.3.1.2. Convocatorias para la renovación de equipamiento institucional publicadas de manera regular al menos una vez al año, que incluyan los recursos necesarios para la contratación de planes de mantenimiento preventivo y correctivo.</p>
	<p>3.3.2. Revitalizar los Laboratorios Nacionales y crear nuevos en las diferentes regiones del país.</p>	<p>3.3.2.1. Convocatorias para la renovación y actualización del equipo de Laboratorios Nacionales y creación de nuevos Laboratorios.</p> <p>3.3.2.2. Convocatorias para la adquisición de insumos de los equipos de investigación.</p> <p>3.3.2.3. Programa para la compartición, supervisión y control de los grandes equipos de los laboratorios nacionales.</p>
	<p>3.3.3. Construir y mantener actualizada la infraestructura de ciencia y tecnología habilitante para grandes proyectos de CTI.</p>	<p>3.3.3.1. Convocatoria para fortalecer los Laboratorios Nacionales que otorgan servicios científicos y tecnológicos buscando que sean sustentables y crear nuevos, de acuerdo con la demanda.</p>

3. Expandir y fortalecer las comunidades científicas y tecnológicas.		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	3.3.4. Garantizar recursos suficientes para la adquisición continua de insumos de acuerdo con el tipo de investigación.	3.3.4.1. Convocatorias regulares para la adquisición de insumos.
	3.3.5. Agilizar la importación e internación de equipamiento, reactivos y materiales para la investigación y exentar del impuesto al valor agregado cuando se usan para la investigación científica.	3.3.5.1. Lineamientos de las agencias regulatorias para liberar restricciones y agilizar la compra, importación e internación de equipamiento, reactivos y materiales.
3.4. Establecer mecanismos de participación de los investigadores e investigadoras para formular una reglamentación óptima para el buen desarrollo de sus actividades académicas.	3.4.1. Revisar las normas del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores para que se cumpla el objetivo de fortalecer la calidad de la producción científica y tecnológica del país de acuerdo con criterios de integridad científica y ética de la investigación y con el reconocimiento de la diversidad de productos de investigación.	3.4.1.1. Nuevo reglamento del Sistema Nacional de Investigadores.
	3.4.2. Priorizar el criterio de mérito para la asignación transparente de apoyos para los beneficiarios de los programas de becas al extranjero, posdoctorales o del Sistema Nacional de Investigadores mediante evaluación por pares.	3.4.2.1. Convocatorias transparentes para la elección de comités de evaluación.

3. Expandir y fortalecer las comunidades científicas y tecnológicas.		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	3.4.3. Establecer mecanismos de retiro de investigadores e investigadoras que contribuyan a acelerar la renovación de la planta académica.	3.4.3.1. Programa de retiro digno para investigadores e investigadoras nacionales.

4. Innovación en el sector productivo para avanzar en la digitalización, el desarrollo sustentable y el bienestar social		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
4.1. Fomentar las actividades y capacidades de I+D e innovación de los sectores productivos, a fin de mejorar sustantivamente su acceso a nuevas tecnologías, su aplicación y su vinculación con las instituciones generadoras de conocimientos.	4.1.1. Combinar incentivos directos e indirectos que promuevan el desarrollo tecnológico en el sector privado y social, con énfasis en las MIPYMES.	4.1.1.1. Fondo de apoyo directo a mipymes con criterios de: i) sustentabilidad, digitalización y bienestar social, ii) contratación de doctores y especialistas en el sector productivo, iii) actividades de vinculación, y iv) premios a la productividad y calidad. 4.1.1.2. Incentivos fiscales sobre la inversión en I+D, con criterios de: i) sustentabilidad, digitalización y bienestar social, ii) contratación de doctores y especialistas, y iii) actividades de vinculación.

4. Innovación en el sector productivo para avanzar en la digitalización, el desarrollo sustentable y el bienestar social		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	4.1.2. Fomentar la confluencia de recursos públicos y privados para la innovación en el ámbito federal y en las regiones.	<p>4.1.2.1. Fondo de apoyo directo a mipymes con criterios de: i) sustentabilidad, digitalización y bienestar social, ii) contratación de doctores y especialistas en el sector productivo, iii) actividades de vinculación y iv) premios a la productividad y calidad.</p> <p>4.1.2.2. Incentivos fiscales sobre la inversión en I+D, con criterios de: i) sustentabilidad, digitalización y bienestar social, ii) contratación de doctores y especialistas, y iii) actividades de vinculación.</p> <p>4.1.2.3. Requerimiento de un gasto mínimo en I+D del 0.2% de las ventas para las empresas que solicitan apoyos públicos para la innovación.</p> <p>4.1.2.4. Convocatorias para: i) Clusters de innovación, ii) Programas para la creación de Spinoffs de las instituciones de educación superior y centros de investigación, iii) Fondos de Capital de Riesgo, iv) Creación de Consorcios público-privados para áreas estratégicas, e v) Incubadoras de empresas.</p> <p>4.1.2.5. Convocatoria a paneles para identificar espacios de colaboración entre Cámaras Industriales nacionales, sectoriales y regionales con instancias gubernamentales Federales y Estatales para operar actividades de CTI.</p>

4. Innovación en el sector productivo para avanzar en la digitalización, el desarrollo sustentable y el bienestar social		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
	4.1.3. Atraer centros de investigación, desarrollo e ingeniería de empresas multinacionales para aprovechar el nearshoring como instrumento de construcción de capacidades tecnológicas en el país.	4.1.3.1. Programa de incentivos fiscales para la atracción de centros de investigación, desarrollo e ingeniería de empresas multinacionales para aprovechar el nearshoring, que incluya apoyos directos e incentivos fiscales para la inversión en I+D.
4.2. Ejercer el poder de compra del Estado para fomentar el suministro de bienes y servicios innovadores generados por empresas mexicanas.	4.2.1. Fomentar la adquisición de productos nacionales innovadores a través de Compras Públicas.	4.2.1.1. Compras públicas de productos innovadores de las MIPYMES.
4.3. Estimular el emprendimiento innovador para ampliar el espíritu innovador de los sectores productivos e incursionar en nuevos espacios de actividad.	4.3.1. Estimular el emprendimiento innovador en los jóvenes.	4.3.1.1. Apoyo directo a jóvenes emprendedores 4.3.1.2. Apoyo directo a empresas de base tecnológica para su establecimiento y operación por 3 años.
4.4. Fomentar la innovación social en conjunto con el sector social organizado.	4.4.1. Fomentar la innovación social.	4.4.1.1. Programa experimental orientado a promover la innovación por productores y comunidades basados en conocimiento tradicional.
4.5. Generar sistemáticamente información sobre innovación para sustentar la toma de decisiones.	4.5.1. Generar sistemáticamente información y evaluar los instrumentos y programas.	4.5.1.1. Encuesta bianual de innovación e I+D y creación de un observatorio de información sobre innovación.
	4.5.2. Promover la experimentación de nuevos instrumentos para el fomento de la innovación.	4.5.2.1. Apoyos para la experimentación de instrumentos de fomento a la innovación.
	4.5.3. Apoyar la capacidad para diseñar, implementar y evaluar políticas y programas.	4.5.3.1. Cursos y diplomados para formular y evaluar políticas y programas.

5. Comunicación pública de la ciencia para hacer efectivo el derecho a gozar de los beneficios de la investigación científica y el desarrollo de tecnología		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
5.1. Fortalecer la cultura científica de la sociedad.	5.1.1. Incentivar la participación de todos los actores del sistema nacional de CTI en acciones que fortalezcan el acceso universal al conocimiento.	5.1.1.1. Convocatorias para la realización de proyectos especializados en comunicación pública de la ciencia. 5.1.1.2. Compromiso gubernamental de comunicación pública de los avances y resultados de proyectos de investigación financiados.
	5.1.2. Propiciar una cultura científica en niños y jóvenes.	5.1.2.1. Espacios especializados para la difusión del conocimiento científico distribuidos de manera equitativa en el territorio. 5.1.2.2. Olimpiadas del conocimiento, organizadas en conjunto con las academias y sociedades científicas. 5.1.2.1 Programas de comunicación social de la CTI a través de los medios masivos y redes sociales.
	5.1.3. Fomentar la educación científica formal e informal en todas las edades.	5.1.3.1. Programas de fortalecimiento de la enseñanza de la ciencia a nivel primaria y secundaria.

5. Comunicación pública de la ciencia para hacer efectivo el derecho a gozar de los beneficios de la investigación científica y el desarrollo de tecnología		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
5.2. Acercar los conocimientos científicos y tecnológicos a la sociedad.	5.2.1. Crear mecanismos que conecten la producción científica con las agencias gubernamentales, empresas y la sociedad civil.	5.2.1.1 Oficina de enlace entre universidades y centros de investigación de un lado, gobierno, empresas y sociedad civil del otro para fomentar procesos de apropiación social del conocimiento. 5.2.1.2. Eventos multidisciplinarios para conocer el estado del arte en distintas disciplinas científicas, evaluar la capacidad del país para resolver preguntas y problemas científicos de relevancia para la humanidad.
	5.2.1. Fomentar procesos de apropiación social del conocimiento.	5.2.1.1. Programas de capacitación para especialistas en comunicación de la ciencia y la educación científica.
	5.2.2. Impulsar los conocimientos sobre programación, arquitecturas y diseño de plataformas digitales a todos los niveles.	5.2.2.1. Cursos de programación y diseño digital. 5.2.2.2. Difusión de contenidos científicos y técnicos en plataformas digitales.
	5.2.3. Fomentar la creatividad y la inventiva mediante talleres, espacios colaborativos y premios, especialmente dirigidos a jóvenes.	5.2.3.1. Convocatoria para talleres espacios colaborativos y premios para fomentar la creatividad en jóvenes.

6. Fortalecer la cooperación internacional en CTI		
Objetivos	Líneas de acción	Instrumentos
6.1. Ampliar el intercambio y la colaboración con otros países en materia de CTI.	6.1.1. Apoyar la firma de convenios internacionales relativos a la generación de conocimiento en todas las disciplinas, y disponer fondos para intercambios de estudiantes, profesoras/es y técnicos/as.	6.1.1.1. Convenios firmados de intercambio.
	6.1.2. Incorporación activa a organismos internacionales de CTI.	
6.2. Promover la participación de investigadoras e investigadores mexicanos en redes internacionales de conocimiento.	6.2.1. Promover conexión con científicos mexicanos en el extranjero.	6.2.1.1. Convocatorias para proyectos y redes con científicos mexicanos en el extranjero.
	6.2.2. Promover conexión de investigadoras e investigadores mexicanos con investigadores de otros países.	6.2.2.1. Convocatorias para proyectos y redes con dimensión internacional.
	6.2.3. Promover la movilidad de y estudiantes de posgrado y académicos para realizar estancias en instituciones de otros países.	6.2.3.1. Programa amplio de movilidad de académicos y estudiantes de posgrado.

Contribuciones individuales

El futuro de la política de ciencia, tecnología e innovación en México. Una agenda pendiente

Enrique Cabrero Mendoza*

Introducción

Un cambio trascendente se ha vivido en las últimas décadas en el mundo, el conocimiento científico, el desarrollo tecnológico, y las capacidades de innovación, se han convertido en las palancas para el avance de las sociedades, para las mejoras en el crecimiento económico y, para generar el progreso y bienestar de los países. Estos aspectos sin duda siempre han estado ahí, la historia de la humanidad es una historia de progreso técnico y de conocimiento acumulado, pero es claro que nunca como ahora se habían convertido en los elementos clave del desarrollo humano. El mundo de hoy es uno basado en el conocimiento científico, de ahí que esta etapa histórica para muchos pensadores deberá ser identificada como la *sociedad del conocimiento*.¹ Aunque no todos los países se encuentran todavía de lleno en este contexto, de una u otra manera irán quedando inmersos en esta dinámica que traspasa fronteras e incide día

* Director del Instituto de Investigación en Políticas Públicas y Gobierno (IIPPG) del CUCEA en la Universidad de Guadalajara. El autor agradece el apoyo de Miguel Guajardo, Pablo de los Cobos y Alan López, en la actualización de datos estadísticos del sector CTI.

¹ El término *sociedad del conocimiento* viene de diversos textos y autores entre los que se pueden mencionar a Drucker (1969) y a Bell (1973), aunque es fundamental mencionar otros importantes textos que se refieren a este momento del desarrollo como el de la *sociedad de la información* (Castells, 1997) o aportaciones más recientes como la *sociedad del aprendizaje* (Stiglitz y Greenwald, 2014). Una revisión más amplia en: Cabrero, Carreón y Guajardo (2020).

con día en los aspectos más elementales de la vida cotidiana de las sociedades y de los individuos.

Este nuevo escenario, impulsa día con día una reconfiguración del mapa del desarrollo y avance de los países. De hecho, también es identificado como un escenario postindustrial, no tanto porque la industrialización deje de ser importante, sino porque ésta deja de ser el eje determinante. Así, el lento avance hacia la industrialización que marcó los dos siglos anteriores va quedando atrás para entrar a un modelo diferente, en el que algunos países que históricamente estaban postrados en el subdesarrollo avanzan a un ritmo acelerado, y en tres o cuatro décadas logran niveles de crecimiento y progreso que los posicionan incluso como potencias visibles (Corea del Sur, Finlandia, China, India, entre otros), mientras que otros que gozaban de un lugar muy destacado por su nivel de avance y desarrollo, ahora viven procesos de reorganización acelerada y reconversión económica para no quedar atrás en la nueva configuración mundial (Francia, Italia, Reino Unido, Rusia, entre otros).

Esta rápida reconfiguración que vive el mundo es una gran amenaza al mismo tiempo que una gran oportunidad para los países llamados “emergentes”, adjetivo asignado a un conjunto de países por haber logrado altos niveles de industrialización y exportación, crecimiento sostenido, y mejoras en los niveles de bienestar social. Estos países pueden aprovechar el proceso de reacomodo mundial encontrando una nueva posición que les permita avanzar en la dinámica de la sociedad y la economía basadas en el conocimiento, o pueden, por el contrario, en pocos años perder la posición de país industrializado “emergente” y quedar fuera de la dinámica que se impone en la actualidad, incrementando sus niveles de dependencia (tecnológica, alimentaria, energética), estancando el avance de sus niveles de bienestar, y quedando cada vez más, postrados en la obsolescencia y la irrelevancia, este último es un duro adjetivo utilizado por Harari (2019).

México forma parte de este bloque de países reconocidos como emergentes por los avances muy importantes en materia de industrialización que ha tenido en las últimas décadas, por el vertiginoso incremento de su capacidad exportadora,² por su integración a un bloque económico de desempeño avanzado, y por la mejora –menos espectacular sin duda– de sus niveles de bienestar. Nuestro país por lo tanto se encuentra frente a un reto histórico importante: avanzar hacia los nuevos derroteros de la sociedad y economía basados en el conocimiento, o permanecer estático e inercial para perder de manera acelerada su posición y entrar poco a poco al bloque de países emergentes “fallidos”, es decir, que no fueron capaces de ocupar un espacio relevante en la nueva configuración del mundo.

Según Innerarity (2011) las precondiciones para que un país pueda ser identificado como uno que está en tránsito hacia este nuevo escenario son: (i) el grado de centralidad e importancia estratégica del conocimiento en la sociedad y derivado de ello la importancia de la agenda de ciencia y tecnología en las políticas públicas de ese país; (ii) el cultivo de un sector intensivo en conocimiento; (iii) la expansión del sistema científico y de desarrollo tecnológico; (iv) la aceleración y surgimiento de procesos de innovación en empresas, en gobiernos, en la sociedad misma; y (v) el desarrollo de capacidades y fortalecimiento permanente del capital humano, aspecto crucial y nodal en una sociedad y economía basadas en el conocimiento. A estos aspectos señalados, habría que añadir también (vi) que ese país sea capaz de generar una red de sistemas regionales de innovación que se conviertan en los motores de la transición. Entre los países emergentes antes mencionados como aquellos que sí están en tránsito hacia un modelo basado en el cono-

² Cabe mencionar que si se compara a México con el grupo BRICS (Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica) México ocupa el segundo lugar en exportaciones de productos de alta tecnología como proporción del total de exportación de productos manufacturados, sólo después de China.

cimiento y la innovación, se puede constatar que fueron procesos que evidentemente no iniciaron al mismo tiempo en el conjunto nacional, de ninguna manera, más bien se trató de procesos que iniciaron en algunas regiones, a ritmos diferentes, y que poco a poco fueron integrando más ciudades, más regiones, y reequilibrando los niveles de crecimiento y bienestar del conjunto. De hecho, países como China e India considerados nuevas potencias, tienen ese gran reto todavía para las próximas décadas.

En el análisis y reflexión que aquí se presenta, se lleva a cabo un diagnóstico de dónde se encuentra nuestro país en el sector del conocimiento, cuál ha sido su evolución en las últimas décadas y algunos datos disponibles sobre el grave estancamiento en el que nos encontramos en el momento actual. Posteriormente se plantea un análisis prospectivo sobre escenarios futuros de la agenda mexicana de ciencia, tecnología e innovación, hacia las próximas décadas. Finalmente, se presenta una reflexión sobre las alternativas de diseño institucional para hacer de la política de CTI en el futuro próximo, una política de importancia estratégica a nivel nacional y que además pueda funcionar de manera eficaz y lo más libre de contratiempos políticos y burocráticos que hasta ahora han caracterizado la vida de la CTI en nuestro país.

La ciencia y tecnología en el México de hoy.

Una agenda marginal

Desde 1970 con la fundación del CONACYT, se inició una etapa a partir de la cual se puede hablar de la existencia de una política organizada en torno a la ciencia y tecnología en el país. Se responsabilizó a dicha institución para conducir y articular los diversos esfuerzos en la materia, se le asignaron recursos presupuestales anualmente por parte del Estado mexicano, se fueron promoviendo diversos instrumentos jurídicos y leyes a través de los años para apuntalar esta función. Incluso con la

ley aprobada en 2002, se le dio a esta acción de gobierno un estatuto más cercano a una política pública, al involucrar en sus instancias de conducción no sólo actores gubernamentales sino también representantes de las comunidades científicas, universitarias, empresariales y regionales, todo ello con la intención explícita de construir una visión convergente de los esfuerzos nacionales en este campo de la acción pública nacional.³ Diversos estudios⁴ nos dan cuenta de los avances graduales de esta política a lo largo de más de cincuenta años, la gran parte de estos avances son calificados como positivos, aunque la conclusión final es contundente, han sido avances insuficientes. México no es un país en el que se haya logrado construir todavía una política de ciencia, tecnología e innovación sólida, con peso significativo en la agenda nacional que corresponda al tamaño de nuestro país, al tamaño de nuestra economía, y a la condición de país emergente que México presenta en muchos otros aspectos del desarrollo nacional.

Para retratar el momento actual de la CTI (ciencia, tecnología e innovación) en nuestro país, se hará referencia a cuatro dimensiones: (i) el monto de la *inversión* que se ha realizado en el sector en los últimos 25 años; (ii) el *capital humano* con que se cuenta a nivel nacional para llevar a cabo las tareas del sector, también con datos para los últimos 25 años; (iii) la *producción científica y tecnológica* y su visibilidad y peso en el ámbito internacional; y finalmente (iv) la *capacidad de innovación* que presentan las empresas y centros de investigación del país. Estas cuatro dimensiones hacen referencia a los elementos críticos de un sistema de CTI.

³ Desafortunadamente este espíritu “público” y participativo de la política, ha desaparecido con la reciente reforma aprobada en 2023 en la que se instala una política exclusivamente gubernamental y centralizada.

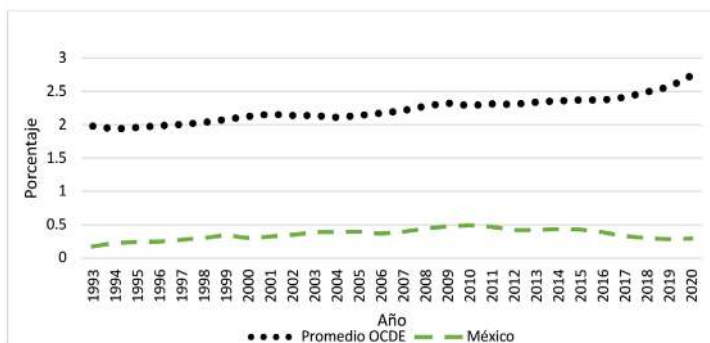
⁴ Entre varios textos que pueden consultarse se hace referencia sólo a algunos de ellos: Cabrero, Valadés y López Ayllón (2006), Canales (2011), Loyola y Zubieta (2020) y Valderrama (2021).

(i) *La inversión en CTI*

Comenzando por la inversión nacional en CTI si bien en algunos momentos ha habido avances, el ritmo de crecimiento ha sido débil e incluso ha presentado momentos de retroceso. La medición que internacionalmente ha sido aceptada como la más clara para comparar el esfuerzo nacional (público y privado) en inversión en CTI es el GIDE (gasto en investigación científica y desarrollo experimental).⁵ En la Gráfica 1 se analiza el GIDE como proporción del PIB en un conjunto de países. Es claro que México se encuentra lejos del promedio invertido por países de la OCDE, aunque se puede observar el avance que se tuvo pasando de 0.23% a 0.49 entre 1993 y 2016, se observa también que, en los últimos años, la brecha crece. Otros países emergentes como Corea del Sur (4.5), Israel (4.5), Finlandia (3), Singapur (2), Turquía (1) Sudáfrica (0.8) y Argentina (0.6) muestran una inversión más importante comparando los datos del año 2016, año en el que México llegó a la mayor inversión público-privada lograda en el sector bajo este indicador (0.49). De igual manera si se compara la evolución del crecimiento del GIDE en México con el que se ha tenido en países emergentes identificados como el grupo BRICS (Brasil, Rusia, India, China, y Sudáfrica), se observa que México es el país en el que comparativamente menos crecimiento se ha tenido (Cabrero, Carreón y Guajardo, 2020). Por último, se analiza el gasto público federal en ciencia y tecnología (GFCTI) con la idea de identificar el esfuerzo en este caso sólo por parte de Estado en la materia (Gráfica 2), al respecto, se observa un incremento en la inversión pública federal hasta el año 2014 con una subsecuente caída a partir de ese momento, la cual se agudiza en los últimos años.

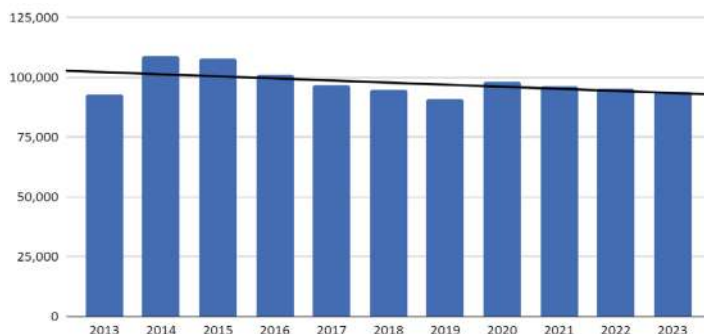
5 Para su estimación existe una metodología aprobada por la OCDE (Manual de Frascati, 2015).

Gráfica 1. GIDE como proporción del PIB. Promedio OCDE y México



Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE.

Gráfica 2. Gasto Federal en Ciencia, Tecnología e Innovación (precios de 2020)

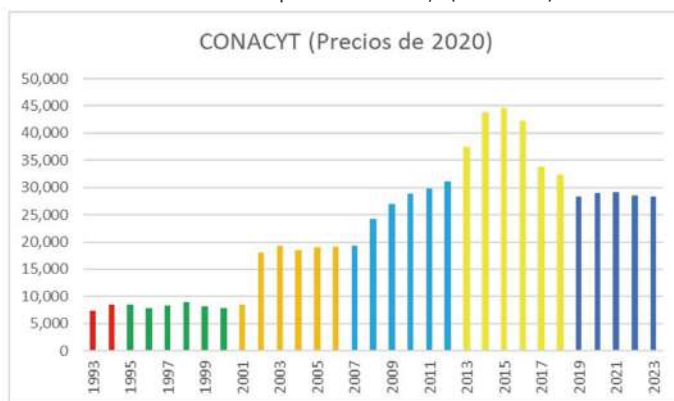


Fuente: Elaboración propia con base en datos del Informe del Estado General de la Ciencia, Tecnología e Información publicado por el CONACYT (<https://www.siicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion>)

La conclusión es clara, en las últimas décadas si bien se observan en nuestro país ciertos momentos de mayor esfuerzo por mejorar la inversión en CTI, en general la inversión se ha llevado a cabo con estancamientos y caídas recurrentes, particularmente en los años más recientes como puede confirmarse con la caída en el presupuesto del CONACYT (Gráfica 3). Sin duda, el esfuerzo nacional de inversión ha sido insufi-

ciente e inconsistente para posicionarse como un país emergente que hiciera de la CTI una prioridad nacional.

Gráfica 3. Presupuesto de CONACYT (1993-2023)



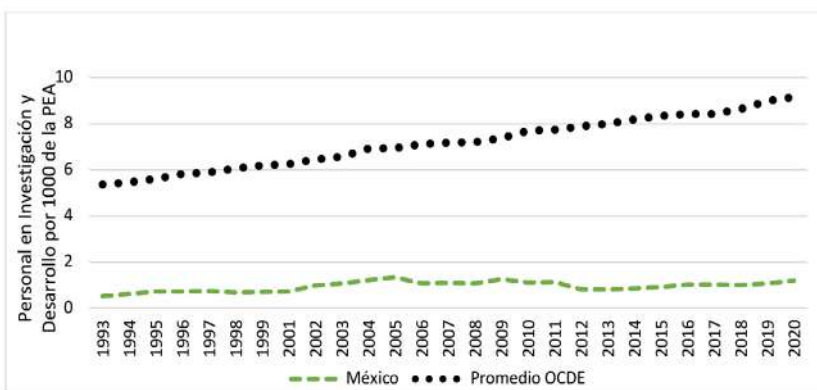
Fuente: SEP-CONACYT (1996, 2000, 2012 y 2020); SHCP (2021); CONACYT (2022) y *El Economista* (2023).

(ii) *El capital humano disponible en CTI*

Por lo que se refiere al capital humano disponible en el país para llevar a cabo las tareas propias de la actividad científica y tecnológica, México presenta también rezagos importantes. En la Gráfica 4 se observa la evolución del número de investigadores por cada mil habitantes de la PEA (población económicamente activa), medida que es una referencia aceptada internacionalmente como indicador del potencial humano del sector. La Gráfica compara el caso mexicano con el promedio de este indicador en los países de la OCDE. Nuestro país ha avanzado de 0.5 investigadores por cada mil habitantes de la PEA a 1 en los últimos 25 años, mientras que el promedio OCDE ha pasado de 5 a 8 investigadores en el mismo lapso. México avanza muy lentamente en la expansión del recurso estratégico más importante en la sociedad del conocimiento. Sin duda la formación de jóvenes investigadores y su inserción al sector de CTI, ya sea en el ámbito académico o industrial público o privado, así como la expansión del Sistema Nacional de Investigadores, debería ser una prio-

ridad nacional, pero no lo ha sido, al menos no de manera consistente. Cabe mencionar que entre 1993 y 2016 sí hubo una expansión significativa de investigadores en la industria, lo cual nos habla de una presencia cada vez más importante del sector empresarial en la agenda de CTI, sin embargo, como se ha visto, los números todavía son muy lejanos a los niveles que requiere tener México al compararlo con otros países.

Gráfica 4. Personal de Investigación y Desarrollo por mil habitantes de la PEA



Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE.

Un aspecto importante en la disponibilidad de capital humano, aparte del número de investigadores, es el perfil de formación profesional y de posgrado que muestra un país. Como es sabido la irrupción de tecnologías disruptivas ha venido modificando recientemente los sectores productivos, de investigación, de prestación de servicios, de gobierno y de la vida cotidiana de los individuos. Un país que no esté preocupado en formar talento relacionado a este tipo de tecnologías disruptivas es un país que tendrá pocas posibilidades de incidir en la dinámica de conocimiento e innovación que se va imponiendo. Al hablar de tecnologías

disruptivas⁶ se hace referencia fundamentalmente a: la *biotecnología* (en aplicaciones médicas, agrícolas y alimentarias, o relacionadas a combustibles y energía); el *cómputo cuántico* que acelerará de manera sorprendente el manejo y procesamiento de información; la *inteligencia artificial* que día con día irrumpe en todo tipo de actividades, servicios, procesos, resolución de problemas, etc.; la *manufactura aditiva* que transforma de manera acelerada los procesos productivos en el sector manufacturero; la *nanotecnología* con un impacto en múltiples campos de la medicina, ingeniería, producción, entre otros, mediante la incidencia en la composición de la materia; la *realidad aumentada* que permite la construcción de una realidad virtual que día con día ofrece más amplias aplicaciones. Entre otras tecnologías disruptivas, este conjunto muestra la rapidez y fuerza del cambio tecnológico que se está viviendo en la actualidad.

A partir de este escenario, la formación de capital humano en un país que quiere transitar hacia una sociedad del conocimiento debería fortalecer la formación profesional y de posgrado en campos del saber relacionados con las tecnologías mencionadas. Sin embargo, en un análisis que integra la totalidad de programas de licenciatura, especialidad, maestría y doctorado que se ofrecen en el país,⁷ se identificó que la orientación al dominio de áreas relacionadas al cambio tecnológico oscila en el 20% y que sólo alrededor de 6% de la oferta educativa nacional y 7% de los egresados están relacionados directamente al conocimiento requerido para el entendimiento a profundidad y uso de las mencionadas tecnologías disruptivas. Este dato es preocupante y muestra el rezago que presentan los currículos, los cuales en su gran mayoría parecerían no

⁶ Una reflexión amplia de las llamadas tecnologías disruptivas puede verse en: Cabrero, Carreón y Guajardo (2020). También puede revisarse López Portillo (2018).

⁷ Dicho análisis se llevó a cabo como una aproximación a partir del Formato 911, el cual es una base estadística de la Secretaría de Educación Pública. Véase mayor detalle en: Cabrero, Carreón y Guajardo, (2020).

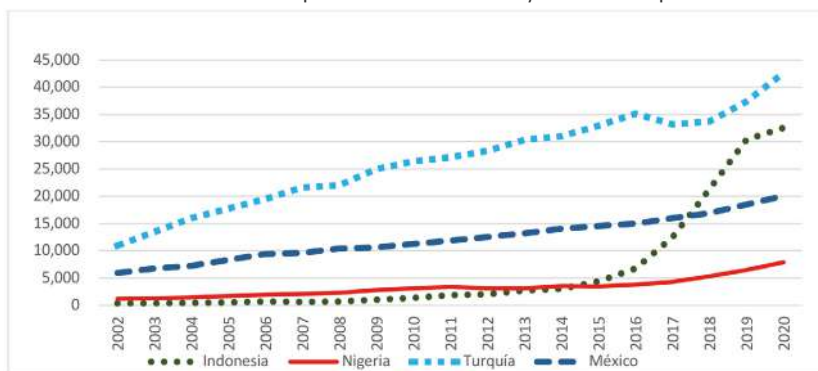
estar sintonizados con los nuevos derroteros del conocimiento requerido en el mundo de hoy.

(iii) La producción científica y tecnológica

La producción científica y tecnológica de un país muestra sin lugar a duda la capacidad de su sistema de CTI para generar conocimiento. Si bien la inversión y disponibilidad de capital humano ya mencionados, son elementos sin los cuales no es posible tener una presencia en el mundo del conocimiento, la producción a la que dé lugar dicha inversión y capital humano depende también de las condiciones institucionales, el esquema de incentivos a la producción científica y tecnológica, así como el uso eficiente de la infraestructura científica, los laboratorios y las redes de interacción con el mundo exterior que se haya logrado establecer. Para tener una idea de la presencia de México en la producción científica mundial se presentan a continuación dos ejercicios de comparación. En la Gráfica 5 se compara nuestro país con países del llamado “Grupo MINT” que es el grupo integrado por México, Indonesia, Nigeria y Turquía. En este análisis queda claro que la producción científica y técnica mexicana es el doble de países como Indonesia y Nigeria, sin embargo, en los últimos años Indonesia ha incrementado su producción notablemente, y Turquía produce el doble de la producción científica de nuestro país. Por otra parte, en la Gráfica 6 se compara el caso mexicano con el llamado “Grupo BRICS”, en este caso México se encuentra en los mismos niveles que Sudáfrica, por debajo de Brasil, Rusia e India y bastante más abajo de China que es claramente uno de los países líderes en producción científica y tecnológica. Ambas Gráficas muestran la evolución de la producción de conocimiento en el periodo 2003-2016, lo cual nos muestra que la tasa de crecimiento de Turquía es sensiblemente mayor que la mexicana. Al inicio del periodo de análisis Turquía producía 6 mil artículos científicos más que nuestro país, y al final del periodo producía 19 mil artículos más. Es decir, México duplicó su capa-

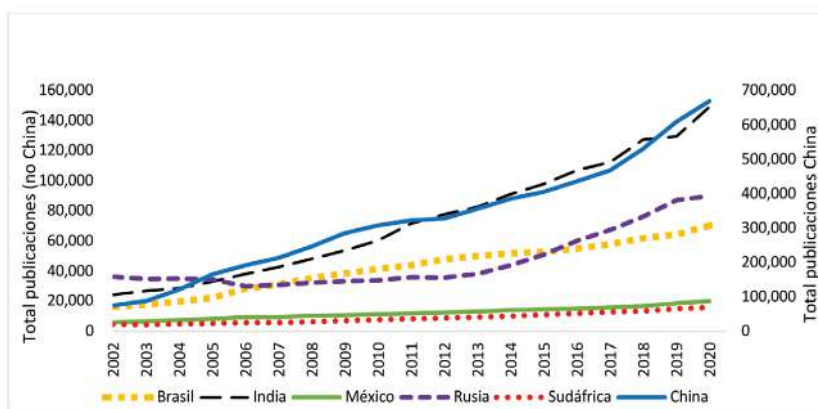
idad de producir conocimiento en esos años, mientras que Turquía casi triplicó esa capacidad al igual que Brasil, mientras que en China e India se quintuplicó la producción científica y técnica. Es claro que hablamos de países con un tamaño de población diferente, pero lo que se trata de identificar es la capacidad de expansión de la producción científica de las últimas décadas en algunos países y en México. Nuestra producción ha sido creciente, sin duda, pero se amplían día con día las brechas con otros países emergentes que vienen realizando un mayor esfuerzo.

Gráfica 5. Artículos en publicaciones científicas y técnicas: Grupo MINT



Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE.

Gráfica 6. Artículos en publicaciones científicas y técnicas: Grupo BRICS



Fuente: Elaboración propia con datos de OCDE.

(iv) *La capacidad de innovación*

Finalmente, una dimensión sin la cual no se podría entender en qué grado un país está orientándose a transitar hacia un sociedad y economía basadas en el conocimiento es su capacidad de innovación. En el escenario actual no es suficiente que un país tenga un sector científico muy destacado, basado en un número importante de investigadores y tecnólogos, y que tenga además una creciente inversión en CTI. Todo esto puede no tener un impacto trascendente en el nuevo acomodo mundial, a menos que estos atributos o ventajas se puedan además “poner en marcha” a través de procesos innovadores en el sector productivo, académico, social, y gubernamental. Chistensen y su equipo de trabajo (2019), afirman a partir de un estudio llevado a cabo en varios países, el hecho de que no es que los países sean innovadores debido a que tienen un alto nivel de prosperidad, como hasta ahora se ha insistido, sino que es lo inverso, los países son prósperos porque han construido capacidades para la innovación. Es decir, la innovación es el elemento estratégico de la cadena de generación del conocimiento, el elemento clave que permite avanzar hacia la prosperidad en la actualidad. La innovación es el “conector” del conocimiento científico con el desarrollo económico, el bienestar y la prosperidad. De hecho, varios países con sectores científicos consolidados en el siglo xx, se encuentran ahora llevando a cabo grandes esfuerzos para poder desplegar mayores capacidades de innovación sin las cuales no están siendo capaces de inyectar de dinamismo económico y avances en el bienestar social, a partir de sus avances científicos y tecnológicos. En Europa, por ejemplo, se trabaja intensamente en esta agenda para desplegar mayores capacidades de innovación en países con sistemas científicos robustos, aunque un tanto anquilosados por su disociación con la dinámica de la innovación que impulsa el sector económico. Las capacidades de innovación, son pues, una variable muy importante en el nuevo escenario.

Para medir las capacidades de innovación del sector empresarial en México la base de datos más completa y rica en información es sin duda la integrada por lo que fue el Programa de Estímulos a la Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (PEI) que el CONACYT condujo entre 2009 y 2018. Dicho programa ha sido el instrumento de política pública más ambicioso del Estado mexicano para apoyar a empresas en sus proyectos de generación de nuevos productos, procesos o servicios. Este impulso se llevaba a cabo a través de coinversiones en investigación, desarrollo tecnológico, e innovación, entre las empresas, instituciones académicas y el CONACYT. Son muchas las experiencias internacionales exitosas de este tipo de programas, cabe hacer referencia al *programa de vales* que se puso en marcha en Países Bajos, Irlanda y Reino Unido, o el de *consejos técnicos industriales* de Canadá, o el de *centros de innovación tecnológica cooperativa* en Arabia Saudita, así como el *programa Tekes* de Finlandia.⁸

El objetivo del PEI era incentivar a que el sector empresarial invirtiera y se orientara a la innovación y el desarrollo tecnológico, además que se vinculara más estrechamente con el sector científico de las universidades y centros de investigación.⁹ De hecho, un 85% de los proyectos apoyados se realizaron en colaboración entre empresas e instituciones académicas.¹⁰ Analizando los datos de esta experiencia se pueden extraer tendencias y perfiles de innovación empresarial de nuestro país. Un 43% de las empresas participantes se orientaron a modificar la tecnología de productos y maquinaria; un 56% requirió investigación novedosa

⁸ Sobre los programas internacionales mencionados se hace una descripción más amplia en: CONACYT (2017).

⁹ Del total de recursos que operó el PEI a lo largo de sus diez años de vida, 72% de los apoyos fueron a micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), se apoyaron 5,970 proyectos financiados en 47% por fondos públicos y 53% por fondos privados.

¹⁰ Este fue sin duda un logro importante del mencionado programa dada la difícil vinculación universidad-empresa que ha caracterizado a nuestro país. Al respecto puede verse: Cárdenas, Cabrero y Arellano (2012).

realizada por las propias empresas y establecieron un área dedicada a la investigación y desarrollo; en 50% de ellas se requirió investigación a desarrollar en laboratorios de instituciones académicas. Las empresas participantes en el PEI fueron en un 70% del sector manufacturero y en 29% del sector servicios. Los sectores en que más proyectos se concentraron fueron el automotriz, tecnologías de la información, alimentos, agroindustria y química.

Un dato interesante es que en promedio durante esa década la mitad de los proyectos se asociaron a tecnologías disruptivas, este dato muestra un potencial interesante de capacidad innovadora en empresas mexicanas orientada a las tecnologías de vanguardia. Particularmente la biotecnología y la manufactura aditiva fueron las más recurrentes, aunque también proyectos asociados a la nanotecnología, la realidad aumentada y la inteligencia artificial estuvieron presentes.

Si bien las experiencias innovadoras del PEI se desarrollaron durante una década y muchos fueron los proyectos exitosos que trascendieron en la vida de las empresas, es poco probable que proyectos de estas características sigan teniendo tanta presencia en el entorno nacional. Sin la existencia de programas gubernamentales de subsidio parcial a la innovación se deja la totalidad del riesgo a las empresas, las cuales generalmente optan por sobrevivir en mercados en los que ya están instaladas dejando en segundo plano los esfuerzos de innovación. Cabe mencionar como un dato preocupante, que la inversión gubernamental en fomento a la innovación pasó de 6 a 0% en años recientes.¹¹ La experiencia internacional muestra que las empresas –sobre todo las medianas y pequeñas– requieren de apoyos públicos para dar el salto

¹¹ En la edición 2020 del Informe General del Estado de la Ciencia, Tecnología e Innovación se menciona claramente que “en 2020 no se ejercieron recursos para el rubro de innovación” (p. 50), <https://www.siiicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion/informe-general-2020-1/4987-informe-general-2020/file>

a la innovación y el desarrollo tecnológico. Como bien lo ha mostrado Mazzucato (2022) el papel del Estado en esta economía basada en el conocimiento es el de apoyar las capacidades de las empresas para la gestión del conocimiento y la innovación tecnológica subsidiando investigación fundamental y desarrollos experimentales.

Es claro que las capacidades de innovación están presentes en el sector empresarial mexicano, sin embargo se encuentran en una fase de arranque y aprendizaje temprano, por lo que sin programas orientados a subsidiar parte de la inversión en este tipo de proyectos, el proceso será más largo o incluso es probable se estanque de tal manera que las empresas decidan ser tan sólo consumidoras de conocimiento y tecnologías adquiridas, dejando de lado los esfuerzos propios de investigación y desarrollo. Éste es un riesgo latente que tendría un enorme costo y dificultaría mucho el tránsito mexicano al nuevo acomodo de la economía basada en el conocimiento.

México en el futuro mediano.

Entre la medianía y la irrelevancia en CTI

De las cuatro dimensiones analizadas anteriormente surge un balance que inquieta. La inversión pública y privada en CTI en nuestro país no ha sido suficiente ni consistente. Sin duda ha habido avances en ciertos momentos, pero en México la agenda del conocimiento no ocupa un lugar prioritario, lo cual se traduce en una inversión débil que por cierto en el momento actual presenta uno de sus peores episodios. El capital humano con que se cuenta para la tarea de un país inmerso en la sociedad del conocimiento, no es suficiente, ni en número de científicos y tecnólogos, ni en el número de egresados del nivel profesional y de posgrado que estén orientados a las capacidades y conocimiento que el mundo de hoy exige. La producción científica y técnica por su parte ha crecido de manera significativa en cantidad y en calidad, los

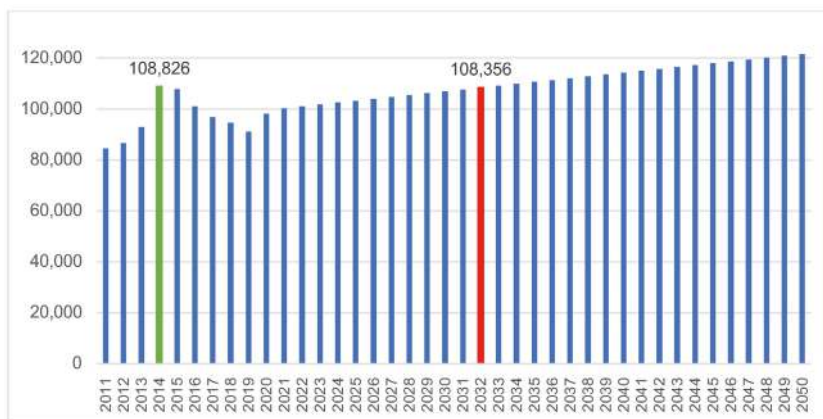
indicadores internacionales así lo muestran, sin embargo, el ritmo de crecimiento es insuficiente, la producción de conocimiento de nuestro país va perdiendo presencia a nivel mundial, otros países emergentes realizan un mucho mayor esfuerzo que el nuestro. Finalmente, las capacidades de innovación si bien despiertan poco a poco en el entorno de empresas mexicanas y han mostrado ya dinamismo y capacidad de generar proyectos exitosos, todavía son modestas y se encuentran en una etapa de aprendizaje temprano. Además, sin duda requieren de coinversiones público-privadas para poder acelerar el ritmo y ser capaces de lidiar con los riesgos inherentes a la innovación. Desafortunadamente dichos programas gubernamentales han desaparecido en el momento actual, lo cual producirá un estancamiento y un mayor rezago en las capacidades nacionales para la innovación y el desarrollo tecnológico.

Partiendo de esta realidad reflexionar sobre una visión a futuro en CTI es urgente. En los próximos 25 años México sin duda escribirá su historia ya sea como un país emergente que logró sintonizar sus políticas públicas en la materia con las tendencias mundiales de la sociedad y economía basadas en el conocimiento, y por lo tanto encontró un lugar en el reacomodo mundial que esta dinámica está propiciando, o la escribirá como un país que profundizó sus rezagos, fue ampliando sus niveles de dependencia (científica, tecnológica, alimentaria, energética, etc.) y pasó al grupo de países emergentes fallidos –identificados como países de “bajo aprendizaje” por Stiglitz y Greenwald (2014)– que no lograron un espacio relevante en el nuevo reacomodo.

A continuación, se presentan las tendencias inerciales de algunos indicadores a partir del comportamiento que presentaron durante la última década.¹²

¹² La proyección a largo plazo de indicadores estratégicos del sector CTI se llevó a cabo a partir de regresiones lineales y medias móviles de tres periodos. La información disponible brinda datos de 2011 a 2020, aunque algunos rubros comienzan en 2009 y otros en 2013. En este caso, se utilizan estas técnicas para predecir la evolución

Gráfica 7. Tendencia inercial en el Gasto Federal en CTI (precios de 2020)



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Informe del Estado General de la Ciencia, Tecnología e Información publicado por el CONACYT (<https://www.sicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion>)

En la Gráfica 7 se observa que el GFCTI¹³ ejercido en 2014 (a precios de 2020), fue un máximo histórico que siguiendo las tendencias presupuestales de los últimos años no se volvería a alcanzar hasta 2032. Se tiene registro de un periodo de alto crecimiento en este indicador, pues la tasa de crecimiento, de 2011 a 2014 (3 años), fue de 29%, un ritmo acelerado que difícilmente será posible experimentar si se mantienen las condiciones actuales. En contraste, la tasa de crecimiento de este

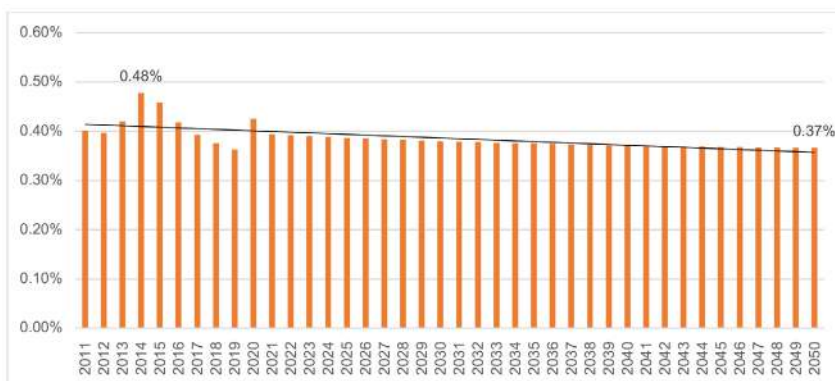
inercial de los datos entre 2020 y 2050. Las medias móviles en tres periodos se utilizan para suavizar la serie de datos y reducir el ruido presente en la misma, al repetir este proceso a lo largo de la serie de datos, se obtiene una serie suavizada que facilita la identificación de la tendencia subyacente. La regresión lineal proporciona una estimación de la tendencia a largo plazo y las medias móviles reducen el ruido presente en los datos, lo que permite obtener una predicción más precisa de la evolución futura.

¹³ Este análisis se centra en el GFCTI dado que el GIDE, que incluye también la inversión privada bajo la metodología de la OCDE, no fue posible proyectarlo debido a que dicha información se obtenía a partir de la encuesta ESIDET que el CONACYT y el INEGI venían realizando desde varios años atrás, sin embargo, a partir del sexenio 2018-2024 dicha encuesta se canceló por instrucciones de CONACYT, quedando en una penumbra difícil de estimar el monto de la inversión privada nacional en CTI.

indicador de 2023 a 2050 (27 años) sería sólo de 19% en el total del periodo.

La situación es aún peor cuando se considera el GFCTI como porcentaje del PIB (Gráfica 8), pues la tasa de crecimiento de la economía, que es el denominador de este indicador, ha sido superior al de dicho gasto. En 2014 se alcanzó el punto máximo de este indicador que representó 0.48% del PIB, debe recordarse que esta medición no contempla el gasto del sector privado y se incluyen varios rubros más que los contemplados por la metodología de la OCDE. Para 2050 el GFCTI será de 0.37% en caso de que se mantengan las tendencias actuales.

Gráfica 8. Gasto Federal en CTI como porcentaje del PIB



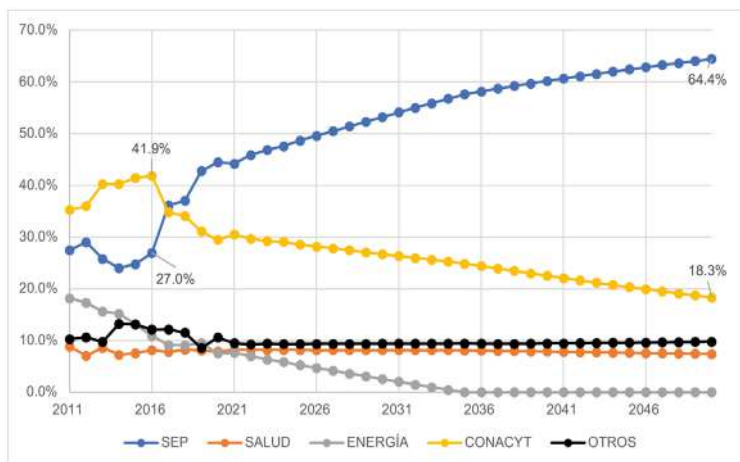
Fuente: Elaboración propia con base en datos del Informe del Estado General de la Ciencia, Tecnología e Información publicado por el CONACYT (<https://www.siiicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion>)

Para recuperar los niveles de crecimiento del año 2014, sería necesario aumentar significativamente el GFCTI en 2025, momento en el que inicia una nueva administración gubernamental federal. En 2014 el GFCTI alcanzó un máximo histórico de 106,086 millones de pesos a precios de 2020. Para recuperar este nivel de inversión en 2025, se debería aumentar el gasto en un porcentaje que compense la inflación y el crecimiento económico en el periodo. Si es estimado que la inflación

y el crecimiento económico promedio anual en el periodo 2014-2025 son de 3%, entonces el GFCTI necesario para recuperar los niveles de inversión de 2014 en 2025 sería de aproximadamente 142,724 millones de pesos a precios de 2020. Esto implica un aumento de 34% con respecto al gasto de 2020. Asimismo, es necesario buscar recuperar el porcentaje de GFCTI que representó en el PIB de 2014. Un aumento de 0.39% a 0.48% como porcentaje del PIB podría recuperar el dinamismo perdido en los últimos años en el sector y cambiar las tendencias futuras, hasta ahora poco alentadoras. Es evidente la necesidad de actuar con urgencia y tomar medidas que permitan aumentar la inversión pública en la ciencia y la tecnología, de no hacerse así los rezagos pasarán de ser muy preocupantes a ser prácticamente insalvables.

Por otra parte, se observa otra tendencia inercial muy negativa que se ha generado en los últimos años, en la que el CONACYT pierde peso en la composición del GFCTI. En 2014 el CONACYT ejerció un 42% del total de los recursos del GFCTI, mientras que en ese mismo año la Secretaría de Educación Pública (SEP), tuvo bajo su control un 27%. Sin embargo, proyectando las tendencias recientes en la composición del GFCTI, para 2050 el CONACYT sólo tendría a su cargo el ejercicio de 18% de estos recursos mientras que la SEP crecería sostenidamente hasta llegar a un 64% del total del GFCTI. Parecería urgente en el corto plazo reducir la brecha entre los distintos ramos administrativos y lograr una distribución más equilibrada de los recursos del GFCTI, dado que la tendencia actual llevaría a que CONACYT pierda la capacidad de rectoría del sector, quedando éste sometido a una política educativa más amplia, y por obvias razones menos concentrada en políticas específicas para el desarrollo de la CTI. Desde la ley de 2002 quedó claro que era necesario separar la política de CTI de la educativa con el fin de darle mayor profundidad y amplitud, la tendencia que se le ha impuesto en el actual sexenio va en sentido inverso (Gráfica 9).

Gráfica 9. Porcentaje del GFCTI por Ramo Administrativo



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Informe del Estado General de la Ciencia, Tecnología e Información publicado por el CONACYT (<https://www.siiicyt.gob.mx/index.php/transparencia/informes-conacyt/informe-general-del-estado-de-la-ciencia-tecnologia-e-innovacion>)

Por su parte, con relación al tema de innovación, un dato muy preocupante es que el gasto federal en innovación pasó de 6% en 2014 a 0% en 2023. Todas las políticas públicas para el fomento de la innovación tecnológica del gobierno federal han desaparecido en años recientes, por lo que de continuar esta situación sin duda México quedaría fuera de cualquier posibilidad de inserción en la sociedad y economía basadas en el conocimiento.

La proyección de estas tendencias que se presentaron muestra los riesgos inherentes al escenario más probable –dado que es el inercial– que sin duda no permitiría una transición ventajosa para nuestro país.

Con el fin de avanzar en esta reflexión se presenta un ejercicio prospectivo¹⁴ que enfatiza tres escenarios:¹⁵

Escenario 1. *Estancamiento e integración gradual de México al grupo de países de “bajo aprendizaje”*. La “inercia pasiva” se impone en este escenario. No se intenta o no se logra generar una acción pública articulada en pro del conocimiento y la innovación como elementos estratégicos del futuro nacional. Esta situación se caracteriza por la desconexión entre el sector académico, empresarial, gubernamental, y social, es decir por la inexistencia de una triple o cuádruple hélice¹⁶ para la construcción de sistemas regionales y nacional de innovación. Esta desconexión entre actores clave del sector genera una ausencia de proyecto conjunto derivada de una acción pública de muy baja intensidad, es decir de una ausencia de agenda de políticas públicas robustas en el sector. En dicho escenario el país continuaría con un crecimiento mediocre por unos años, para ser arrastrado paulatinamente y de manera definitiva al bloque de países dependientes en tecnología y conocimiento, y poco a poco, incluso en el marco del Temec, ir perdiendo el flujo de inversiones extranjeras ante la ausencia de una política pública claramente proactiva de CTI. Las inversiones extranjeras cada vez en más sectores requieren localizarse en países que propicien la innovación y el cambio tecnológico. En este escenario México quedaría en el largo plazo claramente marginado

¹⁴ Existe una amplia bibliografía sobre el método de escenarios. Para Kahn y Wiener (1967) el método “es un conjunto de eventos hipotéticos establecidos en el futuro contruidos para aclarar una posible cadena de eventos causales, así como sus puntos de decisión”. Para Licha (2000) se trata de concebir “futuribles” orientados a la innovación y el cambio social. Se puede referir también el trabajo de Wilson (1998) entre varios otros.

¹⁵ La descripción de los escenarios que aquí se presenta, se deriva de un trabajo más amplio que se puede consultar en: Cabrero, Carreón y Guajardo (2020).

¹⁶ Sobre el concepto de triple hélice véase Etzkowitz (2008).

de la sociedad y economía basadas en el conocimiento. Pasaría al bloque de países irrelevantes, en términos de Harari (2019).

Escenario 2. Capacidad reactiva e integración parcial de México al grupo de países emergentes de aprendizaje medio. En este escenario surgen algunos grupos gubernamentales, empresariales, académicos y sociales, que consideran muy importante el tránsito del país hacia una economía y sociedad basadas en el conocimiento. Algunos de estos liderazgos se convierten en promotores de políticas públicas impulsoras de CTI, se generan algunas redes de cooperación, en algunos sectores de actividad, o en algunas regiones del país. Ello lleva a detonar una acción pública de intensidad media, una agenda de políticas públicas en el sector que, si bien es fragmentada, al menos va construyendo una visión de futuro y algunas estrategias para la inserción en la nueva dinámica mundial. En un escenario de este tipo, pueden surgir proyectos regionales de innovación y gestión del conocimiento en algunas entidades federativas, y éstas podrán ir encontrando una agenda de políticas a nivel estatal que induzcan acciones concertadas en materia de formación de capital humano, de innovación empresarial, e incluso de vinculación con algunas regiones fuera del país, y con estrecha colaboración en algunos sectores de actividad. Un escenario como éste, permitiría una incorporación lenta y posiblemente tardía en algunos sectores, pero al menos posicionaría al país poco a poco –aunque de una manera frágil– en ciertos nichos del conocimiento y la innovación. La posibilidad es que las regiones y sectores que mostraran dinamismo y políticas públicas de promoción y cooperación entre actores e instituciones, puedan convertirse en motores para la transición. En síntesis, se trata de un escenario de avance desarticulado, que genera más desequilibrios regionales en ciertos momentos, pero que permite una dinámica de *catching up*

que en algunos sectores permita mantenerse en una dinámica sintonizada con los avances internacionales. Cabe pensar que el ritmo del Temec –particularmente el contexto de *nearshoring*– podría dar espacios de acomodo y oportunidades en un escenario como éste, pero sin duda las iniciativas y revaloración de la CTI deberá ser un ingrediente activo y promovido por diversos grupos de interés en el tema.

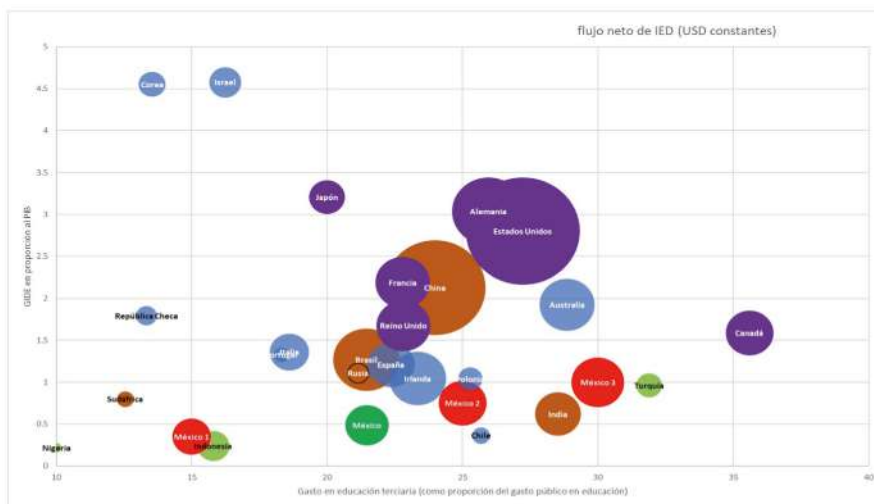
Escenario 3. *Visión de futuro y construcción de un proyecto nacional que permita a México la inserción en el grupo de países emergentes exitosos.* En este escenario México lograría aprovechar las mayores ventajas que ofrece a los países emergentes el contexto mundial de la sociedad y economía basadas en el conocimiento. Una condición necesaria para esto sería lograr un acuerdo nacional para avanzar los próximos veinte o treinta años hacia la construcción de un país plenamente inserto en la nueva dinámica mundial del conocimiento y la innovación. Un acuerdo nacional de esta naturaleza generaría una acción pública de alta intensidad que permitiría institucionalizar y dar continuidad a una agenda de políticas públicas en CTI en las próximas décadas. Así sucedió en Corea del Sur, Finlandia y otros países emergentes ya mencionados. La innovación sería parte paulatinamente de la cultura empresarial, gubernamental y social. Un sector académico que entiende la importancia de la colaboración con el sector productivo y que promueve sistemas renovados de enseñanza-aprendizaje introduciendo un cambio institucional importante en universidades, centros de investigación e institutos de capacitación. Un sector empresarial que entra de lleno a la investigación y desarrollo tecnológico y se vincula intensamente con el mundo científico y académico. Un sector gubernamental preocupado por introducir innovación pública en la hechura de políticas públicas y que posi-

ciona a las políticas de CTI como prioridad nacional. Por último, un sector social que valora la innovación y el conocimiento como parte sustancial del futuro inmediato que permitirá el progreso social y la mejora en los niveles de bienestar, que incluso promueve el concepto de “ciencia ciudadana” que implica el involucramiento de la ciudadanía en la gestión colectiva del conocimiento.¹⁷

Es evidente que lo anterior es sólo un breve esbozo de los tres escenarios que se proponen para el análisis prospectivo del sector de CTI. Se omite la descripción de muchos procesos complejos asociados a cada uno de ellos, se trata de una sobre-simplificación para fines de exposición, se busca generar un proceso heurístico más que una precisión prospectiva de carácter técnico. Recordando que la utilidad de la prospectiva es la reflexión acerca del futuro, no la precisión de los escenarios imaginados. En la Gráfica 10 una representación visual de la posición que México ocuparía dependiendo de cada escenario. Las variables que se toman en cuenta son: la inversión en CTI (GIDE como proporción del PIB); el esfuerzo en formación de capital humano altamente calificado (gasto en educación terciaria); y el grado de inserción a la economía basada en el conocimiento (flujo neto de inversión extranjera directa). Como se puede ver en dicha gráfica, en “México 1” hay un claro estancamiento y alejamiento de la dinámica mundial; en “México 2” hay un avance que permite flotar marginalmente en el conjunto de países emergentes de aprendizaje medio, aunque con baja presencia; y en “México 3” se logra un posicionamiento interesante como país emergente en un proceso de integración paulatina a la dinámica del conocimiento y la innovación.

¹⁷ Respecto al concepto de “ciencia ciudadana” puede verse: Innerarity (2011) y Noveck (2017).

Gráfica 10. Escenarios del nivel de inserción de México a la sociedad y economía basadas en el conocimiento



Fuente: GIDE en proporción al PIB/ Flujo neto de IED (USD constantes)/ Gasto en educación terciaria como proporción del gasto público en educación (Cabrero, Carreón y Guajardo, 2020).

Sobre diseños institucionales alternativos para conducir la política de CTI en el futuro inmediato

La conducción de una política pública y su efectividad depende en gran medida de la orientación general de la misma, así como de los instrumentos asociados a dicha política, pero sin duda su viabilidad va a depender de la cantidad de recursos técnicos, presupuestales, humanos y legales que se inviertan en su ejecución. Además, la voluntad de los actores políticos que respalden ese esfuerzo será determinante. Sin embargo, todo lo anterior queda en buena parte condicionado al diseño institucional y organizacional que se proponga para poner en marcha la acción de todos los elementos ya mencionados. Es el diseño institucional el que permite que las diversas variables desplieguen todo su potencial y generen los equilibrios de flexibilidad y normatividad necesarios para acometer las tareas del sector. Por ello, es muy importante

tener en cuenta qué diseño sería el más conveniente para llevar a cabo la política de CTI en el México de hoy, y de cara al futuro.

En anteriores análisis (Cabrero, Valadés y López Ayllón, 2006), se reconocía que la ley de CTI del 2002 claramente había impulsado a la política de CTI para que dejara de ser una política sólo gubernamental y centralizada, y transitara hacia una verdadera política pública, con participación activa de actores no sólo gubernamentales sino también no gubernamentales, tales como: la comunidad científica y tecnológica, comunidades empresariales, de consejos de ciencia de las entidades federativas, así como del sistema universitario, todo ello a través del Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Además, ese espíritu público y abierto en la hechura de la política se plasmaba también en la práctica en constantes invitaciones a actores diversos del sector en la Junta de Gobierno del CONACYT, y en el Consejo General de CTI. Ese diseño intentaba configurar gradualmente una “política de Estado” en el sector, es decir, evitar una política que diera giros inesperados sexenales, intentaba más bien promover que se fueran alineando un conjunto de actores (*policy network*)¹⁸ hacia una política pública institucionalizada y con una visión de largo plazo. Posiblemente el mejor momento que vivió ese diseño institucional fue en el año 2012, año en el que un documento elaborado por un conjunto de actores de las comunidades asociadas a la CTI y convocados por la UNAM, constituyó la base fundamental del Programa Especial de CTI del sexenio 2012-2018.¹⁹

¹⁸ El concepto de *policy network* hace referencia a una red integrada por un conjunto de actores gubernamentales y no gubernamentales que convergen en la orientación de una política pública y a la vez protegen dicha visión de interferencias políticas y de intereses privados con intenciones de “capturar” la política pública en cuestión. Al respecto véanse: Marin y Mayntz (1991) y LeGalès y Tatcher (1995).

¹⁹ El documento “Hacia una Agenda Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación” (2012) firmado por más de sesenta instituciones fue la base del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación del CONACYT (2013).

Sin embargo, a la luz del actual sexenio en curso, queda claro que dicho diseño institucional era demasiado frágil, y que bastó con un gobierno con un enfoque radicalmente diferente para que se diera marcha atrás con lo avanzado y se iniciara un proceso de recentralización de la política, concentrando la totalidad de la toma de decisiones en el gobierno en turno y se procediera además a desvincular a los actores no gubernamentales que venían participando activamente en la hechura de la política. Incluso se promovió la desaparición del Foro Consultivo a través de litigios judiciales. Pero más allá de lo absurdo de esta visión y del proceder de las autoridades del sector, lo que debe interesar para este análisis es constatar la debilidad del diseño institucional que se había adoptado.

Pareciera evidente que el *nivel de autonomía* de la entidad que conduzca la política de CTI es una variable fundamental. El nivel de autonomía sin duda permitirá insistir en una visión de largo plazo en el sector, la cual es un ingrediente muy importante para que nuestro país pueda transitar hacia una sociedad y economía basadas en el conocimiento. Por otra parte, es claro que el *nivel de profesionalización* con el que opere la agencia responsable es otra variable muy importante. Es notorio que la situación que se ha vivido en el actual sexenio se caracteriza por haber desmantelado la institución retirando los cuadros directivos y administrativos que tenían ya un conocimiento acumulado, un nivel de experiencia adquirida en procesos de decisión relacionados a la evaluación, y un entendimiento del diseño y organización de los proyectos en los diversos campos del conocimiento. Se requiere también que la agencia responsable de la CTI promueva y consolide un servicio profesional de carrera de sus mandos medios y directivos, para garantizar una continuidad en la visión y operación cotidiana de la gestión de la ciencia.

¿Qué alternativas de diseño institucional se pueden analizar? Con la idea de simplificar la reflexión, se proponen tres alternativas:

Alternativa 1. *Rescate y consolidación del CONACYT*. Esta alternativa de diseño institucional buscaría “rescatar” al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, esto es, recuperar su diseño anterior, reintegrar la red de la política de CTI que se había logrado configurar, restaurar el Foro Consultivo o un espacio institucional similar que fuera el vehículo de la participación de las comunidades del sector, y reestablecer la dinámica de trabajo con entidades federativas, universidades, empresas, y estudiantes, a partir de una reorganización de los mecanismos de colaboración, financiamiento y definición de las prioridades del sector. Habría también que buscar recuperar un instrumento estratégico de la política que eran los fideicomisos, único mecanismo administrativo posible para darle un horizonte plurianual a algunos financiamientos a la investigación. Se trataría, en suma, de “reparar el daño” hecho al sector y a la institución rectora de la política en el actual sexenio. Las dificultades de esta alternativa serían de carácter político, claramente dar marcha atrás a una acción del gobierno actual, por más absurda e ineficaz que esta haya sido, no parecería fácil de operar, aunque habría que generar los consensos para lograrlo. Por otra parte, sería necesario desde el ámbito legislativo reponer una legislación adecuada al resurgimiento de la política de CTI.

Alternativa 2. *Transitar hacia una Secretaría de Estado*. Se ha hablado mucho desde hace varios años de esta alternativa como una manera de “subir” estratégicamente la política de CTI al más alto nivel de las decisiones del Ejecutivo en turno. En otros países alternativas como ésta han surgido en diversos momentos con resultados ambivalentes. Incluso algunas entidades federativas de nuestro país han

adoptado este diseño, en ocasiones absorbiendo al consejo estatal de CTI (casos de Guanajuato y de Yucatán), en otros dejando aparte al consejo estatal con la idea de facilitar el manejo presupuestal y financiero de la CTI (caso de Jalisco). Las ventajas de esta alternativa son claras, en principio un mayor peso político y capacidad de influencia en el nivel del poder Ejecutivo. Sin embargo, los riesgos constituyen también un contrapeso importante: ¿se puede dar una sobre politización del sector CTI?, ¿el nombramiento de un titular de perfil político, con la idea de cumplir compromisos de esa índole por parte del Ejecutivo? Éste particularmente ha sido un problema a decir de países que han adoptado esta estrategia en algún momento, como ha sido el caso de Brasil. En la operación también surgen riesgos inherentes a toda secretaría de Estado: un ejercicio presupuestal más rígido al formar parte de la administración centralizada del gobierno federal; una mayor dependencia normativa de la administración central establecida por la Ley Orgánica de la Administración Pública; dificultades del estatuto de servidores públicos para avanzar a un sistema profesional de carrera (la única excepción hasta ahora ha sido la Secretaría de Relaciones Exteriores). Por otra parte, un dilema importante a resolver en esta alternativa sería la inclusión o no de la educación superior además de la CTI. Temáticamente parecería lógico integrar ambas agendas en una sola secretaría, sin duda la investigación científica y el desarrollo tecnológico tienen una cercanía natural con los procesos de enseñanza aprendizaje del nivel superior, particularmente en el nivel del posgrado. Además, es en las universidades donde se desarrolla la mayor parte de la investigación en nuestro país. Sin embargo, hay que recordar que el espíritu de la ley del 2002 justamente era la separación de la CTI en un sector propio para evitar interferencias de otras agendas de política pública como son las del sector educativo, es a partir de esa ley que el CONACYT pasó a ser un

organismo no sectorizado que dependiera directamente del Ejecutivo en turno y no más de la Secretaría de Educación Pública, la cual en general está muy ocupada de los pormenores del sistema educativo del país en todos sus niveles, se buscaba así un sector “exclusivamente concentrado” en la CTI.

Alternativa 3. Creación de la Fundación Mexicana para la CTI. Una tercera alternativa sería la creación de una nueva agencia responsable de la CTI con características diferentes. La idea es la creación de un Organismo Constitucional Autónomo, lo cual daría una autonomía muy importante en su funcionamiento, instrumentos de política, mecanismos de financiamiento y flexibilidad en su operación, además de plenas posibilidades para profesionalizar la gestión de la CTI del país y tener una visión de largo plazo. Siguiendo en parte el diseño de la *National Science Foundation* (NSF) de Estado Unidos, se podrían pensar ajustes convenientes para el caso mexicano. En la NSF el director es nombrado por el Ejecutivo y ratificado por el Senado, en el caso mexicano se podría pensar en un nombramiento a partir de una terna propuesta por el Consejo Directivo de la Fundación. En el caso de la NSF dicho Consejo está integrado por 24 miembros y cada dos años se renueva la tercera parte, para el caso mexicano se podría pensar en periodos un poco más largos para la renovación, posiblemente de cuatro años, además el nombramiento del director podría pensarse ya sea para periodos de ocho años, o para periodos sexenales pero no calendarizados con el gobierno en turno. La NSF se caracteriza por una alta profesionalización de su personal, así como por un manejo bastante autónomo de sus finanzas institucionales, estas ventajas habría que reproducirlas para el caso mexicano. Cabe mencionar que el presupuesto en el caso de EE. UU se integra en su mayor parte por asignación gubernamental, aunque también

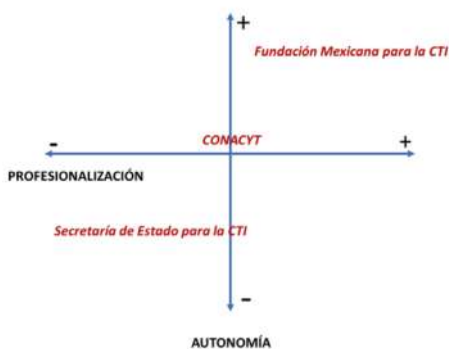
se integra por aportaciones privadas, internacionales y donativos diversos. En México existen ya organismos con mezclas financieras interesantes como es el caso del Infonavit, con aportaciones del gobierno federal así como del sector privado de la construcción. Las funciones de la NSF son: el financiamiento de la investigación, de laboratorios y centros de investigación, el apoyo a la educación mediante becas y financiamiento de estancias, la promoción de la cooperación científica y tecnológica a nivel internacional, y la comunicación y divulgación de la ciencia y el conocimiento. Como se puede ver, algo parecido a la labor que el CONACYT había venido desarrollando en nuestro país, sin embargo, con un nivel de autonomía muy superior, y con la posibilidad de diversificar el financiamiento del sector. Sin duda un problema de esta alternativa sería la de pasar por una reforma constitucional, aunque eso dependerá de la conformación del poder legislativo en la siguiente legislatura.

Como se puede ver, las tres alternativas mencionadas tienen aspectos positivos y riesgos inherentes, habrá que desarrollar en detalle cada una de ellas con un plan de acción asociado, para poderlas poner en marcha en un momento determinado. Con el fin de ubicarlas de acuerdo a las dos variables mencionadas, y algunas características de cada una, se presenta la siguiente tabla de análisis comparado.

Tabla comparativa de alternativas de diseño institucional para la CTI

Alternativas y Características	1.Recuperación del CONACYT	2.Creación de la Secretaría de CTI	3.Creación de la Fundación de CTI
Nivel de autonomía	<i>Medio</i> (organismo descentralizado)	<i>Bajo</i> (Administración Centralizada)	<i>Alto</i> (Organismo Constitucional Autónomo)
Nivel posible de profesionalización	<i>Medio</i> (contrato colectivo paraestatal)	<i>Bajo</i> (movilidad sexenal)	<i>Alto</i> (servicio profesional de carrera)
Tipo de reformas legales	- Nueva ley - Reinstalación de Foro Consultivo	- Nueva ley - Nuevo diseño institucional	- Nueva ley (reforma constit.) - Nuevo diseño
Horizonte presupuestal	<i>Mediano plazo</i> Con fideicomisos	<i>Corto y mediano plazo.</i> Horizonte anual y sexenal	<i>Largo plazo</i> con fideicomisos y fuentes diversas
Peso político	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>
Riesgo de politización de CTI	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>	<i>Bajo</i>

Gráfico de posicionamiento de las alternativas de diseño institucional



Comentarios finales

Sin duda el reto nacional para insertarse en la sociedad del conocimiento es enorme y México se encuentra en una situación frágil, como se ha visto a lo largo de esta reflexión. El trayecto hacia el futuro irá marginando a países que no sean capaces de insertarse en el bloque de países

de “alto aprendizaje”, que avancen de forma sostenida en las capacidades de generar conocimiento, adaptarse al cambio tecnológico, desplegar habilidades para la innovación, y fortalecer el talento humano de sus sociedades. Las tendencias inerciales que se observan y que se proyectan en nuestro país no permitirían esa transición. Parecería que el “éxito” como país emergente manufacturero, con mano de obra accesible, y con capacidad de exportación, nos impide ver el cambio en las variables clave del mundo que ha iniciado hace ya algunos años. Es claro que México debe corregir tendencias urgentemente y construir una agenda de políticas públicas asociadas a la ciencia, tecnología e innovación, que ya son y cada vez más serán las palancas para el desarrollo, el progreso y el bienestar social. La infraestructura nacional por lo que se refiere a las universidades, centros de investigación, empresas innovadoras, capital humano altamente calificado, constituyen una plataforma muy importante. Buena parte de los ingredientes necesarios están ahí, sin embargo, están fragmentados, desarticulados, y con una ausencia de proyecto nacional, sin una agenda de políticas públicas clara, sin visión de futuro.

La construcción de un proyecto nacional para la inserción en la sociedad y economía basadas en el conocimiento tomará tiempo y éste es un recurso escaso en el mundo de hoy. Se requiere mucho diálogo, una visión de largo plazo (muy ausente en México), reformas institucionales diversas, concentrarse en la calidad de la educación y formación de capital humano altamente calificado, e identificar las áreas de oportunidad que cada sector de actividad, que cada región, que cada ciudad, pueda desarrollar y encontrar un lugar viable en la reconfiguración actual.

Es necesario ampliar la reflexión sobre los futuros escenarios que se le presentan a México, dependiendo del esfuerzo que se haga por transitar hacia una sociedad basada en el conocimiento, el cambio y la innovación. No cabe duda que la política de CTI debe ocupar un

lugar estratégico para el desarrollo nacional en las próximas décadas, sin embargo, nos encontramos en una posición frágil, con rezagos graves, y sin una convergencia clara de voluntades hacia un proyecto de largo plazo. Por ello, es necesario pensar en los cambios institucionales que en el corto plazo se deben promover para estar en condiciones de avanzar con claridad de rumbo y con una estrategia manifiesta en torno a la CTI. Es urgente que los actores involucrados en este sector y los gobiernos en turno construyamos una agenda común, más allá de las diferencias políticas y preferencias personales, ¿estaremos a la altura del reto?

Bibliografía

- Bell, D. (1973). *The Coming Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*, Basic Books.
- Cabrero, E, V. Carreón y M. Guajardo (2020). *México frente a la sociedad del conocimiento. La difícil transición* Siglo XXI Editores-CIDE.
- Cabrero, E, D. Valadés y S. López Ayllón (2006). *El diseño institucional de la política de ciencia y tecnología en México*, UNAM-CIDE.
- Cabrero, E. y P. de los Cobos (2021). “Las capacidades de innovación regional como elemento clave en la construcción de un Federalismo Responsable”, Documento de Trabajo, Konrad Adenauer Stiftung-CIDE.
- Canales, A. (2011). *La política científica y tecnológica en México*, M. A. Porrúa-ISSUE UNAM.
- Cárdenas, S, E. Cabrero y D. Arellano (2012). *La difícil vinculación universidad-empresa en México ¿Hacia la construcción de la triple hélice?* CIDE.
- Castells, M. (1997). *La era de la información: economía, sociedad y cultura*, Alianza Editorial.
- CONACYT (2013). *Agenda de innovación de Jalisco*, Ed. CONACYT-Gobierno de la República.
- _____. (2017). *Resultados y casos de éxito del PEI*, CONACYT-Gobierno de la República.

- Chistensen, C., E. Ojomo y K. Dillon (2019). *La paradoja de la prosperidad. Cómo la innovación puede sacar a las naciones de la pobreza* Ed. Harper Collins.
- Drucker, P. (1969). *The Age of Discontinuity: Guidelines to our changing society*, Ed. Harper & Row Publishers.
- Eliasson, G. (2000). “La política industrial, los bloques de competencia y la función de la ciencia en el desarrollo económico. Una teoría institucional de la política industrial” en: OCDE, *La administración del conocimiento en la sociedad del aprendizaje*, OCDE/Mayol Ediciones.
- Etzkowits, H, y L. Leydesdorff (1997). *Universities and the global knowledge economy: a triple hélix of university-industry-government relations*, Cassel Academic.
- Harari, Y. N. (2019). *21 lecciones para el siglo XXI*, Penguin Random House, Debate.
- Innerarity, D. (2011). *La democracia del conocimiento: Por una sociedad inteligente*, Espasa Libros.
- Instituto Mexicano para la Competitividad (2006 al 2023). Índices de competitividad estatal y urbana, Ed. IMCO.
- Kahn, H. y A. J. Wiener (1967). *The Year 2000: A Framework Speculation on the Next Thirty-Three Years*, Nueva York.
- LeGalés, P. y M. Tatcher (1995). *Les réseaux de politique publique* L’Harmattan.
- Licha, I. (2000). “La construcción de escenarios: herramientas de la gerencia social. Importancia del método de escenarios para la gerencia social” <http://ibcm.blog.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/28/2018/04/Licha-2000.pdf>.
- López Portillo, J. R. (2018). *La gran transición: Retos y oportunidades del cambio tecnológico exponencial*, FCE.
- Loyola, R. y J. Zubieta (2020). *Vaivenes entre innovación y ciencia. La política de CTI en México 2012-2018*, Ed. UNAM.
- Marin, B. y R. Mayntz (1991). *Policy Networks: Empirical Evidence and Theoretical Considerations*, Main Campus, Frankfurt.

- Mazzucato, M. (2022). *El Estado Emprendedor. La oposición público vs. privado y sus mitos*. Penguin Random House.
- Stiglitz, J, y B. Greenwald (2014). *La creación de una sociedad del aprendizaje*, Ediciones Culturales Paidós.
- UNAM y varias instituciones (2012). *Hacia una Agenda Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación* Ed. C.U.
- Valderrama, B. (2021). *360 grados. Una visión panorámica de la política científica en México 1985-2019*, M. A. Porrúa Editores.

Del desmantelamiento a la reconstrucción del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación

Gabriela Dutrénit
Martín Puchet
Julia Tagüeña

*Frente al pesimismo de la inteligencia,
el optimismo de la voluntad*
Antonio Gramsci¹

1. Introducción

En México vivimos tiempos de cambios, eso demanda tener una valoración de dónde estamos y a dónde queremos llegar. Con relación al sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), queremos un sistema fortalecido, que contribuya al desarrollo sostenible de México en términos económicos, sociales y ambientales. Eso requiere un marco institucional, una política de CTI y una gobernanza que coadyube a lograr ese objetivo. Respecto al dónde estamos, si bien veníamos avanzando lentamente, gradualmente desde la creación de CONACYT en 1970, hoy se observa un estancamiento de ese proceso, más aún, un retroceso

* Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco.

** Facultad de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México.

*** Instituto de Energías Renovables, Centro de Ciencias de la Complejidad, Universidad Nacional Autónoma de México.

¹ Gramsci, A., “Discorso agli anarchici”, 3-10 Aprile 1920 - L'Ordine Nuovo, Einaudi, Torino, 1954. pp. 396-397; 399; 401.

asociado al desmantelamiento de las instituciones y el marco regulatorio construido también gradualmente.

Seguimos sin resolver como país nuestras enormes desigualdades económicas y sociales. No solamente no hemos aprovechado a la CTI para una estrategia de desarrollo sostenible, sino que las políticas recientes en esta área han sido de un claro retroceso en prácticamente todos los rubros (*Signos Vitales*, 2023). El presupuesto se ha reducido a un mínimo histórico; se eliminaron los fideicomisos que permitían la investigación multianual sin periodos de interrupción cada año y se definieron temas rígidos de investigación; se redujo enormemente el número de becas de posgrado, particularmente hacia el exterior; se han cerrado las posibilidades de muchos jóvenes científicos; se disminuyeron los apoyos a actividades tanto de difusión como de divulgación y se cancelaron apoyos a asociaciones científicas y tecnológicas gremiales; se eliminó la política de innovación sin lograr ningún resultado tecnológico de los prometidos. Además, en una clara violación de los derechos humanos, se creó un ambiente de descalificación y persecución a la comunidad científica. En el tema legal, en abril del 2023 se aprobó una Ley general de Humanidades, Ciencias, Tecnología e Innovación, la cual va contra la letra y el espíritu de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En concordancia con esta Ley, se han ido desmantelando instituciones del sistema de CTI, particularmente los Centros Públicos de Investigación. En resumen, el nuevo CONAHCYT logró desarticular el sistema de CTI.

En un texto anterior denominamos a esta situación como una de un desmantelamiento y llamamos a movernos "... hacia la reforma integral del sistema de ciencia, tecnología e innovación" (Dutrénit, Puchet y Tagüeña, 2024). Nos han dicho que incluir en el título de nuestro texto ese término da al lector una sensación negativa y desalentadora. Sin embargo, lo importante es unirlo a la siguiente idea. Cuando en las sociedades o los estados se generan procesos arbitrarios de sustitución

de reglas, de dilución inesperada de procedimientos técnicos largamente experimentados, de disminución drástica de recursos para algunas finalidades relevantes, se suele identificar esta avalancha como una destrucción. El economista austríaco Joseph Schumpeter acuñó la expresión “destrucción creadora”² para identificar los efectos de la competencia por medio de la introducción de innovaciones radicales que generan procesos arbitrarios como los enunciados arriba. Schumpeter, como pionero de la teoría de la innovación, pensó que esas fases de destrucción tenían esa contracara de creatividad en tanto las personas, sean éstas individuales o colectivas, buscaban adaptarse a lo ocurrido para arribar a nuevas fases de desarrollo. Este trabajo se inscribe en este enfoque positivo de reconstrucción que, viendo hacia el futuro de México, aliente la recuperación y estimule el crecimiento de las actividades de CTI. El futuro sólo será promisorio si incluye una política de apoyo a la CTI.

El objetivo de este capítulo es reseñar los diferentes frentes en que se ha dado el desmantelamiento del sistema de CTI y, a la vez, proponer un conjunto de ideas para la reconstrucción institucional, los marcos regulatorios conexos y las políticas de CTI, de forma que las actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación florezcan en el siguiente cuarto de siglo.

El contenido del capítulo, a continuación de esta introducción, se organiza de la siguiente manera: el segundo apartado sintetiza los elementos de la ruptura del marco institucional, el tercero condensa los datos más alarmantes referidos a la puesta en práctica de una errática política de CTI, el cuarto ilustra la carencia de un marco analítico reconocido por la comunidad de los estudios de CTI en la formulación de la actual política de CTI, el quinto propone un nuevo organismo rector de la política de CTI y sus instancias operativas, y el sexto y último reflexiona brevemente sobre el futuro mexicano de la CTI.

² Vid Schumpeter, 1983, p. 121.

2. La ruptura del marco institucional: la Ley de HCTI

Recién iniciado el sexenio, apareció sorpresivamente en la cámara de Senadores, presentada por la senadora de Tlaxcala Ana Lilia Rivera, un proyecto de ley de Ciencia y Tecnología³ que tenía los mismos elementos autoritarios y centralistas de la propuesta que terminó aprobándose en el Congreso de la Unión. El Foro Consultivo Científico y Tecnológico alertó, en aquel momento inaugural, a la comunidad académica y ésta se opuso terminantemente. Esa ley primigenia sigue ahora en un cajón de la Cámara y el Foro fue destruido y perseguido, en la persona de algunos de sus miembros, por representar en esa circunstancia a la comunidad de CTI.

El argumento para detener la iniciativa de ley que expuso el Foro fue que no había habido ninguna consulta. Cuatro años después, con cientos de consultas no escuchadas, se aprueba la ley con esencialmente los mismos controles que la de principios de 2019, pero con textos aparentemente democráticos, muy hábilmente manejados.

Un hecho fundamental que abrió la puerta a que se propusiera la necesidad de emitir una nueva Ley fue, en mayo de 2019, la reforma constitucional del inciso V del artículo 3° de la Constitución. Este inciso introdujo un derecho humano según la siguiente formulación:

Toda persona tiene derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica.

El mismo inciso V del artículo 3° define la materia de la ley general. Esta materia se sintetiza en las obligaciones que el Estado asume con la finalidad de que existan las condiciones para satisfacer el derecho humano instituido constitucionalmente. Estos compromisos se expresan así:

³ Vid Puchet (2019).

[...] apoyará la investigación e innovación científica, humanística y tecnológica, y garantizará el acceso abierto a la información que se derive de ella, [...] y [...] alentará el fortalecimiento y difusión de nuestra cultura.

La presencia de estos compromisos obliga al Congreso a hacer una ley general de ciencia, tecnología e innovación que cumpla con otros mandatos estipulados tanto en los incisos V y VII del artículo 3° como en el inciso XXIX-F del artículo 73 constitucional.

La iniciativa enviada por el poder ejecutivo federal y aprobada en 2023 por el poder legislativo es la ley general en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI), en lugar de la ley de ciencia, tecnología e innovación que se introdujo en la reforma a la Constitución, y está estipulada en ella.

La inclusión de las humanidades y el plural en ciencias y tecnologías cambia el texto constitucional. No se trata solamente de una diferencia de palabras, pues hay humanidades como la literatura que no son ciencias humanas. Desde el punto de vista jurídico, la LGHCTI norma parcialmente a la cultura y las artes cuyas actividades se rigen por otras leyes, sin preocuparse por la concordancia y consistencia legales.

La LGHCTI en sus primeros artículos va alterando el texto constitucional. Por ejemplo, el derecho constitucional "... de gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica" se convierte en el Art. 2 de la LGHCTI en el siguiente texto: "Toda persona, de forma individual y colectiva, tiene derecho a participar y acceder al progreso humanístico, científico y tecnológico, así como a gozar de sus beneficios sociales". Claramente tener o poseer el goce de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica no es lo mismo que tener el derecho a participar y acceder al progreso humanístico, científico y tecnológico de la humanidad. Esta diferencia que parece sutil es en realidad un cambio ideológico importante.

Las personas deben de tener constitucionalmente las condiciones para disfrutar de los beneficios que generan la ciencia y la tecnología no el derecho de estar inmersos en el progreso, que es un proceso general que comprende a la humanidad en conjunto y del cual sus beneficios sociales no son fácilmente identificables. Es así como unos beneficios tangibles: aquellos que surgen de dos actividades concretas como son el desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica se convierten en unos beneficios sociales del progreso que son inespecíficos e inaprensibles.

Hay otros muchos detalles más de la LGHCTI que atentan contra el estado de derecho y la democracia constitucional vigente en México, pues no sólo se afecta el disfrute del derecho humano que está obligada a proteger, sino que crea un amplio margen de discrecionalidad para las autoridades gubernamentales en turno. En fechas próximas, la Suprema Corte de Justicia de la Nación podría declarar a la LGHCTI anticonstitucional, lo que permitirá ir hacia una nueva ley que proteja la libertad académica y de investigación como estipula nuestra Constitución. También la nueva Ley deberá de respetar la autonomía de las entidades públicas de educación superior, así como la participación de las comunidades inmersas en las actividades y decisiones de CTI, además de reconocer que somos una federación y que las normas en la materia de CTI también deben respetar las competencias de las entidades federativas.

La ley de Ciencia y Tecnología de 2002 tuvo visión de futuro y respondió a los cambios de CTI en el mundo en la medida que el siglo XXI trajo nuevas tecnologías digitales y miradas multi e interdisciplinarias. Esa ley cumplió con su papel de generar normas para una promoción y un fomento amplios y estratégicos de la CTI. Sin embargo, hoy la realidad es otra y aquella ley es obsoleta.

No se trata de volver a principios de siglo, tenemos que buscar nuevos esquemas y mecanismos. Por supuesto, preservemos lo que sabemos que funcionó, pero hay que atreverse a ir más allá, a ser creativos. Hoy tenemos un mundo que busca ser incluyente y participativo,

donde hay inteligencia artificial, robots y viajes al espacio con la idea de colonizar. Al mismo tiempo, estamos ante una amenaza real de extinción de la humanidad por el cambio climático y existe entonces el gran reto de mitigarlo y de caminar hacia la sustentabilidad. La ley de CTI de 2025 también debe de dar esperanza a los jóvenes que se asoman a ese mundo promisorio y peligroso para la humanidad; esa es hoy nuestra responsabilidad.

3. Algunos datos alarmantes⁴

La contracción del presupuesto

Es imposible desarrollar la CTI si el gobierno no le asigna recursos económicos de forma sostenida. Este es un problema histórico en México. Como se ha mencionado muchas veces, a diferencia de países que han avanzado en su desarrollo como Corea del Sur, Singapur, China o Irlanda, entre otros, y que han invertido niveles superiores al 1% del PIB en CTI, en México sólo hemos llegado cerca del 0.5% en 2010.⁵ Después de la aprobación de la Ley de Ciencia y Tecnología en 2002, se avanzó en el desarrollo del sistema de CTI mediante programas y mecanismos para ejercer financiamientos multianuales. Se introdujeron los fondos –sectoriales, mixtos e institucionales– y éstos se operaron a través de fideicomisos, con un diseño definido de Comisiones Técnico-Administrativas. La ciencia requiere de recursos más allá del año fiscal y los fideicomisos permitieron manejar convocatorias multianuales sin interrupciones en la provisión de fondos. En noviembre de 2020 todos los fondos fueron eliminados, y con ello los fideicomisos, que era el mecanismo a través del cual éstos operaban. Los recursos de los fideicomisos fueron extraídos y transferidos a otros proyectos del gobierno federal, alejados de la CTI. Es

⁴ Dutrénit, Puchet y Tagüeña (2024) analizan con más detalles el desempeño.

⁵ Fuente: *Signos vitales* (2023) con datos del Banco Mundial.

claro que no se puede hacer investigación cerrando los laboratorios en noviembre-diciembre para abrirlos en febrero-marzo, tiene que haber financiamiento multianual ininterrumpido como el que proveía el mecanismo de los fideicomisos.

Al reducirse dramáticamente el presupuesto en CTI se ha incrementado el porcentaje del total asignado a becas y a estímulos de investigadoras e investigadores; este rubro pasó de representar el 38.8% del total presupuestado en CONACYT al 71% y el financiamiento a la investigación se ha reducido dramáticamente del 14.3% al 5.0% al mismo tiempo que los recursos para la infraestructura científica han prácticamente desaparecido del presupuesto junto con los destinados a la innovación. El propio financiamiento total presupuestado para el ramo 38, el correspondiente al CONACYT, ha caído. Ahora tenemos una débil política científica con una política tecnológica sin peso alguno y una política de innovación desaparecida.⁶

Independientemente del organismo que se escoja para orientar al sistema de CTI, se debe asegurar al menos un nivel de Gasto en Investigación y Desarrollo Experimental (GIDE) que represente el 1% del PIB o al menos el 2% del PEF.⁷

La negación del papel de la innovación

Hay muchas evidencias de que la ciencia y la tecnología favorecen el desarrollo económico de los países, pero este impacto positivo requiere también innovación como parte del sistema.

El CONACYT creado en 1970 tuvo un enfoque más orientado hacia la ciencia. En los años ochenta se exploró con instrumentos de apoyo al desarrollo tecnológico, a través de fondos sectoriales, y desde los noventa con algunos instrumentos de apoyo a la innovación. Esta trayectoria se mantuvo en las dos primeras décadas del presente siglo. Se siguió

⁶ SHCP, PEF de varios años.

⁷ Se toma la propuesta de la Red ProCienciaMx.

un camino gradual de fomento a la innovación que permitió, con correcciones, aprender algunas lecciones. Pero desde 2018 lejos de avanzar a partir de las experiencias realizadas prácticamente se eliminaron todos los apoyos a la innovación empresarial, se detuvo la experimentación de políticas. Además, ha habido un discurso descalificador, con cifras manipuladas, ignorando que también las empresas invertían en estos proyectos de colaboración y que sobre todo se apoyó a empresas mexicanas.

Uno de los programas que más perduró a través de diferentes administraciones fue el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI), un apoyo directo a la innovación, que se implementó durante 2009-2018. El PEI exigía fondos concurrentes de las empresas, así como actividades de vinculación de las universidades, centros públicos de investigación o institutos tecnológicos con las empresas.

El PEI evolucionó hacia tres modalidades que atendían a diferentes tipos de empresa y avances en las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) e innovación (INNOVAPYME, INNOVATEC, PROINNOVA). Este instrumento de política condujo a que se incrementara el porcentaje de beneficiarios MIPYMES, de tal forma que entre 2014 y 2018 el 70% de los proyectos se destinó hacia estas empresas. También, en el mismo periodo, el 90% de los beneficiarios fueron empresas de capital nacional y sólo el 10% fueron empresas de capital extranjero.⁸ El apoyo de la REDNACECYT (Red de Consejos Estatales de CTI) contribuyó mucho a la promoción regional de la innovación.

Desde el 2021 no tenemos un instrumento de apoyo a la innovación. Sólo se exploró brevemente con el nuevo “Programa Estratégico Nacional de Tecnología e Innovación Abierta”, cuya convocatoria se hizo en 2019. Hay que diseñar nuevos instrumentos de apoyo a la I+D que tome en cuenta la digitalización, la sustentabilidad y la contratación de

⁸ Informes de autoevaluación de CONACYT, varios años.

jóvenes científicos y tecnólogos. Es importante diseñar instrumentos de atracción de centros técnicos de empresas multinacionales, dirigidos particularmente hacia aquellas que son atraídas por las estrategias de *nearshoring*.

La confrontación de la ciencia básica con la atención a problemas nacionales

Cuando nació el CONACYT en 1970, el programa de apoyo a la Ciencia Básica con la Secretaría de Educación Pública fue clave para el desarrollo de la ciencia en nuestro país. El éxito de la convocatoria de ciencia básica fue un antecedente para el modelo a los fondos sectoriales, introducido por la ley de Ciencia y Tecnología del 2002. Este programa se basaba en fideicomisos constituidos entre las dependencias y entidades de la administración pública federal (APF) junto con CONACYT para destinar recursos para la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Existieron cerca de 30 fondos sectoriales. Todos ellos permitían investigación multianual sin interrupción de la provisión de fondos. Tanto el fideicomiso de ciencia básica que fue el pionero como los otros sectoriales jugaron un papel relevante en el desarrollo científico hasta su reciente desaparición. Sería muy importante crear un método por el que todas las partes de la APF tuvieran que invertir en investigación científica y tecnológica, porque la CTI es transversal a todas las Secretarías de Estado.

En el periodo 2013-2018 se crearon dos programas para respaldar a los fondos sectoriales: el de “Investigación en Fronteras de la Ciencia”, y el de “Proyectos de Desarrollo Científico para Atender Problemas Nacionales”. El primero apoyaba proyectos que generaran conocimiento científico de vanguardia. El segundo apoyaba proyectos científicos que utilizaban el conocimiento de una forma novedosa para atender un problema nacional identificado y, a la vez, proponían soluciones con impacto social para ser utilizadas en el desarrollo del país.

El nuevo CONAHCYT trató de continuar estos programas, pero con una visión centralizada, a través de los llamados Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES). La diferencia principal está en escuchar o no a la comunidad. En “Atención a Problemas Nacionales” los temas se definían mediante la participación de la comunidad, en los PRONACES los temas están seleccionados por un grupo muy reducido de personas. Seguramente algunos de los temas escogidos así son pertinentes, pero la forma de hacerlo no lo es. Es importante que el nuevo órgano rector de las actividades de CTI sí escuche a la comunidad y establezca diálogos que respeten los requerimientos específicos de las entidades.

Con la meta de establecer un sistema realmente nacional, el CONACYT creó otros programas financiados a través de fideicomisos, los llamados Fondos Mixtos, con las entidades federativas, y el Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT). Estos fondos también fueron desaparecidos y muy criticados por la administración actual. Habrá que buscar algún mecanismo administrativo flexible para apoyar proyectos de largo aliento que realmente atiendan al país completo de forma descentralizada.

Los fondos sectoriales y los fondos mixtos no eran perfectos, pero contribuyeron a atender problemas identificados por medio de la participación de expertos y a reducir las brechas regionales. Se requieren nuevos mecanismos que tengan una asignación de fondos multianual ininterrumpida.

El descuido de los jóvenes

Con la creación de CONACYT en 1970, México atendió la formación de jóvenes por medio del programa de becas de posgrado y, posteriormente, logró retener los recursos formados mediante el Sistema Nacional de Investigadores desde la crisis de los años ochenta.

El programa de becas ha fomentado la obtención de los grados de maestría y de doctorado de decenas de miles de jóvenes. Si bien a lo largo

del tiempo se ha mantenido el número de becas de posgrado vigentes, desde 2018 se observa una caída de las becas al extranjero. Es sin duda fundamental para los jóvenes científicos crear redes internacionales y conocer otros sistemas científicos. Hoy este programa de becas al extranjero, según datos del propio CONAHCYT, está en una situación extrema. El porcentaje de las especialidades médicas de esa menor cantidad de becas al extranjero ha crecido en detrimento de las maestrías y doctorados tanto en medicina como en todas las otras ciencias. A su vez, lejos de diversificar los países de destino con reconocido prestigio en CTI para los que se otorgan becas, el programa se ha concentrado en un solo país, Cuba, donde ofrecen la formación en especialidades médicas.

Unida a la caída del número de becas está la falta de contrataciones. Esta falta de plazas ha generado un ambiente de desesperanza y la disminución del retorno de becarios al país. Tampoco el sector productivo contrata científicos. El programa de Cátedras CONACYT establecido en 2014 buscó remediar la falta de plazas y se generó una alternativa de contratación para los jóvenes doctores. Operó bajo el esquema de plazas de servidores públicos de carácter académico de CONACYT. Dicho esquema se sustituyó en septiembre del 2021 por el nuevo programa de Investigadoras e Investigadores por México que ha otorgado pocas plazas. Por otro lado, se continuó el programa de Estancias Posdoctorales, llamado hoy “por México”, que ha recibido más apoyo y cubre a lo sumo dos años de actividad de investigación. Para los jóvenes investigadores es fuente de fuerte incertidumbre no contar con plazas o tener opciones de estancias posdoctorales de corto alcance. También se suma incertidumbre en relación con el Sistema Nacional de Investigadores porque no se sabe si todos los nombramientos estarán acompañados por el estímulo económico correspondiente en virtud de la restricción presupuestal que puede tener dicho programa.

Más allá de revisar las políticas de becas y los continuos cambios realizados al reglamento del Sistema Nacional de Investigadores, si

no se aumenta el presupuesto dedicado a ciencia no se podrá buscar alternativas para asegurar la situación de los jóvenes ni de los investigadores establecidos, porque hoy casi todo el presupuesto asignado al CONAHCYT se concentra en Becas y estímulos en el hoy denominado Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores.

La desconexión con la CTI del mundo

La ciencia ha avanzado a través de la crítica y la participación de la comunidad científica global. Las revistas de investigación son internacionales, así como los congresos y las reuniones. Por eso es importante vincularnos con el exterior y retomar algún mecanismo equivalente al Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica, que permita a los investigadores en México acceder a las publicaciones más importantes del mundo. Además, la propia Constitución plantea, como ya mencionamos, que el Estado garantizará el acceso abierto a la información lo que implicará desarrollar una política editorial hacia la ciencia abierta.

Existen diversos programas y convocatorias internacionales que México podría aprovechar y no lo está haciendo, en particular aquellas sobre los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y el cambio climático. También hay acuerdos bilaterales y multilaterales que, por supuesto, requerirán de un mecanismo del tipo de un fideicomiso como el que existió entre los fondos sectoriales, en colaboración con la Secretaría de Relaciones Exteriores.

La Organización Europea para la Investigación Nuclear (CERN) tiene un super-colisionador de partículas que es un anillo subterráneo de 7 kilómetros de circunferencia ubicado en la frontera entre Suiza y Francia donde se desarrollan numerosos experimentos en los que participan científicos mexicanos. Experimentos para entender el origen del universo y la composición de la materia que requieren innovación

tecnológica. Este es un ejemplo claro de la importancia de los grandes proyectos de colaboración de los que México no debe nunca estar fuera.

Por su parte, México tiene en el estado de Puebla dos grandes proyectos de infraestructura científica: el Gran Telescopio Milimétrico Alfonso Serrano (GTM) y el Observatorio de rayos gama High Altitude Water Cherenkov Observatory (HAWC). El GTM contó con la participación del CONACYT y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE), teniendo como socio a la Universidad de Massachusetts. Es parte del Event Horizon Telescope que sacó la primera foto de un hoyo negro y obtuvo la comprobación de un hoyo negro en el centro de la galaxia, motivo del premio Nobel de Física 2020. En el caso del HAWC que estudia el comportamiento de los rayos gamma para, por ejemplo, detectar las explosiones de supernovas, participan más de 30 instituciones mexicanas e internacionales. Entre éstas últimas se cuentan la NASA y el Instituto Max Planck de Alemania.

Recientemente el proyecto COLMENA,⁹ la primera misión de México a la Luna permite el desarrollo de robots y es parte de una nueva visión para explorar el espacio. No sólo desarrolla la tecnología y la innovación, sino que entrena a estudiantes de los niveles superiores de la UNAM, del IPN, de la UNACH y de escuelas preparatorias de la UNAM que han participado en algunos aspectos de la misión. Es financiado por CONACYT, UNAM y la Agencia Espacial Mexicana. Participar en los grandes programas internacionales de CTI debe de ser parte de la política internacional de nuestro país.

La despolarización de la CTI

Retomando la inclusión del derecho a la ciencia en nuestra Constitución, es la comunicación pública de la ciencia la que puede ayudar a lograr esta meta. A pesar de que México ha sido precursor de la divulgación de

⁹ <https://epistemia.nucleares.unam.mx/web?name=linx&page=56>

la ciencia, falta un gran camino que recorrer para tener una sociedad con cultura científica, que no acepte fácilmente las noticias falsas ni se deje manipular.

Desafortunadamente el CONAHCYT ha dejado de apoyar los programas nacionales de comunicación pública de la ciencia, como los Domingos en la Ciencia, las Olimpiadas científicas, la Semana Nacional de Ciencia y otras muchas otras actividades organizadas por las academias y sociedades científicas. Es necesario recuperar proyectos de popularización de la ciencia, pero también diseñar nuevos, que estén a la altura del mundo digital en que vivimos. Es importante unir, a la investigación en ciencia y la tecnología, su comunicación a la sociedad y establecer este compromiso en todas las convocatorias de proyectos de investigación. Hay que fomentar la profesionalización de los comunicadores de la ciencia y apoyar la investigación en esta área multidisciplinaria.

4. Una política de CTI sin rumbo

A nivel internacional los marcos analíticos de la política de CTI han evolucionado; actualmente se reconocen tres (Schot y Steinmuller, 2016 y 2018). El marco 1 es el modelo clásico, asociado a los orígenes de la política de CTI; está basado en la promoción de la I+D; emergió en los años sesenta del siglo pasado y prevaleció hasta los ochenta. El marco 2 se basa en el enfoque sistémico y emergió de la mano de la concepción de los sistemas nacionales de innovación. Este marco hizo que la política de CTI fomentara y fortaleciera los sistemas. Predominó desde la década de los ochenta hasta hoy. Finalmente, el nuevo marco 3 se asocia a la idea del cambio transformativo. Se vincula a los nuevos consensos sobre la importancia de la participación pública, los grandes desafíos sociales y ambientales y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. (Dutrénit, Puchet y Vera-Cruz, 2024).

México, al igual que la mayoría de los países de América Latina y El Caribe, ha seguido la tendencia internacional, pero con cierto rezago (Crespi y Dutrénit, 2014). El marco 1 predominó desde que se creó CONACYT en 1970 hasta inicios de los años noventa. El marco 2 se comenzó a incorporar a mediados de los noventa y, con más fuerza, al aprobarse la Ley de Promoción de la Investigación Científica y Tecnológica en 1999 y posteriormente la Ley de Ciencia y Tecnología en 2002. Los Programas Especiales de Ciencia, Tecnología e Innovación (PECITI) elaborados entre 2002 y 2018 tienen un enfoque sistémico y se basan en el marco 2. Desde la década del 2010 se han incorporado algunos instrumentos que se asocian al marco 3, como el “Programa de incorporación de mujeres indígenas a posgrados para el fortalecimiento regional” y el “Fomento a investigación orientada a problemas nacionales” con convocatorias de 2014-2018, y desde 2019 los “Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES)”.

El uso de estos marcos analíticos ha venido acompañado de actividades de experimentación, se han adaptado muchos instrumentos, como los estímulos fiscales a la I+D, y se han diseñado algunos novedosos como los fondos sectoriales y mixtos y el Programa de Estímulos a la Innovación (PEI). En México, al igual que en otros países, persiste una mezcla de instrumentos asociados a los tres marcos, con predominio de aquellos de los marcos 1 y 2.

La combinación de instrumentos (*policy mix*) en la administración 2018-2024 se ha simplificado y concentrado en pocos instrumentos que atienden pocos objetivos: becas, reconocimiento a personas investigadoras y presupuesto de los Centros Públicos de Investigación (Dutrénit, Puchet y Tagüeña, 2023).

Pero lo que es común desde los años setenta es la escasez de recursos asignados para las actividades de CTI. Los instrumentos han operado como estudios piloto, porque se han hecho pruebas, se han mejorado con el aprendizaje, pero no se han fondeado para tener un impacto más

fuerte tanto en la extensión y crecimiento de la CTI como en el desarrollo de México. Es urgente el incremento del presupuesto.

5. Hacia un nuevo organismo rector de la CTI

El CONAHCYT actual ha desmantelado el sistema de CTI que había sido el resultado de muchos años de lucha de la comunidad científica desde muy diversas ideologías. No se trata hoy de regresar al pasado sino de caminar hacia una propuesta propia del siglo XXI. La COP28 en Dubai 2023¹⁰ ha dejado claro el gran peligro de la humanidad frente al cambio climático y la necesidad de ir transformando el uso de la energía de los combustibles fósiles a las energías renovables. El organismo que sustituya al Consejo debe de considerar estos aspectos, utilizar los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en su planeación¹¹ y apoyarse en las comunidades de CTI. También deberá, a través de buenas actividades de comunicación pública de la ciencia, promover en la sociedad la cultura científica, sin olvidar la perspectiva de género y la participación comunitaria. Como hemos comentado, deberá tener financiamientos multianuales ininterrumpidos, además de comisiones evaluadoras de expertos y una gran transparencia en las decisiones tomadas. Aquí se propone, reconociendo las condiciones iniciales del desmantelamiento actual, iniciar un proceso que suponga una nueva fase que rescate y aprenda de los aciertos y busque nuevos caminos para el futuro.

La red ProCienciaMx propuso una reforma de la gobernanza del sistema de CTI. La propuesta plantea como una de sus seis estrategias: "Reformar el sistema de CTI para garantizar la libertad académica, la democracia y la autonomía". Para poner en práctica esta estrategia es prioritario: (i) redefinir el sistema de CTI como un conjunto autónomo,

¹⁰ <https://unfccc.int/es/cop28>

¹¹ <https://www.ods2030accionlocal.mx>

participativo y articulado de organizaciones y agencias del sector académico y de los sectores social, público y privado; (ii) reorganizar la administración pública federal (APF) tanto para la atención y promoción de la CTI como para la realización y ejecución de planes de CTI con una perspectiva de largo plazo; (iii) promover el establecimiento de estructuras de CTI en los estados de la República y, de forma coordinada, (iv) establecer las bases jurídicas, en los distintos órdenes de gobierno, que garanticen la libertad académica y el derecho a gozar de los beneficios de la investigación científica, humanística y tecnológica.¹²

El objetivo de “Reorganizar la administración pública federal para la atención y promoción de la CTI” tiene dos líneas de acción: i) crear una estructura federal de formulación y ejecución de la política de CTI, y ii) responsabilizar a todos los sectores de la administración pública federal de la inclusión y fomento de actividades de CTI. En términos de las instancias operativas se propone la creación de una secretaría de CTI del gobierno federal, la creación de dos agencias federales ejecutoras especializadas respectivamente en las políticas para la investigación científica, humanística y tecnológica, y en las políticas para la innovación, y la promoción en todas las entidades federativas de secretarías de CTI.

Esta propuesta tiene como primera condición y virtud: generar una gobernanza apegada estrictamente al estado de derecho y a la democracia constitucional. De ahí que se proponga crear una estructura federal de formulación y ejecución de la política de CTI que se atenga estrictamente a los principios de libertad académica, democracia y autonomía. Ello supone que las comunidades de CTI sean consideradas en concordancia con su derecho a la participación en las decisiones que las incumben, que las universidades y los órganos autónomos de los tres

¹² https://redprociencia.mx/wp-content/uploads/2023/12/Propuesta_estrategia_politica_CTI_29_11_2023-1.pdf

órdenes de gobierno que tengan relación con las actividades de CTI sean respetados plenamente en su autonomía y que las entidades federativas cumplan con sus facultades y atribuciones, respecto a las actividades de CTI, en el ámbito de sus respectivas competencias y sujetas a la observancia general de los derechos de participación y de autonomía que deben primar en toda la nación.

La eficacia de la gobernanza participativa y democrática que se propone reside en que la APF sea reformada para asumir transversalmente responsabilidades respecto a las actividades de CTI. La principal responsable de ese reordenamiento y de su puesta en práctica será la secretaría de estado de CTI que orientará y coordinará todas acciones de programación y presupuestación relativas a dichas actividades en el seno de la APF que sean necesarias para realizar la política nacional de CTI. La ejecución de los programas nacionales de CTI estarán a cargo de las dos agencias mencionadas, que operen como organismos descentralizados: una agencia para la promoción y el fomento de las actividades de investigación científica, tecnológica y humanística y otra para las mismas tareas respecto de las actividades de innovación.

La supervisión de las normas de eficiencia y transparencia de las políticas públicas de CTI se radicará en las entidades especializadas del poder legislativo y en los órganos autónomos que el estado mexicano tiene en la materia.

6. Reflexiones finales

El mundo actual está cambiando radicalmente por la aceleración en la producción de conocimiento, el crecimiento exponencial de las tecnologías asociadas a la inteligencia artificial, la digitalización y el uso de las redes informáticas para gestionar la vida cotidiana en medio de las transformaciones culturales que generan nuevas identidades de generaciones y personas. Al mismo tiempo, la humanidad comienza a sufrir los

límites que tiene la vida en el planeta: la degradación del medio ambiente y la biodiversidad, el cambio climático que causa inicuos desastres naturales y la desigualdad económica y social asociada con procesos de acumulación de recursos en pocas personas ajenos a una institucionalidad justa. Ese es el telón de fondo de los conflictos y los cambios en las colectividades humanas que vemos cotidianamente. La vulnerabilidad, la pobreza, la violencia, la insalubridad entre otras situaciones traumáticas debieran pensarse a la luz de las tendencias y las conmociones que viven quienes navegamos en el planeta Tierra.

En este entorno, México debe cambiar el cauce de su evolución incluyendo, en el conjunto de sus actividades culturales, sociales, políticas, económicas de sus sectores social, público y privado, el conocimiento necesario para guiar al país hacia el desarrollo sostenible. La investigación científica, tecnológica y humanística y la innovación tecnológica son empeños humanos que tienen la posibilidad de vislumbrar como modificar el curso del desarrollo nacional. El gran viraje que requiere el país tiene que sortear obstáculos de muy diversa índole, la CTI no es la panacea para orientar ese nuevo curso del desarrollo nacional, no obstante, sin su contribución no será posible.

El balance de la política de CTI que aquí se esbozó y la propuesta de cómo orientarla en estos nuevos tiempos son solamente una primera imagen de cómo alterar el cauce por el que han transitado las personas actoras de la CTI. Ahora hace falta la voluntad de todas para dialogar, destruir creativamente las ideas planteadas y consensar otras que conduzcan a la CTI de México por el cauce de una evolución que haga realidad plena el derecho de toda persona "(...) a los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica" (CPEUM, Art. 3, inc. V).

Referencias

- Borrás, S. y Edquist, C. (2019). *Holistic Innovation Policy: Theoretical Foundations, Policy Problems, and Instrument Choices*, Oxford: Oxford University Press.
- Crespi, G. y Dutrénit, G. (2014). Introduction to Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience. En Crespi, G. y Dutrénit, G. (ed.), *Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience*, Springer, pp. 1-14.
- Dutrénit, G., M. Puchet y A. O. Vera-Cruz (2024). “Una política de CTI para contribuir a un desarrollo sostenible”, en Carrillo, G. y Roza, C. (coord). *Los retos de México ante los procesos de cambios: alternativas y propuestas*, UAM-X, DPE: CDMX (en imprenta).
- Dutrénit, G. Puchet, M. y Tagüeña, J. (2024). Desmantelamiento y destrucción creativa: hacia la reforma integral del sistema de ciencia, tecnología e innovación. En Becerra, R. (coord.). *El daño está hecho. Balance y políticas para la reconstrucción*, Grano de Sal, CDMX.
- Moreno, C. I. y Cedillo Mora, D. (27 de septiembre de 2023). EPPEF 2024: crisis y precarización de la educación superior y la ciencia, *Nexos*. <https://educacion.nexos.com.mx/ppef-2024-crisis-y-precarizacion-de-la-educacion-superior-y-la-ciencia/>
- Ocampo, J. A. (3 de enero de 2024). ¿Puede América Latina superar segunda década perdida? *La Diaria economía*. <https://ladiaria.com.uy/economia/articulo/2024/1/puede-america-latina-superar-su-segunda-decada-perdida/>
- Pietrobelli C., Anlló G., Barletta F., Bianchi C., Dutrénit G., Menéndez M., Puchet M., Rocha F., Ruiz K., Segura Bonilla O. y Szapiro M. (2023). *Navigating challenges: STI policies for sustainable and inclusive development in Latin America*, Working paper series, UNU-MERIT, # 2023-40.
- Puchet Anyul, M. (2019). “Elementos para valorar la necesaria reforma de la ley de Ciencia y Tecnología”, *Documento de trabajo*, Seminario de investigación

- sobre Sociedad del conocimiento y Diversidad cultural, Ciudad Universitaria, UNAM, 5 de mayo, 35 pp.
- Schot, J. y Steinmueller, W. E. (2018). Three Frames for Innovation Policy: R&D, Systems of Innovation and Transformative Change, *Research Policy*, 47 (9): 1554-67.
- _____. (2016). Framing innovation policy for transformative change: innovation policy 3.0, working paper, *Science Policy Research Unit (SPRU)*, University of Sussex, October.
- Schumpeter, J. (1983). *Capitalismo, socialismo y democracia*, Barcelona: Ediciones Orbis. (Traducción de la segunda edición en inglés de George Allen & Unwin Ltda., 1950)
- Signos Vitales* (2023), Signos Vitales de México 2020-2023, CDMX.

Algunas ideas para la reconstrucción del sistema de CTI en nuestro país

José Franco*

enero 2024

¿Dónde estamos?

Como si fuera una historia de horror, con maldad y sin pudor alguno, las autoridades actuales del Consejo Nacional de Humanidades Ciencia y Tecnología (el CONACYT con H) iniciaron la desestabilización y demolición del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) desde el momento mismo de asumir el poder. La estructura existente fue armada a lo largo de décadas y aunque aún era frágil y tenía deficiencias, era funcional y seguía creciendo. Ahora se ha empobrecido y contraído, está desarticulada, sujeta a las ocurrencias del sexenio, y la magnitud de lo que deberá reconstruirse es muy grande, tanto como la destrucción que ha padecido durante estos años.

Para empezar, desde 2019 el nuevo CONACYT ignoró las instancias definidas en la ley de ciencia vigente y con prejuicios ideológicos modificó los procedimientos y la administración de programas y recursos. Desapareció los fondos y fideicomisos con los que se operaban los proyectos conjuntos con las Secretarías y los Estados, y que también financiaban parcialmente a los Centros Públicos de Investigación (CPI). Condicionó y redujo los apoyos para los Laboratorios Nacionales y abandonó los programas de innovación con las empresas. Sin dar razones, excluyó a la biotecnología de las áreas de investigación. Contrató a

* Instituto de Astronomía, UNAM.

personas sin preparación en puestos de alta responsabilidad, y cambió la forma de evaluar a los investigadores y de asignar becas. Disminuyó drásticamente el número de becas al extranjero, redujo los presupuestos de los CPIS y cambió a sus autoridades. El caso extremo fue el del Centro de Investigaciones y Docencia Económica donde impusieron de forma ilegal y contra la opinión del personal académico a las nuevas autoridades. Desvirtuó la labor del Foro Consultivo Científico y Tecnológico AC (FCCyT), el cual fue creado en la ley de Ciencia y Tecnología de 2002 y tenía dos décadas funcionando de manera exitosa como organismo asesor autónomo del sistema. En el FCCyT se crearon puentes de colaboración entre los actores de CTI y se realizaron foros de análisis conjuntos, generando una serie de iniciativas y publicaciones que sirvieron como guía para ampliar y robustecer el sistema.¹

En una acción intimidatoria sin precedentes, el ahora llamado Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología inventó delitos para tratar de encarcelar a varios exmiembros del FCCyT y exfuncionarios de CONACYT, lo cual generó la reacción de la opinión pública y de los organismos nacionales e internacionales de investigación y de derechos humanos, quienes manifestaron su apoyo a los denunciados. Los casos se han desahogado en varios procesos judiciales, donde todas las acusaciones han sido desechadas por los jueces, dejando en claro la falsedad de las imputaciones. A pesar de lo grave que es faltar a la verdad, este no es el único caso donde la dirección general de CONACYT con H ha mentido intencionalmente. La lista es larga, pero durante la pandemia se dieron un par de eventos notorios, cuando engañaron a la nación primero con unos ventiladores que no cumplieron con la función para la que fueron construidos y después con una vacuna anunciada como 100% mexicana, la cual fue realmente desarrollada en Estados

¹ De la Peña, J. A., Fernández Zayas, J. L., Lacleste, J. P., Dutrénit, G., Franco, J. y Tagueña, J., "18 años de historia", Foro Consultivo Científico y Tecnológico AC (2020). https://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/sites/default/files/FCCyT_AC-2020.pdf

Unidos. Además, prometieron tenerla lista para finales del 2021 pero acaba de ser aprobada como “refuerzo”, cerca de un año después de que se dio por terminada la emergencia sanitaria² y para un virus que ya ha mutado. Recientemente, en una acción para controlar lo que queda del sistema, crearon una nueva ley general de ciencia que no sólo ha sido impugnada por inconstitucional sino también por el proceso desaseado y al vapor con el que fue aprobada y que ya está siendo cuestionada por la corte. En ella se define un consejo rector formado casi exclusivamente por funcionarios del gobierno en turno, ignorando la participación de estados, academia y sectores productivos. El sistema de CTI queda entonces encajonado en las visiones sexenales de corto plazo, y el control del consejo rector queda en manos de este CONACYT con H, quien actúa como juez y parte.

La lista de agresiones y acusaciones falsas a los actores del sistema de CTI es bastante larga, lo que, junto a la falta de financiamiento adecuado, ha profundizado la polarización y ha obligado a las comunidades a moverse en una espiral de conflictos públicos con la autoridad. Como es fácil de imaginar todo esto ha generado desánimo, sobre todo entre los jóvenes, ha impactado de forma negativa la percepción pública de la ciencia y está frenando el desarrollo científico y tecnológico del país.

La necesidad de un nuevo diseño institucional, recuperando una asesoría autónoma y creando un observatorio de CTI

Es entonces urgente revertir los daños hechos por la actual administración y proponer cambios que fortalezcan a la planta de CTI y estimulen su vinculación con los sectores productivos y la industria. Los esfuerzos deben centrarse en convertir a la CTI en un eje de desarrollo social y

² “México pone fin a la emergencia sanitaria por COVID-19”, Secretaría de Salud, 9 mayo 2023, <https://www.gob.mx/salud/prensa/mexico-pone-fin-a-la-emergencia-sanitaria-por-covid-19-secretaria-de-salud>

económico sostenibles, donde el conocimiento sirva como guía para enfrentar los problemas crónicos y recientes del país. Las ideas planteadas en los textos de este libro, al igual que las vertidas en una serie de documentos ya existentes,³⁻¹⁰ están hechas para reorientar la política científica y lograr estos fines. Las propuestas incluyen la gobernanza del sistema y su marco jurídico, su financiamiento y evaluación, su importancia en la educación a todos los niveles incluyendo la divulgación del conocimiento, y el estímulo a la innovación, tanto tecnológica como social. Así que aquí sólo esbozaremos algunas de las necesidades de tipo estructural que deben restituirse en el futuro inmediato, incluyendo la necesidad de un observatorio de CTI.

- Como bien sabemos, el definir cada seis años las directrices de la política de CTI va en contra de la posibilidad de contar con un rumbo claro con visión de largo aliento que permita el desarrollo sano del sistema. Así que una de las primeras asignaturas, independiente-

³ Franco, J. y Esteva Maravoto, J. A., "Prospectiva de la innovación, científica, tecnológica y social en México al 2050", Futuros México Hacia 2050, p. 435, C. Olavarrieta, G. Gándara y J. Mattar (coord.), Editorial Penguin Random House (2021).

⁴ "Hacia la consolidación y desarrollo de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación: Objetivo estratégico para una política de Estado 2018-2024", Varios autores, Universidad Nacional Autónoma de México (2018).

⁵ Dutrénit, G., Puchet, M. y Tagueña, J., "Desmantelamiento y destrucción creativa; hacia la reforma integral del sistema de ciencia, tecnología e innovación", El Daño está Hecho. Balance y políticas para la reconstrucción, R. Becerra (coord.), Grano de Sal (2024).

⁶ De María y Campos, M., Franco, J. y Esteva Maravoto, J. A. (coord.). "México próspero, equitativo e incluyente. Construyendo futuros", Centro Tepoztlán Víctor L. Urquidi AC y Foro Consultivo Científico y Tecnológico AC (2018).

⁷ Notas de la Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión (INCYTU), Foro Consultivo Científico y Tecnológico AC (2017, 2018, 2019).

⁸ "Innovación Social", Tomos 1, 2 y 3, Foro Consultivo Científico y Tecnológico AC (2018).

⁹ "Líneas generales para una agenda nacional de CTI 2024-2030", Academia Mexicana de Ciencias (2023).

¹⁰ Franco, J. (coord.). "Ciencia y Tecnología: Una mirada ciudadana. Encuesta Nacional de Ciencia y Tecnología", de la serie Los mexicanos vistos por sí mismos. Los grandes temas Nacionales, Coordinada por Julia Flores, UNAM (2015).

mente de si se deroga o no la nueva ley federal de CTI, será plantear un *nuevo diseño institucional* para la cabeza del sistema, con un marco normativo que la fortalezca y le de autonomía, que permita incrementar su presupuesto y realizar una planeación de largo plazo. Las ideas que se han planteado van desde un órgano constitucional autónomo, similar al INEGI, hasta una posible Secretaría del ramo. Habrá que explorar las posibilidades de cada propuesta, junto a sus posibles virtudes y desventajas, aunque en cualquier caso el organismo rector correspondiente deberá responder a una *política de Estado* de largo aliento, en vez de la política gubernamental temporal en la que nos quieren volver a encajonar. Además, se debe tener, como estaba antes, una instancia de *vinculación entre la federación y las entidades federativas*.

- Un tema urgente es el restablecimiento de una política nacional de incentivos y *vinculación entre la academia y los sectores productivos y la industria*. Para empezar, la educación superior debe actualizarse y establecer nuevas carreras acordes a los avances científicos y tecnológicos. Hay una larga lista de desarrollos científicos recientes que van desde la astrofísica hasta la biología sintética y de aplicaciones en cómputo e inteligencia artificial que están fusionando el avance tecnológico con las ciencias de la salud y con las áreas productivas. Es necesario entonces llevar la investigación a las industrias y fomentar un sistema de educación dual que vincule a los centros de educación superior con los centros de producción,¹¹ acompañado de una mirada analítica y crítica. Asimismo, se debe estimular la participación del sector privado en el financiamiento de CTI y reimplantar los programas de estímulos, fiscales y directos, así como estimular la

¹¹ Sánchez Castillo, M. y Martínez Estrada P, “Metodología para la creación de empresas basadas en investigación y desarrollo tecnológico”, Instituto Nacional del Emprendedor (2017).

creación de compras públicas de innovación. Estas iniciativas darán además, lo tan necesarios nuevos empleos para los jóvenes científicos y tecnólogos.

- En el mismo sentido, nuestro país requiere crear *centros nacionales* de investigación sobre temas estratégicos para el futuro. La lista de áreas es larga, donde están la inteligencia artificial, las energías renovables, la nanotecnología, los nuevos materiales, el desarrollo espacial, etc. Por ejemplo, se deben crear centros de inteligencia artificial o de nanotecnología que puedan enfocarse a algunas áreas de oportunidad que beneficiarían a los sectores productivos de las diferentes regiones del país. Para éstos y muchos otros posibles proyectos es necesario crear fideicomisos que permitan su financiamiento de forma multianual. Al igual que en el caso del inciso anterior, esta iniciativa ayudaría a resolver la falta de plazas para los jóvenes científicos y tecnólogos
- Asimismo, se deben crear *organismos asesores autónomos* en temas de CTI para el ejecutivo y el legislativo, que ayuden a la creación de políticas públicas y a tomar decisiones informadas, basadas en un conocimiento sólido. Podría crearse una instancia autónoma en la que participen los diferentes sectores del sistema, como lo fue en su momento el FCCYT, o diferentes instancias enfocadas a temas específicos las cuales pueden ser coordinadas desde la cabeza del sector.
- En ese sentido, una asignatura pendiente en nuestro país es el *diseño y creación de un observatorio de CTI*, que permita seguir el pulso cotidiano y desarrollo anual del sistema. Un observatorio nacional que sea una fuente confiable de información, que nos permita conocer la implementación y los avances en los programas y acciones de los

sectores de la CTI en todo el país.^{12, 13} Deberá ser sin duda un organismo autónomo que permita medir el crecimiento del sistema, con indicadores que nos den a conocer sus fortalezas y detectar sus necesidades y posibles fallas. Asimismo, será una instancia relevante en la toma de decisiones ya que permitirá medir del impacto de las políticas públicas de CTI y ayudará a compararnos con el resto de los países. Su labor será indispensable para establecer la planeación del sistema en áreas que van desde el financiamiento y creación de infraestructura, hasta la definición de nuevas áreas de desarrollo con la formación correspondiente de los recursos humanos.

En síntesis, como se ha dicho, el cambio de administración nos ofrece la oportunidad de reconstruir el sistema, retomar muchas de las propuestas que no fueron atendidas por las autoridades actuales pero que beneficiarían al país y crearían nuevas opciones que le permitirían enfrentar los retos actuales y futuros.

Agradecimientos

Agradezco los valiosos comentarios y sugerencias de Julia Tagüeña, Claudia Bodek, Tomás Franco y Daniela Franco para mejorar este trabajo.

¹² “Requiere México de un observatorio nacional de ciencia, la tecnología y la innovación”, La Jornada Aguascalientes, 14 de junio de 2018, <https://www.lja.mx/2018/06/requiere-mexico-de-un-observatorio-nacional-de-ciencia-la-tecnologia-y-la-innovacion/>

¹³ Macedo, D. y de Mello Maricato, J., “Observatorios de CTI: conceptos, servicios, indicadores y fuentes de información”, *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Número especial diciembre de 2022, p. 36 (en portugués).

La crisis de la ciencia en México: el contexto internacional

Antonio Lazcano Araujo*

A pesar de rica herencia virreinal en disciplinas como la arqueología, las ciencias naturales y exactas, la minería y la astronomía, las turbulencias políticas decimonónicas provocadas por las asonadas, imperios efímeros y guerras civiles con las que la Nación se amanecía cada mañana, impidieron que en México se desarrollara un aparato científico como el que se estaba estructurando en distintas naciones europeas en esas épocas. En la última parte del siglo XIX surgieron sociedades científicas, y con su afianzamiento el régimen porfirista había generado condiciones de estabilidad que permitieron preservar e incrementar, en la medida de lo posible, el patrimonio científico y crear bibliotecas, archivos, jardines botánicos, zoológicos, observatorios astronómicos y museos de historia natural.

Sin embargo, ese desarrollo científico incipiente se vio interrumpido por la Revolución mexicana. Aunque el proyecto cultural de los gobiernos emanados del proceso revolucionario eventualmente incluyó un apoyo a las artes, como la música, las letras y la pintura mural, la ciencia y la tecnología no fueron reconocidas como prioridades nacionales. No fue sino hasta 1924 cuando Vasconcelos proclamó “La Revolución anda en busca de sabios”. Trabajo le costó localizarlos, porque las Facultades de Ciencias Físicas y Matemáticas y de Ciencias Médicas y Biológicas no se

* Facultad de Ciencias, UNAM. Miembro de El Colegio Nacional.

fundaron hasta 1935, el mismo año en el que el Presidente Cárdenas creó el Consejo Nacional de Educación Superior de la Investigación Científica. Este fue el antecedente del CONACYT, que fue creado durante el sexenio del Presidente Echeverría. Es decir, el aparato científico mexicano no comenzó a adquirir su estructura actual sino hasta hace unos 60 años. Es entonces cuando el Estado mexicano dio inicio a la institucionalización de la ciencia y, aunque los regímenes que siguieron al de Echeverría no dieron continuidad a los puntos de vista originales, el CONACYT se fue afianzando como la instancia gubernamental a cargo de la planificación e implementación de la política científica del país.

Para ese entonces el mundo científico internacional estaba corriendo aceleradamente hacia lo que Derek de Solla Price, un físico que devino historiador y sociólogo de la ciencia, había designado como el fenómeno de *Big Science*. En un pequeño libro titulado precisamente *Little science, big science* publicado en 1963 afirmó que de continuar el crecimiento científico al ritmo que se estaba dando, “pronto tendremos dos científicos por cada hombre, cada mujer, cada niño y cada perro de la población, y deberíamos gastar en ellos el doble de dinero que se asignaría. Por lo tanto, el fin del mundo científico está a menos de cien años de distancia” Price (1963).

El fenómeno que predijo Price se ha cumplido con creces, y está teniendo consecuencias insospechadas. Es decir, la ciencia mexicana está inserta en un ambiente internacional caracterizado no sólo por la presencia de grupos de investigación cuya presencia modula tendencias en las ciencias contemporáneas, sino que son cada vez más visibles megaproyectos de investigación que involucran decenas, cientos o incluso miles de investigadores, estudiantes, posdoctorados, técnicos y enormes números de administradores, y que incluyen aceleradores de partículas, programas espaciales como el telescopio espacial Webb, proyectos de secuenciación de genomas, el gran colisionador de hadrones de Ginebra y muchos más. La *Big Science* de la que habló Derek

de Solla Price ya llegó. Sin lugar a dudas ello ha abierto opciones de desarrollo para el aparato científico nacional y, en particular, para individuos y grupos de investigadores mexicanos con fuertes contactos internacionales, pero en términos globales, se puede afirmar que no todos los efectos de la llamada *Big Science* han sido positivos. El propósito de este ensayo es subrayar algunas características del ambiente científico internacional que, me parece, se deben tomar en cuenta en el proceso de reconstrucción de la ciencia mexicana y en la redefinición de las políticas científicas nacionales luego de los daños provocados por el gobierno del Presidente López Obrador.

§

Como un reflejo adicional de las grandes diferencias socioeconómicas que existen entre los países desarrollados y las naciones con un nivel económico menor, el aparato científico internacional se ha caracterizado desde hace muchas décadas por la imposición de modas intelectuales y tendencias académicas definidas por unos pocos polos de poder. El intenso proceso de globalización de los últimos años no ha limitado esta tendencia, sino que reforzó los objetivos de revistas y publicaciones científicas de manera tal que no sólo no es fácil para individuos y grupos de investigación de países en desarrollo encontrar espacio en las publicaciones científicas de gran impacto sino que, salvo excepciones puntuales, tampoco encuentran cabida en comités editoriales, foros internacionales o redes de trabajo. Aunque esto es cierto para muchas áreas de la ciencia contemporánea, el interés en problemas de importancia global como la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y las pandemias han abierto oportunidades que han permitido a los investigadores de países en desarrollo acceder a redes e instituciones con enormes recursos humanos, materiales y económicos.

El sistema de financiamiento y la formación de grandes grupos de investigación ha llevado de manera natural a modelos gerenciales de organización del trabajo científico, que desafortunadamente provocan un divorcio entre los jefes y coordinadores de grupos, laboratorios y redes, por un lado, y los científicos jóvenes, los técnicos y los estudiantes en formación por otro. Aunque este es un fenómeno muy visible en países como los EE.UU, los tamaños pequeños de los grupos de investigación nacionales no han llevado a las tensiones típicas de esta división.

§

Uno de los rasgos más visibles del aparato científico internacional es la precariedad laboral que afecta sobre todo a los investigadores jóvenes. En la década de 1970 hubo un crecimiento considerable del mercado de trabajo, y prácticamente todos los académicos jóvenes y los estudiantes de ciencias tenían grandes posibilidades de acceder a un puesto definitivo en instituciones académicas. Hoy la situación ha cambiado radicalmente. Probablemente es en la precariedad laboral de los posdoctorados donde la crisis de empleo se deja ver con mayor claridad. Aunque en los años de 1990 hubo un repunte en las contrataciones, hoy los posdocs viven sometidos a una enorme inseguridad laboral, con ingresos bajos, carencia de prestaciones y una incertidumbre sobre su futuro académico que los obliga a peregrinar durante años en busca de contratos definitivos.

Existen diversos indicadores de esta crisis laboral, y que están relacionadas a nivel internacional con la reducción de la inversión pública en la investigación académica. En los EE.UU. y en Inglaterra es cada vez mayor el número de académicos jóvenes que son contratados como *lecturers*, sin esperanza alguna de obtener un puesto definitivo como *Professor* o *Research Scientist*. Las plazas siguen escaseando, y es práctica-

mente imposible obtener empleo como investigador en ciencias naturales o exactas si no se han cubierto cuando menos dos años como posdoc. El mercado laboral se ha contraído en forma dramática, y las posibilidades de trabajo que tienen los científicos jóvenes se han reducido, a empleos mal pagados o a unas pocas horas de docencia. Este desamparo institucional afecta, primordialmente, a mujeres, investigadores jóvenes y minorías étnicas.

Es probable que las protestas de posdocs y becarios que les han llevado a organizar huelgas y sindicatos en los últimos meses y semanas en Europa y en los EE.UU. sean un reflejo adicional de la crisis profunda que está sufriendo el aparato académico. La situación es similar en las ciencias sociales y, por lo que dice John Guillory en su libro *Professing criticism*, también en las humanidades. Habría que subrayar que a diferencia de lo que ocurre a nivel internacional, en México no se ha observado el desdén creciente hacia la investigación en ciencias sociales y en humanidades que se ha vuelto visible a nivel internacional. Sin embargo, algunos de estos conflictos también se dejan sentir en nuestro país, como lo muestra el desamparo institucional de un número creciente de científicos jóvenes y de mediana edad cuya única alternativa profesional ha quedado reducida a la impartición de unas pocas horas de clases.

§

Desde la creación de la *Royal Society*, que marca para muchos el origen del aparato científico moderno, las revistas se convirtieron en uno de los instrumentos más poderosos de socialización del conocimiento y de articulación de una comunidad académica internacional. De hecho, es difícil comprender el desarrollo del aparato científico contemporáneo sin ellas, aunque la actitud visionaria y generosa de muchos editores se ve empañada diariamente por la imposición de modas y tendencias definidas por unos pocos centros de poder académico, el señuelo

de las revistas predatoras, la voracidad de los monopolios editoriales, y los prejuicios étnicos, geográficos y de género que siguen afectando al sistema científico. Tal vez uno de los mayores escándalos que están afectando al aparato científico internacional en este momento sean las revelaciones publicadas en *Science*, *Nature* y otras revistas sobre el pago ilegal de cantidades substanciales a investigadores para que aparezcan como coautores de trabajos de investigación, de las presiones sobre algunas para que acepten artículos, o la tendencia de muchas revistas en publicar números monográficos cuya edición está a cargo de investigadores con experiencia limitada en algunas áreas de investigación, pero que de esta manera logran publicaciones rápidas.

Desde hace décadas la evaluación del trabajo académico depende, en buena medida, del número de artículos publicados y de las revistas donde aparecen. No es una tarea fácil. Como escribió en 1963 Derek de Solla Price, es complicado comparar un artículo de Einstein con un centenar de trabajos sobre las propiedades de maderas escritos por un investigador desconocido y sin prestigio. Para enfrentar estos problemas, nos hemos sometido a una compleja numerología que mide la importancia de los artículos dependiendo del prestigio de la revista en donde se publicaron, el índice de impacto, los trabajos donde los citan, y hasta el número y orden de los coautores. Aunque las ciencias sociales y las humanidades han mantenido una independencia envidiable de estas formas de evaluación, las ciencias naturales y exactas las transformaron en el marco normativo para valorar el trabajo académico, y nos la pasamos buscando citas y referencias para poder acceder a plazas, ascensos, becas de productividad y distinciones.

Venturosamente, el número de universidades e instituciones académicas europeas y estadounidenses que han abandonado este tipo de evaluación es cada vez mayor. La comunidad académica vive sometida a la tiranía de la *Web of Science*, pero bien podríamos voltear a ver los documentos que resultaron de la San Francisco *Declaration on research*

assessment, que en 2012 hizo un análisis crítico de los mecanismos de evaluación del trabajo científico. También deberíamos asomarnos a las nuevas propuestas para evaluar las universidades del Reino Unido que, como describió Science hace unos meses, buscan una redefinición de la excelencia científica que se aparte de la sobrevaloración de artículos publicados por unos pocos en revistas de prestigio, para enfocarse en la generación de ambientes académicos, la formación de nuevos investigadores, y la producción de software y bases de datos de acceso libre.

§

Desde que comenzó el sexenio del Presidente López Obrador hemos atestiguado la contracción más grave del aparato académico y científico de la que tengamos memoria en las últimas décadas. El escandaloso listado de errores, atropellos e irregularidades que han marcado la administración de la Dra. Elena Álvarez Buylla con el apoyo total del Presidente de la República y de otras autoridades, nos obliga a analizar críticamente los errores que se han cometido en la política científica nacional desde la fundación del CONACYT hasta la situación actual. Ello implica, también hacer un análisis objetivo no sólo de la situación nacional sino también del contexto internacional en que está inserta la ciencia mexicana. Los datos resumidos en este ensayo tienen, inevitablemente, un sesgo personal, pero pueden servir como elementos para una discusión más integral de la ciencia nacional.

Nota bene

El material incluido en estas notas ha sido publicado previamente en diarios de circulación nacional como *Crónica*, *Reforma* y en Lazcano, A. (1982) en *El Desafío Mexicano* (Editorial Océano/México).

Inventando el futuro. La arquitectura de la investigación científica

Raúl Rojas González*



A mural about architecture of scientific research in Diego Rivera style.

1. Introducción

México es la economía número quince en el mundo, de acuerdo con su Producto Interno Bruto (PIB). Es el décimo país por el tamaño de su población, habiendo rebasado a Japón hace pocos años. México es el tercer país por el número de aeropuertos que tenemos (aunque la mayor parte de ellos son muy pequeños) y es además el quinto exportador de

* Raúl Rojas González estudió en el IPN y en la UNAM, ha sido profesor titular o invitado en 13 universidades, es profesor emérito de la Universidad Libre de Berlín.

** Las ilustraciones de la portada y al inicio de cada capítulo fueron generadas por el programa de Inteligencia Artificial DALL-E.

autos en el mundo. La regla empírica que siempre utilizo para saber si México está ocupando el lugar que le corresponde en algún tema, es mirar si se encuentra entre los primeros quince lugares a nivel mundial.

De acuerdo con esa receta empírica, tenemos aún muchos problemas que resolver si consideramos nuestro desempeño en cuanto a educación y ciencia, que es un reflejo de todos los rezagos que arrastramos respecto a desigualdad social y corrupción gubernamental.

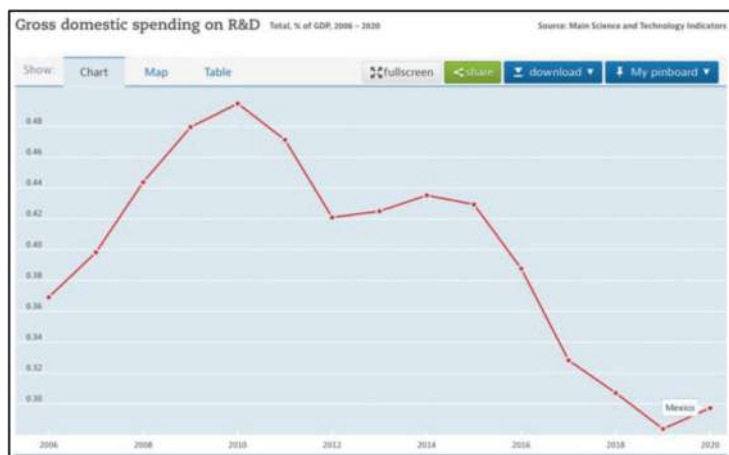


A mural about architecture of scientific research in style von Picasso.

En cuanto al número de científicos por cada mil empleados, México es el penúltimo lugar entre los 38 miembros de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). Somos el país número 46 respecto a los años promedio de escolaridad de la población. En el ranking mundial de los exámenes PISA (Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes) ocupamos el lugar 56. En los resultados de matemáticas ocupamos el lugar 61. México es el penúltimo lugar entre los países de la OCDE considerando el porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) que se dedica al fomento público de la ciencia e innovación. Además, como es bien conocido, ese porcentaje ha estado descendiendo desde 2010.

De acuerdo con los datos de la OCDE, mostrados en la Gráfica 1, el porcentaje del PIB que México dedica a la investigación descendió, de un máximo de 0.5% en 2010, a 0.3% en 2020. A pesar del ligero incremento en 2014, es obvio de la gráfica que la investigación científica no es estimada como un componente estratégico para el desarrollo mexicano. No se percibe ninguna urgencia por invertir más en ciencia y tecnología, como han hecho otros países, más conscientes de su papel en la economía mundial y de las necesidades que impone la competencia internacional. Para no comparar con Corea del Sur, que invierte 4.8% de su PIB en ciencia, podemos comparar con España, que invierte 1.4% de su PIB, o sea, un factor 4.6 veces mayor que el porcentaje de México.

Gráfica 1. Gasto en ciencia y desarrollo como porcentaje del PIB en México (2006-2020)



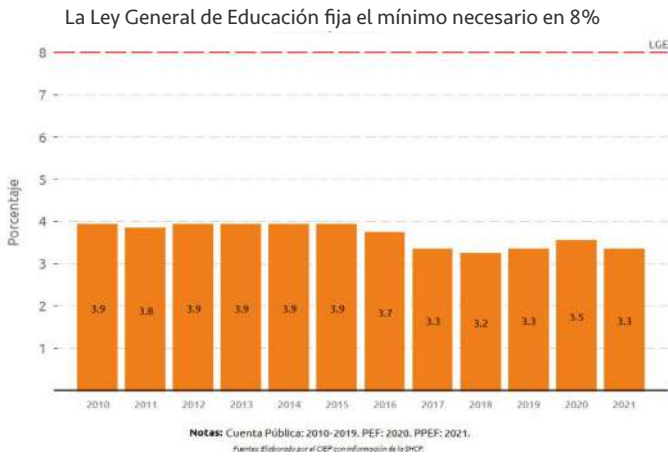
Como argumento más adelante, en el apartado 3, los tres pilares de la investigación científica son la educación, los centros públicos y además los centros privados de investigación. Los dos últimos pilares se están tambaleando en México. Se han congelado o reducido los presupuestos de operación de la mayoría de los centros públicos de investigación. Los fideicomisos que estaban reservados para gasto en ciencia fueron

absorbidos por la Secretaría de Hacienda para dedicar sus montos al financiamiento de programas sociales o megaproyectos. Sin embargo, para salir de la pobreza el mejor programa social es la educación. Así lo demuestra el ejemplo de los países asiáticos que nos rebasaron en todos los indicadores sociales apenas en los últimos 30 años. En el Índice de Desarrollo Humano de las Naciones Unidas, México ocupa el lugar 86, abajo de Malasia, Irán y hasta China, que partió de muy abajo en los años setenta. México es el último país entre los miembros de la OCDE en cuanto al monto de lo gastado anualmente en educación primaria y hasta la preparatoria, por estudiante. Nuestro gasto por alumno es la mitad del de Chile y más de tres veces menor al de España. Estos países saben que la educación de los niños es fundamental para lograr un mayor desarrollo, mayor igualdad y posibilitar que los sectores marginados salgan de la pobreza. Sin embargo, como en el caso de la ciencia, podemos constatar que el gasto en educación, como porcentaje del PIB, ha ido disminuyendo en México desde 2015 (Gráfica 2). Recordemos que la Ley General de Educación vigente establece lo siguiente: “Artículo 119 (...) El monto anual en términos de la ley que el Estado destine al financiamiento en educación pública y en los servicios educativos garantizando la accesibilidad y la gratuidad en la educación, no podrá ser menor al equivalente del 8% del producto interno bruto del país”. Esa sería la aspiración, pero la realidad es que se gasta menos de la mitad de aquel porcentaje que debería ser el mínimo.

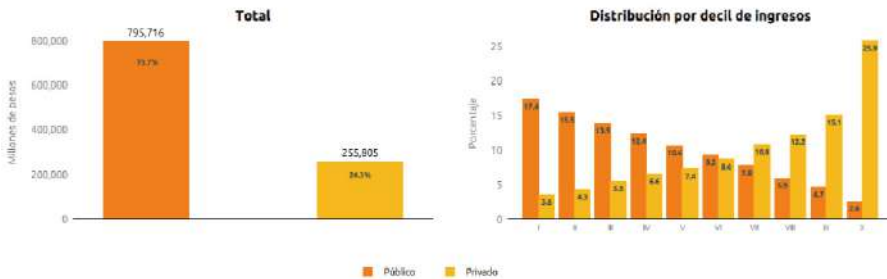
El fenómeno que el deterioro de la educación en México ha provocado, es la huida de las clases medias y de altos ingresos hacia la educación privada. Los padres que pueden costear una escuela o universidad privada, lo hacen de inmediato, sabiendo que una buena educación les dará más oportunidades a sus vástagos. Tenemos así una disociación de la ciudadanía en dos Méxicos, el de aquellos que recurren a la educación pública y aquellos que pagan la educación privada. La Gráfica 3 muestra que una cuarta parte del gasto en educación en México es gasto privado

y, además, que para los mayores deciles de ingreso el gasto privado supera al gasto público. El cruce de las dos curvas se da precisamente en los deciles de ingreso de las clases medias.

Gráfica 2. Gasto público en educación como porcentaje del PIB en México (2010-2021).



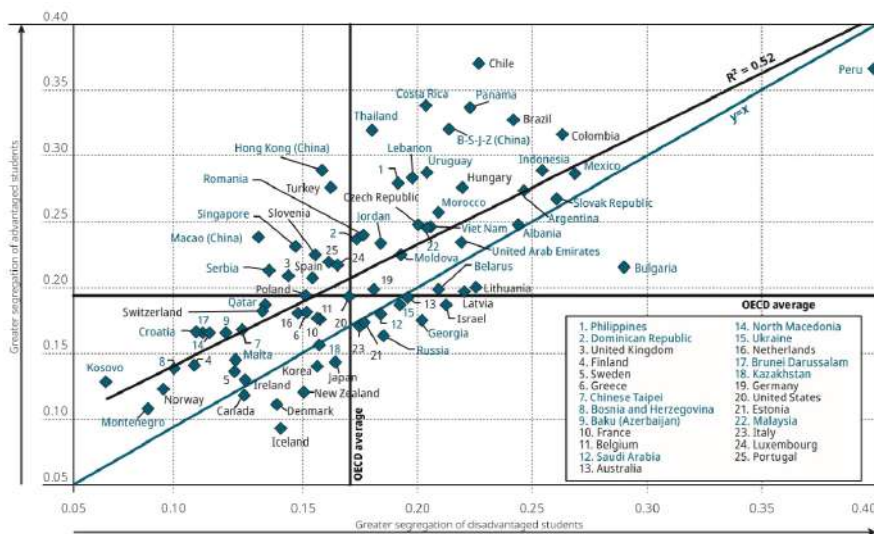
Gráfica 3. Gasto público y privado en educación en México y de acuerdo al ingreso



En términos del índice de desarrollo humano es entonces claro que el resultado no puede ser sino una polarización creciente de la sociedad. Las capas sociales de altos ingresos invierten hasta siete veces más que el promedio nacional en la educación de sus hijos y hasta treinta veces más que los sectores más desfavorecidos.

Es necesario considerar todo esto, porque un país no puede tener un sector científico potente si en la base la educación que se le brinda a los niños es tan deficitaria e injusta. Reparar al sector de la ciencia en México pasa por reparar a la educación mexicana. Subsanan la gran desigualdad que impera en México implica brindarles una mejor educación a los niños y jóvenes. Así lo menciona el análisis de los resultados de la prueba PISA: “Sin la educación apropiada, la gente permanecerá atrapada en los márgenes de la sociedad, los países no podrán beneficiarse de los avances tecnológicos y éstos no se transformarán en progreso social. No será posible desarrollar políticas equitativas, incluyentes y participativas, si la falta de educación impide que la población participe de manera integral en la sociedad”.

Gráfica 4. La desigualdad educativa en México y otros países



Notes: All analyses are restricted to schools with the modal ISCED level for 15-year-old students. The isolation index measures whether students of type A are more concentrated in some schools. The index is related to the likelihood of a representative type A student to be enrolled in schools that enroll students of another type. It ranges from 0 to 1, with 0 corresponding to no segregation and 1 to full segregation. A socio-economically advantaged student is a student in the top quarter of the PISA index of economic, social and cultural status (ESCS) in his or her own country/ economy. A socio-economically disadvantaged student is a student in the bottom quarter of the PISA index of economic, social and cultural status (ESCS) in his or her own country/ economy. **Source:** OECD, PISA 2018 Database, Table II.B1.4.7; Figure II.4.5.

La Gráfica 4 muestra algo muy preocupante en ese respecto. Cada país ocupa un lugar en la gráfica de acuerdo a la ubicación de estudiantes con desventaja (malas calificaciones) y estudiantes aventajados. El eje horizontal muestra que en México el 27% de los estudiantes con deficiencias son alumnos de escuelas no tan buenas (medido por el promedio en los exámenes de sus alumnos). El 29% de los buenos estudiantes están en buenas escuelas. Mientras más desigual es la educación más hacia la derecha y sobre la diagonal encontramos al país. Perú es el caso extremo de desigualdad educativa, pero después de Perú tenemos a México y a Colombia. Es esta una forma de “apartheid educativo” que lastima más a la población de menores recursos, mientras que alumnos de escuelas privadas pueden gozar de mejor educación. En el otro extremo tenemos a Noruega, ahí los malos y buenos estudiantes se distribuyen casi aleatoriamente entre las diversas escuelas, que ofrecen una calidad educativa homogénea. Salir de la pobreza requiere de buena educación y ahí es donde el sistema educativo mexicano le está fallando a los sectores de menores ingresos.

En los apartados que siguen analizo los indicadores que muestran que México tiene que esforzarse para levantar su nivel de ciencia al que podríamos esperar, dada su potencia económica. En el capítulo tres hablo de los pilares de la ciencia. En el cuatro tematizo uno de los problemas más espinosos, el del origen de los recursos y la necesaria transformación futura del sistema tributario. De ahí retomo diversos aspectos relativos a la educación para pasar a considerar como organizar y reorganizar a los centros públicos y privados de investigación en México. Trato el papel de las academias antes de concluir describiendo lo que yo considero son casos de éxito respecto a la “arquitectura de la investigación”, es decir, el entramado de instituciones e inversiones que le han permitido a algunos países tener y mantener las economías más desarrolladas del mundo.

2. El déficit de científicos en México

México es parte de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) y debe proporcionar anualmente toda una serie de estadísticas económicas y sociales a la organización. En base a esos datos podemos comparar el estado de la ciencia en México y en otros países. El ejercicio no es en vano, nos deja ver lo mucho que tenemos que corregir en México.



A laboratory full of equipment but without people and white coats in chairs digital style.

Hay diferentes maneras de medir la potencia científica de un país. Una de ellas es comparar el número de científicos activos en cada nación. Según los datos de la OCDE, por cada mil personas empleadas en México, 1.24 personas son investigadores. El promedio para los países de la OCDE es 9.11, para el mismo indicador. Los campeones en ese rubro son Corea del Sur, Finlandia y Noruega, con más de 16 investigadores por cada mil personas empleadas.

El caso de Corea del Sur es para mí el más relevante. Hace treinta años tenían 5 científicos por cada mil empleados. En 1995, Corea del Sur tenía 7.5 veces más científicos, como porcentaje del empleo total, que México. Ahora Corea tiene 13.4 veces más, es decir que la ventaja de ese país con respecto a México casi se duplicó en 30 años. Podemos decir

que a partir del nuevo milenio los coreanos se pusieron las pilas y son ahora uno de los países que más exportan, sobre todo productos de alta tecnología. También España, un país más cercano a nosotros, ha hecho grandes esfuerzos para aumentar el número de sus investigadores. Hoy tienen 7.44 investigadores por cada mil empleados.

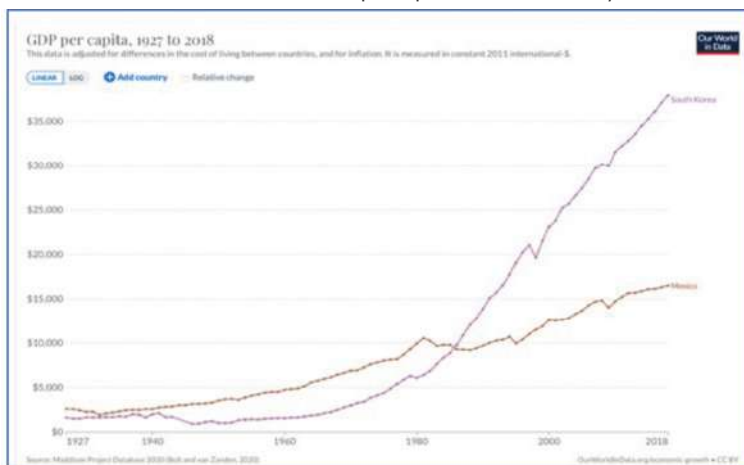
Otra manera de medir la importancia de la ciencia en un país es observando que porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) se invierte en ciencia y tecnología. Y digo “invierte”, porque ese dinero se multiplica más adelante en la medida en que la planta productiva se transforma, al ser potenciada por la investigación científica.

México invierte sólo 0.297% del PIB en investigación y desarrollo, de acuerdo a los datos de la OCDE. El máximo histórico se dio en 2015, cuando ese porcentaje fue de 0.495. Desde entonces ha venido bajando continuamente, hasta alcanzar el porcentaje que hoy tenemos. Corea del Sur, por el contrario, ha aumentado incesablemente ese indicador, desde hace treinta años, y hoy invierte el 4.8% de su PIB en investigación y desarrollo, es decir, dieciséis veces más que México. Alemania lleva 30 años incrementando ese indicador y España también, con un bache después de la crisis financiera de 2009, del que ya se recuperaron.

La diferencia básica entre México y Corea del Sur es que los coreanos han entendido que en las condiciones de la Tercera (algunos dicen Cuarta) Revolución Industrial que estamos atravesando, la riqueza de las naciones no será medida por sus reservas minerales o de hidrocarburos, sino por la forma en que los diferentes países se puedan integrar a la nueva economía digital. Recuerdo que en 2015 fui invitado a dar una conferencia en Seúl y mis anfitriones fueron muy claros: Corea del Sur tenía que intensificar sus esfuerzos para no quedarse atrás en el mercado mundial. Temían que otros países pudieran sustituir las exportaciones coreanas, como le sucedió a Finlandia cuando la empresa local Nokia, que dominaba las ventas de teléfonos celulares, prácticamente desapareció cuando entraron al mercado los llamados smart phones.

La ley de Ciencia y Tecnología vigente aún estipula que México debe invertir por lo menos el 1% de su PIB en investigación y desarrollo, pero el proyecto de nueva ley que CONACYT envió en 2022 a las Cámaras desaparece esa aspiración al afirmar solamente que el Estado “proveerá de recursos y estímulos suficientes, oportunos y adecuados (...) la asignación de recursos públicos estará sujeta a suficiencia presupuestaria y al principio de austeridad republicana”. Por ningún lado se percibe un sentido de urgencia en la iniciativa de ley, cuyo único propósito es la centralización burocrática del gasto dedicado a la ciencia. De hecho, el presupuesto proyectado para CONACYT en 2023 representa, en términos reales, al descontar inflación, solamente el 77% del presupuesto que tenía al iniciar al sexenio. En tan sólo cuatro años CONACYT ha perdido 23% de sus recursos. Y si comparamos con 2015, el presupuesto de CONACYT para 2023 es sólo 46% del que se tuvo entonces, el máximo histórico.

Gráfica 5. El crecimiento del PIB per cápita de Corea del Sur y México



¿Cuántos científicos hay en México? El Sistema Nacional de Investigadores (SNI) tiene 36,714 integrantes. Según algunas estadísticas,

el número de profesores universitarios en México es de alrededor de 360,000. De acuerdo al Banco Mundial, México tiene unos 349 investigadores por millón de habitantes, lo que se traduciría en sólo 45,000 investigadores en total. El número de investigadores en la industria privada seguramente que no se captura por ninguna agencia estadística, así que dadas estas cifras habría que decir que el número exacto de personas que en México se dedican a la ciencia es algo harto nebuloso.

En Alemania, donde tienen muy buen control estadístico, el número de investigadores es de 600,000. Allá, la industria participa con 69% de la inversión en investigación. Eso va aunado a un nivel muy alto de educación: el 2% de la población tiene un doctorado, un porcentaje similar al de Estados Unidos. Según la OCDE, el porcentaje de personas con doctorado en México es de 0.1%, o sea veinte veces inferior al de Estados Unidos y Alemania.

En el caso de la investigación industrial es donde el abismo entre los países más dinámicos y México es más evidente. Si comparamos el número de solicitudes de patentes en 2020, resulta que en Estados Unidos se solicitan 236, en Corea del Sur 123 y en China 686 veces más patentes que en México. Es una desproporción descomunal. Incluso en Brasil se solicitan anualmente 3.5 veces más patentes que en México.

¿Por qué insisto tanto en el caso de Corea del Sur en esta comparación de cifras? Pues simple y sencillamente porque todavía en 1990 Corea del Sur era un país similar a México. Tenía sólo 85% del producto interno bruto (PIB) per cápita de México en esa época. Pero en 2020 ya Corea del Sur tenía 2.3 veces más PIB per cápita que México. En sólo treinta años Corea del Sur abandonó las filas de los países subdesarrollados y es ahora una de las economías más dinámicas en el mundo. Algo hicieron bien los coreanos en el espacio de poco más de una generación: apostaron por el desarrollo tecnológico, la economía orientada a la exportación y el fomento de la ciencia, mientras que México dilapidaba recursos naturales y nunca realmente ha valorado a sus científicos como

un recurso estratégico. Por eso el PIB per cápita de Corea del Sur creció 235% en esos treinta años, el de China se multiplicó diez veces, mientras que en México el PIB per cápita sólo creció 19% en el mismo periodo. Corea del Sur y China nos rebasaron por el carril de alta velocidad.

En este sexenio, cuando termine, el PIB per cápita habrá caído 3% en seis años que trajeron un deplorable declive del sistema científico mexicano.

Propuestas

- Realizar un censo de científicos en México para tener una mejor idea del volumen y distribución de la investigación científica en el país.
- Mantener en la Ley de Ciencia y Tecnología la aspiración de gastar el 1% del PIB en ciencia y desarrollo tecnológico.

3. Pilares de la Investigación Científica

El proceso de reconstrucción de la ciencia en México, que inevitablemente tendrá que ser iniciado en 2024, tiene que tomar en cuenta la forma en que otros países han sido exitosos al conformar un sistema de investigación nacional.



A Greek temple with exactly three columns in front, supporting a frontispiece, in classic style.

Yo pienso que hay tres pilares de la investigación que hay que tener en cuenta y una base que los soporta. La base es una estructura fiscal adecuada al nivel de desarrollo del país y que reconozca a los estados como socios y no como receptores de dádivas federales. Esa base debería ser un pacto fiscal moderno y adecuado a las circunstancias que vive México. Sobre esa plataforma de financiamiento, los tres pilares de un sistema de investigación son:

- un sistema educativo de calidad,
- un sistema nacional de centros de investigación y laboratorios nacionales, y
- cooperación para la investigación e innovación industrial privada.

Para cualquiera que se ponga a revisar la estructura de la investigación en México, lo primero que salta a la vista es que en nuestro país no contamos con una cooperación efectiva entre la federación y los estados. El centralismo político mexicano ha llevado desde siempre a una situación en la que la mayor parte de los ingresos tributarios son recaudados por la federación, que después reasigna parte de esos ingresos a los estados como “participaciones” o como “aportaciones”. Alrededor del 83% de los ingresos estatales provienen de la federación, sólo el 12% proviene de impuestos locales y 5% representa deuda. En México el gobierno central controla el gasto de los estados y estos tienen poca autonomía para decidir sobre la asignación de los recursos. Es una herencia del sistema político mexicano, ultracentralizado, si se compara con otros países.

Es importante tener en cuenta esta estructura tributaria porque explica muchos de los problemas que tenemos para que los tres pilares mencionados funcionen. Además, hay que mencionar que la base tributaria es muy débil. De todos los países de la OCDE, México es el que menos impuestos como porcentaje del PIB recauda: sólo el 18%, mientras que el

promedio para los países de la OCDE es de 31%. Los países con un estado social vigoroso y excelentes sistemas de investigación recaudan aún más, alrededor del 40% del PIB en forma de impuestos. Así que la base fiscal es de por sí endeble y después no integra a los estados como copartícipes, sino como agradecidos receptores de dinero del gobierno central. En Alemania Federal, como contraejemplo, los impuestos son recaudados a nivel local, por cada Estado, que después le transfiere su participación a la federación (es decir, los impuestos fluyen de abajo hacia arriba). De los impuestos, el 44% se queda en los estados, el 39% se va la federación y el 16% se queda en los municipios. Los estados pueden así ocuparse por sí mismos de muchas cosas, sin tener que solicitar dinero federal. Además, los municipios tienen fondos para mantener en buen estado a la infraestructura local. Una de las cosas que los estados financian, en Alemania y en muchos otros países, como Canadá, es la educación de sus niños y jóvenes. Las escuelas se pagan con los ingresos estatales y municipales y cada Estado tiene su propia Secretaría de Educación con suficiente autonomía como para acometer nuevos proyectos y experimentar con formas modernas de educación. Los estados compiten entre sí, tratando de tener las mejores escuelas e ideando las mejores formas de educar a sus alumnos. La descentralización educativa se adoptó en Alemania para nunca más vivir una situación en la que los contenidos educativos pudieran ser controlados por un gobierno central dictatorial. En particular, no existen universidades federales sino solamente universidades estatales de gran calidad. La universidad con el mayor número de alumnos no llega a los 35,000 estudiantes matriculados. En México, por el contrario, la centralización financiera, política y educativa ha llevado a que tengamos universidades federales fuertes, pocas pero gigantescas, mientras que, con pocas excepciones, las universidades estatales son muy débiles. Un sistema que alberga dos macrouniversidades, como la UNAM y el IPN, con sucursales ya casi por todo el país, en lugar de universidades estatales fuertes, es una peculiaridad del

sistema educativo mexicano, comparando con el resto del mundo, que se explica por la tradicional centralización política y financiera del país. El sistema educativo tiene una importancia central para poder erigir sobre esa base un sistema de investigación. Pero la situación actual es muy preocupante. En todos los exámenes internacionales en los que México participa para evaluar la calidad de su educación básica, el país siempre ocupa algún lugar no muy bueno. En la prueba PISA, que evalúa la educación básica, México ocupa el lugar 61 en matemáticas, el lugar 58 en ciencias y el lugar 54 en lectura. Sin embargo, México es la economía número 15 en el mundo, por su tamaño, y en cuanto a población es el país número diez. Siendo la economía número quince se esperaría que el país invirtiera lo suficiente en educación y que los resultados nos posicionaran más arriba en los rankings.

El segundo pilar de un sistema de investigación fuerte son centros especializados para realizarla, distribuidos por todo el país y financiados de manera conjunta por la federación y los estados. En México los llamados Centros Públicos de Investigación, financiados a través de CONACYT, así como el CINVESTAV y los institutos de investigación de la UNAM han jugado ese papel. No es suficiente, dado el tamaño del país y de la economía mexicana. Habría que pensar en un sistema mejor estructurado y con financiamiento diversificado, no sólo federal. En países europeos y en Estados Unidos existe una plétora de centros de investigación financiados a nivel federal, a nivel estatal y por la industria. La fórmula utilizada por los Institutos Max Planck muestra de que manera funciona esto en Alemania. Cuando la Sociedad Max Planck quiere fundar un nuevo centro, se “subasta” entre los estados. La federación aporta el 50% del financiamiento inicial y futuro y el estado donde se instalará el centro, el otro 50%. Además, los estados compiten entre sí y no pueden acumular un número de centros excesivo. En México, los centros CONACYT tienen sobre todo financiamiento federal

y la aportación estatal se reduce generalmente a un financiamiento de arranque, por ejemplo, para edificar las instalaciones.

El tercer pilar de la investigación científica en todos los países desarrollados, son los centros industriales de investigación. En Europa cerca del 70% de la investigación científica es realizada por la industria, por compañías como Volkswagen o Siemens, o por la potente industria farmacéutica suiza y francesa. En México la participación privada en la investigación es mínima. La mayor parte de las compañías transnacionales manufacturan en México, pero no establecen centros de investigación, más que con contadas excepciones.

Debemos entender que la investigación científica no surge de la nada, de un día para el otro. Es un ecosistema que involucra los tres pilares mencionados. Sólo con buenas escuelas a todos los niveles se puede aspirar a jugar un papel en la investigación. Sólo con centros de investigación potentes, establecidos conjuntamente entre los estados y la federación, se logrará avanzar para dedicar el 1% del PIB, o más, en la investigación. Sólo con permeabilidad entre las universidades y la industria se podrá lograr que el “milagro coreano” se pudiera transformar en un “milagro mexicano”. Y sólo con un pacto federal equitativo se podrá proporcionarles una base sólida a los pilares de la investigación. Por eso, todo esto no es algo que se pueda lograr en un sexenio, es necesariamente un esfuerzo transexenal en el que todos los partidos representados en las Cámaras y en los parlamentos locales deben aunar voluntades.

Propuesta

- Realizar estudios comparativos de las estrategias de desarrollo e investigación de países que son referentes a nivel mundial.
- Realizar un estudio del estado de la fuga de cerebros en México.

4. Pacto Federal y estructura tributaria



Handshake in the foreground Mexican flag in the background digital style.

Hablemos sobre aquella plataforma en la que se apoyan los pilares de la investigación científica: la base tributaria. Es pertinente hacerlo porque muchos de los vicios y problemas que tenemos como país de desarrollo intermedio provienen de un armazón fiscal anacrónico, que es inaplazable renegociar.

La ultracentralización política de México es entendible por su historia. Después de que México dejó de ser una colonia, se hundió en toda una serie de guerras intestinas que hizo al país fácil presa de los Estados Unidos y después del Imperio francés. Desde la Reforma, y pasando por el porfiriato, la política nacional siempre fue una de atar a las provincias al gobierno central a través del control de las finanzas. Después de la Revolución, el centralismo político mexicano no disminuyó, sólo adquirió nuevas formas.

Todo esto es relevante porque las economías modernas se basan en una jerarquía de Estados y regiones económicamente fuertes y con suficiente autonomía para acometer proyectos propios. Los estados de la unión norteamericana, por ejemplo, compiten entre sí para tener las mejores escuelas, los mejores puertos, los mejores centros de investi-

gación. En México, por el contrario, grandes proyectos científicos están siempre supeditados a una decisión del ejecutivo federal y hasta la educación depende en gran medida del centro. No se confía en los estados, como para proporcionarles un mayor porcentaje de los impuestos recaudados. Se les somete a la camisa de fuerza del flujo a cuentagotas del presupuesto federal.

En México los principales impuestos los recauda el gobierno federal, quien le entrega a los estados “participaciones” y “aportaciones”. Las participaciones se pueden utilizar libremente por los estados, las aportaciones van etiquetadas desde el centro para diversas tareas cuya ejecución ha sido transferida a los estados, por ejemplo, para la educación o la salud.

Podemos ver cuál es la diferencia comparando con otros países. En Estados Unidos los ingresos estatales y el ingreso federal provienen de los impuestos, las contribuciones a la seguridad social y otras fuentes. Al final de cuentas el gobierno federal se queda con el 53%, los estados con el 26% y las municipalidades con el 21% de los ingresos. En Alemania Federal la distribución de ingresos es aún más igualitaria entre el gobierno central y los estados. Los impuestos sobre las empresas se reparten por la mitad entre la federación y los estados. Del impuesto sobre el ingreso personal el 42.5% va a la federación y otro 42.5% a los estados. El resto, 15%, va directamente a los municipios. Del IVA el 2.2% va a los municipios y el resto se reparte por la mitad entre la federación y los estados. En España el gobierno central absorbe 68% de los impuestos y las comunidades autónomas el 32%. Como se puede ver, hay grados de centralización fiscal que varían entre los diferentes países de acuerdo con su experiencia histórica.

No hay una fórmula única para todos los países, pero creo que no es casual que, en los Estados Unidos, en Canadá y en Alemania, países que son referentes mundiales respecto a la investigación científica, los

ingresos fiscales se dividan aproximadamente por la mitad entre el gobierno central y los estados.

El efecto de una descentralización relativa de cada país es dotar a los estados de iniciativa propia en cuanto a educación, investigación y para atraer inversionistas. Respecto a la educación, estados financieramente fuertes pueden administrar sus propias escuelas, pagar la nómina y mantener una buena infraestructura. No tienen que estar negociando permanentemente con el gobierno central el financiamiento de la educación. En México la nómina de los maestros (primaria y secundaria) es pagada por el gobierno federal a través del Fondo de Aportaciones para la Nómina Educativa y Gasto Operativo. Eso ha llevado a innumerables conflictos a lo largo de los años, a pesar de que repetidamente se ha tratado de descentralizar la educación en México. Los intentos han fracasado sobre todo por la falta de recursos de los estados, para financiar ellos directamente la educación básica. En una situación ideal, cada estado se ocuparía de sus maestros, equipar a sus escuelas, etc., tomando los recursos directamente de sus ingresos fiscales. Si sube o baja el número de estudiantes, pueden reaccionar de manera más eficaz. No necesitan aparecer como suplicantes en la SEP.

Lo mismo se puede decir del fomento a la investigación. En países fiscalmente descentralizados, los estados pueden decidir instalar centros de investigación o mejorar la calidad de sus universidades de manera autónoma. El retraso histórico de las universidades de provincia en México, con respecto a las universidades federales, como la UNAM o el IPN, se ha dado sobre todo por la falta de recursos en los estados. Para subsanar un tanto el problema, los estados a veces proporcionan algún terreno o edificio para que se instalen nuevas unidades de la UNAM o del IPN, que crecen como pulpos por todo el país, pero como universidades federales. No es que eso sea malo, al contrario, pero ¿no sería mejor que las universidades estatales recibieran mayores recursos, directamente de sus estados? En la actualidad rara vez un estado apoya a más de

una universidad local, la que se convierte en la universidad insignia del estado, al contrario de lo que ocurre en países mas descentralizados en donde múltiples universidades estatales compiten entre sí por atraer a los mejores estudiantes e investigadores.

En cuanto a los centros de investigación ocurre algo similar. Los Centros Públicos de Investigación de CONACYT y el CINVESTAV son instituciones federales. Es cierto que sus unidades están distribuidas por todo el país, pero quizás hubiera aún más si los estados y la federación pudieran asumir conjuntamente su financiamiento. Y escribo “pudieran”, porque no es el caso actualmente. Un ejemplo sería el ya antiguo proyecto de instalar un sincrotrón en México, primero en Morelos y posteriormente en Hidalgo. A pesar de que cada uno de los dos estados se interesó en albergar el proyecto, ninguno de los dos podía asumir un 50% o 40% de los gastos de construcción y operación. Para proyectos de esa envergadura se requiere 90% o más de participación federal. Y si ésta no se da, el proyecto languidece.

Queda la opción de la investigación privada, que es aún muy reducida en México. Típicamente los estados compiten en México por atraer inversión. Algunos han sido muy exitosos, sobre todo donde se ha podido instalar manufactura de exportación. Esos estados, como Guadalajara, Nuevo León y Puebla, reciben los beneficios de la inversión extranjera y las posteriores exportaciones. Pero rara vez compiten tratando de atraer centros de investigación científica. Si se pudiera estimular la investigación privada asociada a la industria de exportación, habría una fuente de investigación adicional muy beneficiosa. En los capítulos siguientes abordo los problemas y oportunidades de la educación en sus diferentes modalidades, de la instalación de centros de investigación, públicos y privados, pero hay siempre que tener en consideración que un desarrollo balanceado del país sólo puede ocurrir si se abandona la tendencia histórica a centralizar las decisiones económicas más importantes. Es obvio que la refundación del pacto fiscal en México es

un proceso que tomaría años, pero cada vez son más las voces que lo demandan, en la medida que el crecimiento económico ha fortalecido a los estados. El capitalismo mexicano es un caso sui generis de desarrollo “espontáneo”, en el sentido de que nunca ha habido una planeación estratégica de largo plazo. El NAFTA primero, y el T-MEC después, han remolcado a la economía nacional a niveles de exportación nunca vistos. Pero la investigación ocurre en las casas matrices, desde donde se nos envían los planos para hacer las cosas. Si eso nos deja satisfechos, pues seguiremos por esa vía de desarrollo en automático.

A medida que los estados ganan preminencia económica es natural que ya demanden un nuevo pacto fiscal. Ha llegado el momento de estudiar las formas de lograrlo, para alcanzar una estructura fiscal más moderna y, además, más democrática.

Propuesta

- Lograr un pacto fiscal equitativo en México entre la federación y los estados para descentralizar al país, como han hecho economías modernas.

5. El mejor programa social es la educación

Esther Duflo, ganadora del Premio Nobel de Economía, presenta cuatro áreas de oportunidad en su colección de ensayos titulada “Combatir la Pobreza”. Estos son: a) el gasto público en educación, b) gasto en salud, c) microcréditos, y d) la mejoría de la gestión pública para eliminar la corrupción. Brindar educación de calidad a toda la población es uno de los factores más importantes para lograr que un país salga de la pobreza y el subdesarrollo.

Los investigadores Hanusheck y Woessman, de la Universidad de Stanford y Múnich, respectivamente, son enfáticos. De acuerdo a sus estudios el “crecimiento económico de largo plazo está determinado

por las habilidades de la población” y éstas pueden ser determinadas aprovechando las pruebas anuales para evaluar a estudiantes de educación básica y secundaria. La capacidad de innovar en la economía sería entonces proporcional al nivel de escolaridad. Incluso, si sólo se trata de adoptar tecnologías que vienen del exterior, un mayor nivel de escolaridad permite hacerlo más rápidamente. Se ha encontrado que la tasa de crecimiento de la economía, a largo plazo, es proporcional a los años de escolaridad obligatoria de un país. Sin embargo, una mejor medición del nivel de educación de un país es proporcionada por los exámenes internacionales. Su relación con el crecimiento económico es aún más marcada, cuando se estudian los datos.



Painting of children learning in school Vermeer style.

En 2022 México sólo le aplicó la prueba PISA a 8,050 alumnos en 312 escuelas a nivel nacional, lo que es obviamente insuficiente para obtener una radiografía educativa de nuestro país. En el ranking de la última prueba publicada, de 2018, México ocupó el lugar 56, junto a Jordania. Todavía en 2000 y 2003 México llegó a ocupar el lugar 31 y 36, respectivamente. Los resultados de los últimos diez años muestran un estancamiento de las calificaciones que obtienen los estudiantes mexicanos muestreados, en las categorías de lectura, matemáticas y ciencia. Es por

eso casi absurdo que en 2019 en México se haya desaparecido al Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (INEE), una de cuyas funciones era evaluar el aprovechamiento de los estudiantes y la calidad de la educación. Bajo el pretexto de que las evaluaciones del INEE eran punitivas, los sindicatos magisteriales lograron que el actual gobierno acabara con el instrumento autónomo de medición educativa con el que contaba el país.

De acuerdo a los cálculos de Hanushek y Woessmann, países de ingresos medios y bajos pueden aumentar su crecimiento económico anual hasta en 28%, a largo plazo, si garantizan el acceso de toda la población a la educación y si, además, mejoran la calidad de las escuelas. Incluso los países desarrollados pueden aún obtener un 10% más de crecimiento si le dan otra vuelta a la tuerca y perfeccionan sus sistemas educativos. Los autores citados concluyen por eso que “el capital de conocimientos, es decir, las habilidades cognitivas agregadas de la población, pueden explicar 75% de la variación de las tasas de crecimiento a largo plazo entre países”.

Por todo esto es posible afirmar que el mejor programa social que un país puede tener es incrementar el gasto en educación. Distribuir la riqueza quiere decir crearla de antemano. Pero en México el gasto público en educación es sólo del 3.3% del PIB, aún muy lejos del 8% estipulado por la Ley General de Educación vigente.

La educación básica

México tiene una educación básica de cobertura universal, por lo menos en el caso de la primaria. La cobertura de la secundaria es del x% de los niños en la edad correspondiente. El principal problema de la educación primaria es la baja calidad de las escuelas públicas y la gran variación que se da entre zonas urbanas y zonas rurales. Hay dos tipos de inversiones que se tienen que hacer: primero, para mejorar el nivel pedagógico

gico de los maestros y, segundo, mejorar los edificios e infraestructura de las escuelas.

Desde el principio la educación pública en México nació altamente centralizada. La primera urgencia fue alfabetizar a la población y extender a las escuelas primarias por todo el país. Se hizo desde un gobierno central fuerte que desde la capital provee el financiamiento y determina los planes de estudio.

Ese modelo centralizado de educación básica es ya obsoleto. Por un lado, porque se han obtenido los resultados mínimos a los que se aspiraba y, por otro, porque desde el centro es imposible cubrir todas las necesidades educativas regionales.

En países de mayor desarrollo económico, las escuelas son propiedad de las ciudades o Estados a las que pertenecen. La mayor parte o todo su financiamiento proviene de ingresos estatales y de los municipios. Eso les confiere a los pobladores de cada región un interés directo en garantizar que sus escuelas sean de calidad y en supervisar su funcionamiento, para evitar desperdicios o corrupción.

En México ha habido diversos intentos por transferir la responsabilidad del financiamiento y operación de las escuelas a los gobiernos estatales, desde hace ya más de treinta años. Aunque la responsabilidad de operar las escuelas recae sobre los estados, los recursos económicos necesarios se transfieren del gobierno federal y hay muchas restricciones. Ha sucedido que los gobiernos estatales aumentan el número de plazas de maestros para las escuelas, pero el gobierno federal no cubre el gasto adicional. Las transferencias del gobierno federal no han crecido al ritmo de la población y los estados han debido asumir un porcentaje mayor de los costos de operación del sistema educativo. Ha ocurrido también que en algunos estados se aumentó irregularmente el número de plazas al dejar la operación del sistema en las manos del sindicato nacional. Varios estados decidieron regresar el pago de la nómina

de los maestros a la Federación, hasta que se anunció en este sexenio que la SEP absorbería de nuevo las nóminas de los estados.

Los tres desafíos

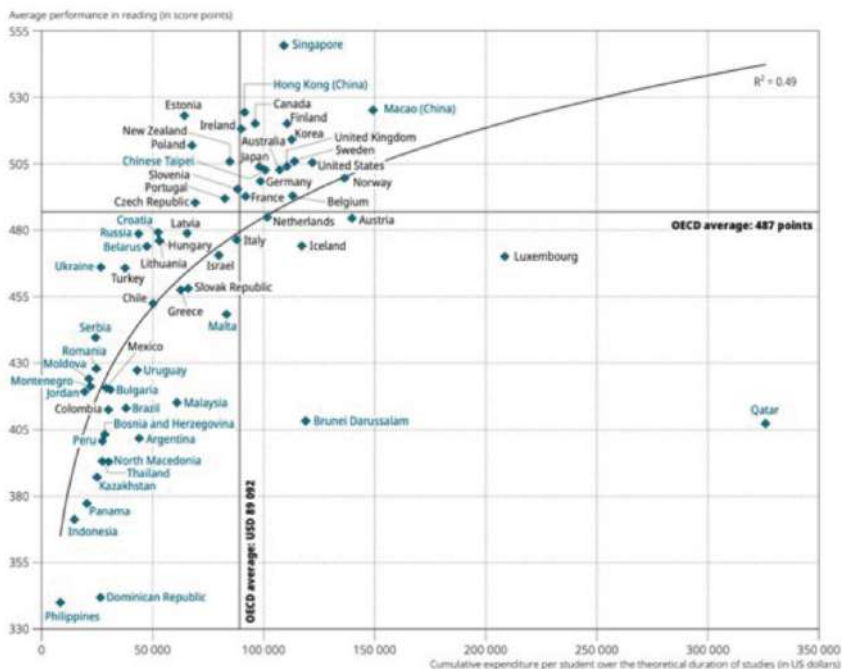
Hay tres desafíos para la educación básica en México: el primero es diseñar una política de transición hacia la operación y financiamiento por cada estado de su educación, lo que implica precisar y reforzar todo el sistema fiscal, a largo plazo. Éste es quizás el mayor problema, como demuestra el vaivén permanente, de sexenio a sexenio, entre la tendencia a centralizar o bien descentralizar la educación en México.

El segundo desafío es mejorar la calidad de los maestros, quizás a través de campañas permanentes de capacitación, de manera que el educador sea educado, como se dice. Los maestros deberían ser “estudiantes de toda la vida”, en mejora continua. Para eso habría que crear los programas necesarios, por ejemplo, para que los maestros puedan acudir a programas intensivos de capacitación como parte de su actividad laboral.

El tercer desafío es resolver el problema de la deficiente infraestructura de las escuelas. El presupuesto de la SEP es absorbido casi todo por la nómina y los gastos de operación de las escuelas. No queda mucho presupuesto para mejorar los edificios y la infraestructura. Eso debe cambiar, ya que el contexto en el que ocurre la educación, el buen estado de las escuelas, es muy importante.

La Gráfica nos da una idea de la importancia de la inversión en educación, por estudiante, para poder alcanzar mejores resultados. El eje horizontal muestra el gasto acumulado por estudiante (para el estudio completo) y el eje vertical los resultados en las pruebas de lectura del examen PISA. México invierte menos que el promedio de países de la OCDE y los resultados en los exámenes de lectura son correspondientemente bajos.

Gráfica 6. Evaluación del nivel de lectura contra el gasto per cápita en educación



Desde los años setenta las clases medias han votado con los pies, han preferido escapar de los problemas de las escuelas públicas recurriendo en cada vez mayor medida a la educación privada. En México deberíamos evitar el creciente apartheid educativo que se ha cementado en las últimas décadas, pero la única manera de lograrlo es mejorando la calidad del sistema de educación pública.

Propuestas

- Elevar paulatinamente el gasto en educación en México, para cumplir con la Ley General de Educación.
- Invertir en la mejora de la infraestructura escolar en todo el país, especialmente en zonas marginadas.
- Refundar el sistema de evaluación de docentes y crear un sistema de capacitación permanente.

- Darle mayor importancia a las pruebas de evaluación de los escolares (PISA y otras) para monitorear continuamente la calidad de la educación.
- Investigar formas de evitar o paliar el apartheid educativo que se está generando en México.

6. Los libros de texto gratuitos: oportunidad



Child reading a book seating on a school chair, seen from behind him, in digital style.

En México se imprimieron y distribuyeron 183 millones de libros de texto gratuitos, en 2022. La Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos (CONALITEG) fue creada en 1959 y los primeros libros fueron distribuidos en 1960. En el archivo digital de la CONALITEG se pueden encontrar las diversas ediciones de los libros, de entonces hasta hoy. Además, en 1995 se comenzó a distribuir libros de texto para secundarias, elaborados e impresos por editoriales comerciales con contenidos aprobados por la SEP.

Desde el fallido intento de introducir tecnologías digitales en el salón de clases durante el gobierno del presidente Fox (con Enciclomedia), la CONALITEG se ha movido con pies de plomo respecto a todo lo digital en

la educación. La excepción es el libro de Geografía de sexto año de 2019 que ya incluye códigos QR para acceder a páginas de Internet, utilizando la cámara de un celular para capturar el código y un browser para ver la página. Sin embargo, los códigos ya no funcionan, por lo menos mi browser no puede abrir los videos que en el libro están asociados con cada código.

La iniciativa Enciclomedia fracasó por una multitud de razones. Alguna vez participé en una reunión con los iniciadores del proyecto para discutir algunas formas de hacer más interactiva la educación y me dijeron claramente: lo único que querían es que el maestro metiera el CD en la computadora, que dejara correr los videos y que se abstuviera de intervenir mayormente. No confiaban en los profesores para nada y Enciclomedia los iba a sustituir impartiendo clases. Fue una ilusión tecnocrática: de las computadoras repartidas a las escuelas la mayor parte no se llegó a utilizar, desaparecieron muchos equipos, otros se dañaron, o de plano algunas escuelas no contaban ni siquiera con electricidad.

Después de tantos fracasos y dinero malgastado es claro que hay que pensar y repensar hasta tres o más veces cualquier iniciativa que trate de combinar los libros de texto con contenidos digitales. Lo más complicado del asunto es que hay una “ruptura” entre los dos medios. Por ejemplo, con los códigos QR. Hay una buena intención detrás de incluirlos en los libros para que cuando el estudiante está leyendo sobre GPS, digamos, pueda conectarse con un video que le ofrece una visualización del cálculo de coordenadas GPS. Pero todos lo sabemos: si ya el estudiante se sentó a leer el libro, hay que evitar que mire o regrese a su celular, porque no va a retornar después al libro. Se quedará pegado al celular, haciendo todo, menos aprender.

Hay dos posibilidades de uso de contenidos digitales: la primera es en el salón de clases, la segunda va asociada al libro y sería utilizable en clase o en el hogar del estudiante. En los salones se podría pensar

que estuvieran dotados de pantallas de suficiente tamaño conectadas a computadoras desde las cuales los maestros pueden mostrar contenidos digitales (fotografías, mapas, videos). Esto sólo sería realista en el caso de escuelas con mayores recursos por estudiante, ya fueran privadas o públicas. Pero claro que hay gastos asociados a todo esto: el equipo mismo, su mantenimiento, conexión a Internet y la capacitación de los maestros para poder operar al equipo.

En el caso del estudio individual, me parece que la única opción realista para integrar contenidos digitales es hacerlo directamente en el libro, es decir, el libro debe ser digital, para poder ser leído en una tableta y los elementos digitales se deberían poder presentar superpuestos sobre la imagen del libro, para minimizar la ruptura entre los medios.

Para posibilitar el acceso de los estudiantes a materiales digitales durante las clases, México debería contar con una nube de servidores educativos. Todos los contenidos estarían ahí almacenados y en cada escuela sólo se necesitaría dispositivos de acceso a la nube (dotados sólo de un browser, como las computadoras Google Chrome de bajo costo), una conexión de Internet y una pantalla en el salón de clases. Con los costos actuales de las laptop Chrome y de las pantallas OLED de hasta 65 pulgadas en EU, estamos hablando de menos de 700 dólares por instalación (es decir, por salón de clases equipado). En las escuelas se podría comenzar por equipar sólo unos pocos salones para ir adquiriendo experiencia, capacitar maestros y experimentar con contenidos digitales.

La mayor oportunidad se tiene si se trata de desarrollar “libros inteligentes” apropiados para correr en tabletas de bajo costo (menos de 200 dólares). Esos libros podrían bajar los contenidos de la nube educativa en la escuela (aprovechando su conexión a Internet) pero podrían ser leídos sin conexión a Internet después. El niño baja el libro, con los contenidos digitales, y lo utiliza durante varios días hasta que necesita el siguiente capítulo que debe bajar de la red. Se podrían integrar

preguntas de comprensión y hasta pequeños exámenes de autoevaluación para motivar a los alumnos. Un ejemplo: supongamos que el alumno está leyendo sobre volcanes. En un recuadro se podría activar una pequeña animación de lo que sucede en un volcán. En otro recuadro se podría animar un mapa que muestra donde han ocurrido las últimas erupciones. Si el estudiante tiene una pregunta adicional, la puede escribir en un renglón y recibe una respuesta directa de la computadora. No hay que dejar de lado al libro para disfrutar los contenidos digitales. En el caso de las matemáticas, el libro puede diagnosticar cuál es el tipo de error que el estudiante comete frecuentemente y puede ofrecer ejercicios adicionales o de profundización de lo aprendido. Si se hace bien, sería como tener un profesor en casa.

En suma, la gran oportunidad que tiene México es que desarrollar un programa piloto para evaluar este tipo de posibilidades tecnológicas es algo que se podría hacer hoy con una inversión ínfima respecto al potencial que los resultados tendrían para mejorar la educación básica en nuestro país. Dicho de otra manera: si dividimos el costo de la inversión piloto entre el número de niños de primaria, el costo es bajísimo. Una nube educativa es completamente factible y puede basarse en nubes comerciales que se pueden rentar. En la elaboración de contenidos digitales podrían participar universidades de todo el país.

Estoy consciente de que la situación en las escuelas rurales o en zonas marginadas es muy distinta a las de las ciudades. Para integrarlas en un proyecto como el que se propone habría que resolver antes muchas otras debilidades más básicas. Eso hay que tenerlo presente para no repetir el error de la Enciclomedia. Sin embargo, los errores del pasado no deben tampoco producir inmovilismo educativo.

Propuestas

- Crear una nube educativa en México para la distribución de contenidos digitales.

- Iniciar un proyecto de desarrollo de libros inteligentes basados en tabletas.
- Realizar un proyecto piloto en México con libros inteligentes y nube educativa.

7. La educación dual



Painting of an apprentice and a master in a medieval blacksmith workshop in Rembrandt style.

En México desde hace algunos años se ha comenzado a hablar de la educación dual, que significa en esencia que la educación es doble, ocurre tanto en las aulas como en las empresas. Un estudiante divide su tiempo por igual asistiendo durante la semana a la escuela de oficios y también a la compañía que lo tiene contratado. El modelo de educación dual fue desarrollado en Europa, especialmente en Alemania, y es la evolución moderna de la relación entre maestros y aprendices que se desarrolló desde la Edad Media.

Muchos estudiantes no desean o no requieren cursar una carrera universitaria. Aprender un oficio es una opción válida de acuerdo al plan de vida o necesidades económicas de cada uno. Esto generalmente implica una inserción temprana en el mercado laboral.

En Alemania una persona que quiere convertirse en “aprendiz”, bajo el sistema de educación dual, solicita empleo en alguna de las empresas que ofrecen tales puestos. Cada empresa define el área (plomaría, electricidad, informática, etc.) y sube las ofertas de trabajo a servidores regionales donde los interesados pueden consultar cada año las plazas que se han abierto. En un año típico las empresas ofertan un poco más de medio millón de plazas, que se pueden cubrir al 90%. En 2022 había 1.26 millones de aprendices de oficios en Alemania, mientras que el número de estudiantes universitarios era de 2.9 millones. La ventaja de la educación dual es estar inserta en la praxis. Los aprendices se ven confrontados de inmediato con problemas de verdad y tienen que participar en su solución. Si pasan tres días a la semana en la empresa, tienen que acudir los otros dos días a las aulas. Un electricista, por ejemplo, es integrado en una brigada que va de casa en casa. Durante los días con clases aprende la teoría necesaria para poder convertirse en un buen trabajador. No es raro, por ejemplo, que cuando alguien pide una reparación complicada aparezcan tres electricistas, dos ya “graduados” y un tercero que es el aprendiz y que participa bajo la supervisión de los más veteranos. Aquellas empresas que ofrecen puestos para aprendices deben pasar una inspección y deben tener a una persona que haya sido certificada para ofrecer la capacitación deseada. Algunos de los oficios más demandados son: oficinistas de administración, mecánicos automotrices, asistentes en consultorios médicos, informáticos, electricistas, etc. Es también posible asistir a la escuela de oficios sin estar empleado en una empresa, pero la parte práctica se debe cubrir en algún momento, para poder ser un “maestro” en su rama.

La educación dual resuelve varios problemas sociales a la vez:

- a) Provee a los jóvenes con un empleo que les proporciona una remuneración modesta, pero que les permite independizarse.

- b) Evita que muchos de ellos, que no tienen interés en una educación universitaria, pierdan dos o tres años en la universidad, sin poder graduarse al final de cuentas.
- c) Hace que los jóvenes ingresen al sistema de seguridad social con apenas 17 o 18 años de edad. Eso por un lado les garantiza la atención médica, que es cubierta por un seguro, pero además les permite acumular antigüedad para su posterior retiro, a los 65 o 67 años.
- d) El costo de la parte práctica y la manutención es asumido por las empresas.

Una cuestión muy importante es que aprender un oficio en Europa no significa acabar estigmatizado (“ese no fue a la universidad”), ya que los aprendices graduados pueden continuar adquiriendo experiencia en una compañía, para después independizarse. Los mejores aspiran a fundar su propia empresa, con unos cuantos empleados y un cierto número de aprendices, regenerando así la economía nacional. Muchas veces esos plomeros o electricistas ganan más que un trabajador con estudios universitarios.

En México ha habido algunos proyectos piloto que tienden hacia la educación dual. Ese fue el caso en 2013 cuando se formuló el Modelo Mexicano de Formación Dual, con asesoría de la Cámara México-Alemana de Comercio e Industria (CAMEXA). Según la información disponible, hasta enero de 2015 participaban 1158 estudiantes y 76 planteles de CONALEP y CECYT en el programa. Éste sigue vigente, como colaboración entre la SEP y la Agencia Alemana para la Cooperación. En la Encuesta 2021-2022 sobre el sistema dual en México participaron 2695 estudiantes y 1374 egresados.

Es muy loable que estos experimentos de educación dual se hayan estado realizando desde 2013, pero el alcance es aún muy limitado y ya sería el momento de extender la experiencia. En la mayor parte de los estados del país el número de estudiantes en el programa es de unas

cuantas docenas, con la excepción del Estado de México, que concentra casi la mitad de todos los estudiantes a nivel nacional (quizás porque EdoMex tiene un programa de becas para la educación dual).

El vehículo idóneo para extender la educación dual por todo el país son las escuelas técnicas y de oficios, así como los planteles agrupados en el Tecnológico Nacional de México. El CONALEP (Colegio Nacional de Educación Técnica Profesional) podría también participar, aunque quizás sólo con los estudiantes en su último año, ya que ingresan a sus planteles después de la secundaria y necesitan una edad mínima para poder ser aprendices. En los proyectos hasta ahora realizados en México han participado sobre todo planteles del CONALEP y estudiantes de los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos del IPN. Habría que decir que en México no existe el tipo de planteles para educación dual, con una población flotante de estudiantes que se mueven entre la empresa y la escuela, como es lo típico del sistema. Es algo que habría que desarrollar a largo plazo.

Para comenzar, lo que se necesita en México es entender y aplicar creativamente el modelo de educación dual. Las becas “Jóvenes construyendo el futuro”, instauradas por el actual gobierno, no son la solución, ni al problema del desempleo, ni de la capacitación. Los recursos vienen del Estado y se convierten así en un subsidio directo a las empresas que participan, las que no son inspeccionadas de antemano.

De hecho, el 16% de los becarios ya tiene un título universitario y su objetivo inmediato no es la capacitación laboral sino paliar el desempleo. A los becarios no se les evalúa, ni al principio ni al final, ni se les brinda capacitación teórica adicional, como es el propósito de la educación dual. Terminan su año de futuro-construtores sin ningún documento oficial que acredite su capacitación.

Hay otras experiencias: los estudiantes del Tecnológico Nacional de México tienen que trabajar un semestre en alguna empresa, antes de poder graduarse. Esa es una buena idea, si los estudiantes le pueden

sacar el mayor provecho a esa estancia práctica, pero después tienen que elaborar una tesis, lo que es contraproducente, ya que retrasa o incluso impide su graduación. Si ese semestre práctico concluyera con un reporte de lo aprendido se podrían graduar más rápido (como quiso implementar el anterior director del TecNM, el Dr. Fernández Fassnacht). Además, habría que vigilar que todos los estudiantes-trabajadores sean inscritos en el régimen de seguridad social y que reciban un salario acorde al trabajo que realizan.

Como se ve, aún hay mucho camino por recorrer para poder llegar a un sistema de educación dual como el que existe en varios países europeos, pero lograrlo sería factible. La educación dual es un sistema de colaboración público-privado que crea sinergia entre la inversión privada (los salarios que se pagan) y la inversión pública (el costo de los planteles). El resultado es la creación de recursos humanos potenciados por la teoría y la práctica, y, de pasada, el fomento de un contexto donde no se tolera la informalidad laboral ya que a los estudiantes-trabajadores se les inscribe desde muy temprano en el sistema de seguridad social. Se crea conciencia de que deben vigilar seguir insertos en el sistema y no aceptar la práctica corriente en México de emplear trabajadores sin ningún tipo de prestaciones.

Todo esto es algo complicado de lograr en las condiciones actuales del país, pero se puede avanzar hacia allá. Si la dirección en la que hay que movernos es clara, no podemos extraviarnos, aunque avancemos despacio. La educación siempre es transformadora.

Propuestas

- Establecer la educación dual en México, de acuerdo al modelo alemán.
- Reestructurar al TecNM para darle mayor importancia a la parte práctica de los estudios en empresas.
- Absorber a las universidades “Benito Juárez” en el TecNM, reestructurándolas.

8. Los Centros Públicos de Investigación



Research center of the future digital art.

En México existen varios conglomerados de centros de investigación financiados públicamente. No es lo único que hay en el sector científico, pero sí lo más prominente en cuanto al número de investigadores empleados y el presupuesto que reciben. Se trata, primero, de los Centros Públicos de Investigación de CONACYT, del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) y de los institutos de investigación de la UNAM. La Secretaría de Salud financia además varios institutos nacionales de gran relevancia, como el de cardiología o el de cancerología. Otras secretarías han creado algunos centros de investigación en sus áreas de responsabilidad y las universidades también albergan centros de investigación propios, integrados en la estructura universitaria.

En otros países se ha estructurado a los centros de investigación en instituciones que tienen personalidad jurídica propia. Es el caso del Consejo Nacional de la Investigación Científica en Francia (CNRS, con 32 mil trabajadores), del Consejo Superior de Investigaciones Científicas en España (CSIC, con 13 mil trabajadores) y de la Sociedad MaxPlanck en Alemania (MPG, con 24 mil trabajadores). En cuanto a la salud, en

Estados Unidos los Institutos Nacionales de Salud (NIH) llevan la pauta respecto a todo lo que atañe a la medicina.

La gran ventaja de estar estructurados como sistema nacional es por un lado la visibilidad que tienen esas instituciones, aunada a su presencia presupuestaria, además de que pueden abordar proyectos de largo plazo con una agenda de investigación de excelencia. El sistema Max-Planck, por ejemplo, recibe presupuesto federal y de los estados.

Tiene un(a) Presidente(a) y un consejo de Administración que planea a largo plazo. Evalúan regularmente a los institutos y pueden decidir cerrar alguno, o transformarlo para cubrir otra área que se ha vuelto más relevante. A principios del año 2000, por ejemplo, se creó un centro de investigación sobre bioinformática en Saarbrücken y diez años después se transformó un centro de investigación sobre materiales en uno dedicado a la Inteligencia Artificial y la Robótica. Como sistema de centros estos conglomerados son más ágiles para tomar decisiones que una Secretaría de Estado y además mantienen una independencia científica, fieles al principio de la libertad de cátedra y de investigación, tan preciada en Alemania, después de haber pasado por las tinieblas del fascismo.

Se podría decir que hay un principio rector que guía la actividad de los centros mencionados: la excelencia científica. Desde su creación en 1939, investigadores del CNRS francés han obtenido 23 premios Nobel y 13 medallas Fields (en matemáticas). La Sociedad Max-Planck ha recibido 23 premios Nobel, desde su creación en 1948, y su predecesor, la Sociedad Kaiser Guillermo, recibió 13 antes de ser reorganizada al terminar la guerra. Una cuestión muy importante es que, dado el financiamiento de largo plazo de los conglomerados, su investigación, sus metas y experimentos, no son afectados por los vaivenes políticos cotidianos. Si algo se aprecia en estos países, es la calidad de la investigación y los políticos saben que no deben meter las manos. Eso no quiere decir que los conglomerados no puedan responder a desafíos o priori-

dades nacionales. Fue el caso del sistema NIH en Estados Unidos cuando comenzó la pandemia del COVID. Al NIH le tocó la responsabilidad de coordinar los esfuerzos de salud pública, canalizar investigación hacia el desarrollo de vacunas y mantener una vigilancia constante sobre el desarrollo de la pandemia. El NIH está conformado por 27 institutos y administra 49 mil millones de dólares de presupuesto. El 84% de esa suma se otorga como financiamiento para investigación de salud a cualquier universidad o centro que lo solicite, a través de concursos de proyectos. El NIH mismo tiene 6,000 investigadores y ha financiado a 169 científicos que han logrado ganar 101 premios Nobel.

En México sería posible crear algo similar al NIH estadounidense agrupando a varios centros e institutos que hoy dependen de la Secretaría de Salud, sobre todo aquellos cuya misión es fundamentalmente realizar investigación. Se podría también crear algo similar al CNRS francés o el CIS español, conjuntando a los CPIS de CONACYT con los institutos del CINVESTAV.

Se podría pensar que agrupar a los CPIS con el CINVESTAV sería una cuestión puramente burocrática, que es lo mismo si están separados o juntos. No es así. Crear algo como el sistema del CSIC en España o el sistema Max-Planck automáticamente los convertiría en algo más que la suma de sus partes. Por una parte, podrían autogobernarse, por otra, podrían luchar por mayor presupuesto como sistema, que cada uno por su parte. Agregándose, se convertirían en un referente importante a nivel de América Latina.

El sistema Max-Planck es lo que se llama en Alemania un “ente independiente de investigación”, es decir, es autónomo, como si fuera una universidad, pero exclusivamente para hacer investigación. Tiene una Junta de Gobierno que designa al Presidente y decide sobre la fundación de nuevos institutos o su cierre. Negocian su presupuesto anual con el gobierno federal y de los estados y su presupuesto queda garantizado a través de la firma de convenios. El gobierno los financia y su único

compromiso es realizar investigación de excelencia. Los institutos son evaluados periódicamente. Tienen una gran fuerza de negociación dada su preminencia y el gobierno mismo sabe que son una de las fuentes más importantes de innovación en el país.

Al sistema Max-Planck (MPG) se le puede concebir como una columna vertebral que recorre todo el país. Esa columna vertebral se conecta lateralmente con las universidades locales, a través de convenios para ofrecer grados y posgrados en las universidades, con docentes del MPG. Los tesis y doctorantes del sistema MPG se doctoran en la universidad local (asesorados por profesores del MPG) y trabajan en los laboratorios de la MPG, mientras los investigadores de la MPG están concentrados en la investigación. Lo que hacen los centros de investigación es propulsar indirectamente a las universidades para que mejoren y aumenten su propia investigación.

Lo mismo sucede con el CNRS francés o el CSIC español. Muchos de los centros de investigación están ubicados en campus universitarios y hay una colaboración estrecha con las universidades locales.

Idealmente, el financiamiento de los centros de investigación debería ser federal y estatal, para garantizar su trabajo y permanencia durante muchos años. Sin embargo, en México hay un problema, que es la excesiva centralización fiscal y la falta de recursos en los estados. Eso es algo que, a largo plazo, se debe resolver con un nuevo pacto fiscal.

Ahora bien, todo esto lo escribo desde la perspectiva del “estado ideal”, como hizo Platón en la Politeia, sin ponerme a discutir primero si es posible o no (como la cuestión del nuevo pacto fiscal). En México muchas veces mis amigos me paran en seco cuando comienzo a hablar del estado ideal, porque “en México no se puede”. Yo pienso que es útil discutir como quisiéramos que fueran las cosas y, a continuación que posibilidades hay de lograr algo. Para ser realistas hay que soñar primero lo imposible. Así que mi sueño imposible sería que en México

tuviéramos el equivalente del MPG alemán, o del CNRS francés, o del CSIC español.

Propuestas

- Fusionar los CPIS de CONACYT, al CINVESTAV y otros institutos de investigación en México que reúnan los requisitos de calidad. Crear algo similar al CNRS francés o el CSIC español.
- Dotar a la nueva institución de autonomía de investigación y de un presupuesto garantizado más allá de un sexenio.

9. Innovación e investigación industrial



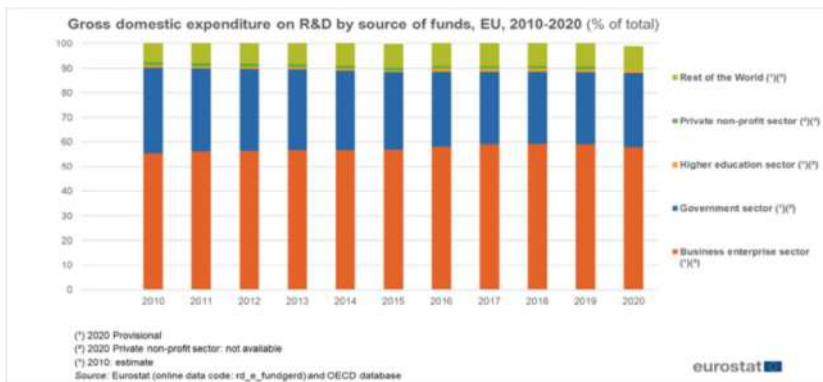
Machinery and gears Kandinsky style.

Los países más desarrollados no se apoyan únicamente en el gasto público en investigación y desarrollo. Una parte considerable del gasto en investigación e innovación, incluso mayoritaria, proviene del sector privado. Eso quiere decir que al considerar la forma de articular la ciencia en un país no se puede dejar de tomar en cuenta la conexión deseable entre la investigación con financiamiento estatal y la investigación privada.

Para dar una idea de los montos de investigación de los que estamos hablando, basta decir que Alphabet (el holding que posee a Google), Meta (el holding que posee a Facebook), Microsoft y Apple invierten anualmente en investigación, entre las cuatro empresas, 91 mil millones de dólares, lo que representa 24 veces la suma que el gobierno mexicano invierte en el mismo rubro.

La proporción entre investigación pública y privada es muy ilustrativa en el caso de Alemania: el sector gubernamental contribuye 33% del gasto en investigación, mientras que el sector privado aporta 67% del total. Del 33% del gasto privado, 18% corresponde a las universidades públicas y 15% a los centros públicos de investigación. Así que resulta que dos tercios de la investigación es realizada por las empresas. Además, la inversión pública en investigación ha ido aumentando de manera vertiginosa: creció 50% de 2010 a 2020.

Gráfica 7. Gasto público y privado en investigación en México



En la Unión Europea la proporción es similar: en 2020 57.9% de la investigación ocurrió con financiamiento privado nacional y 30.3% fue financiado por los gobiernos. La diferencia, 9.6% corresponde a inversiones del exterior en investigación (compañías no europeas). Como se

puede apreciar en la Gráfica adjunta, la participación del sector privado ha ido aumentando desde 2010.

El problema que tenemos en México es que ya somos un gran exportador de manufacturas, pero un enano en cuanto a investigación industrial. En 2021, México fue el quinto exportador mundial de autos y autopartes, con casi 40 mil millones de dólares de exportaciones en el sector. Pero en México armamos los autos que son diseñados en los países donde residen las casas matrices. La investigación y desarrollo de autos alemanes se hace en Alemania, la de autos japoneses en Japón, etc. Y si esas compañías deciden instalar centros de investigación externos, lo hacen en Estados Unidos, en Europa o en Japón, es decir, entre ellos. En Silicon Valley, en California, se puede encontrar a decenas de centros de investigación financiados por compañías internacionales.

La experiencia internacional demuestra entonces, que en México no se puede tener una política científica, orientada al progreso industrial y tecnológico, sin considerar como se podría lograr que la investigación privada aumente en México.

En México, desgraciadamente, las autoridades actuales en el sector científico son alérgicas a la iniciativa privada y a su conexión con el sector público. Proyectos conjuntos entre entidades de ambos ámbitos, son catalogados de inmediato como corrupción o como un subsidio disfrazado a la iniciativa privada. Es el caso del Programa de Estímulos a la Innovación (PEI) que estuvo operando hasta 2018.

En el caso de Alemania, que conozco bien, lo que las autoridades tratan de hacer es estimular cierto tipo de desarrollos tecnológicos lanzando desafíos nacionales de investigación, en los que colaboran empresas y centros públicos de investigación. Si, por ejemplo, se desea que la industria automotriz avance en el desarrollo de nuevas baterías para automóviles eléctricos, se anuncia un financiamiento gubernamental multimillonario por el cual pueden competir las empresas, en alianza con universidades, y se selecciona a los mejores proyectos. El

Estado aporta 50% del costo del proyecto y las empresas el otro 50%. Al final del proyecto cada uno sigue por su lado, aprovechando los resultados y las patentes comunes que se hayan registrado.

Lo que este ejemplo demuestra es que el Estado puede multiplicar los panes y los peces, invirtiendo en investigación y desarrollo en colaboración con la industria. El Estado tiene un interés crucial en estar siempre tratando de estimular investigación de vanguardia, para que la industria nacional no se quede atrás, y la industria tiene obviamente un interés en mantener o aumentar sus ventas. Pero muchas veces, si se deja que la industria determine por sí sola sus temas de investigación, se tiende a la miopía. Compañías automotrices que han vivido por décadas de producir autos de gasolina, pueden reaccionar lentamente a las nuevas tecnologías con las que se puede producir autos eléctricos. La labor del Estado, en estos casos, es tratar de ver más lejos, de proyectar tendencias científicas e industriales, y darles un empujón a las empresas para hacerlas colaborar con los centros públicos de investigación. El Estado es el catalizador de esa cooperación público-privada. La idea que se ha propagado en México de que las empresas siempre se comportan como vampiros porque quieren recibir fondos de los proyectos gubernamentales es errónea. En la mayor parte de los casos, las empresas no quieren saber nada de los centros públicos de investigación, ni quieren que el Estado se entrometa en sus temas de desarrollo de tecnología. Saben lo que quieren y eso es lo que hacen. Pero el Estado tiene que ver más lejos que la ganancia inmediata. Debe tener en cuenta, por ejemplo, el cambio climático y tiene que fijar metas de sustitución del parque vehicular, lo que a veces choca con la inercia de las empresas. El financiamiento gubernamental de proyectos público-privados se da precisamente para romper esa inercia y abrir nuevos horizontes de desarrollo.

¿Cómo se da esa orientación por parte del Estado para conducir lo mejor posible la investigación en colaboración con la industria? El gobierno alemán, para seguir con ese país, determina las metas a

alcanzar, por ejemplo, en cuanto a cambio climático o conservación de energía. Se le pide a las Academias de Ciencias y al Consejo Científico de Alemania que formulen un plan maestro y una estimación de los desarrollos necesarios, sobre todo aquellos que hay que estimular porque no van a ocurrir de manera automática. Ese plan maestro se convierte en llamados concretos, por ejemplo, para desarrollar nuevos chips automotrices o para inventar nuevos sistemas de seguridad para redes. Normalmente se plantean desafíos tecnológicos para los próximos diez años y se emiten las convocatorias respectivas. Éstas “sacuden” a la industria, porque cada compañía debe decidir si participa y dedica recursos para el tipo de investigación que se quiere fomentar. Si deciden participar, lo hacen con convencimiento y además con fondos propios, que documentan su interés y compromiso con las metas del proyecto.

Ya lo sé: “en México no se puede”. A lo que sólo puedo responder: “se debería poder”.

Hay algunos casos de éxito respecto a la investigación privada en México. La compañía Continental tiene un centro de desarrollo en Querétaro, la compañía Intel tiene un centro importante de investigación en Guadalajara, etc. El Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SIICYT) ha recabado un listado de 551 centros privados de investigación en México, pero en la lista encontramos sólo dos centros con más de 251 empleados (entre ellos el de Intel). Hay otros diez con entre 101 y 250 personas, pero algunos de ellos parecen ser más bien consultorías. Se enlistan otros 14 centros que tienen entre 50 y 100 empleados, aunque algunos parecen ser fundaciones. En resumen, el resultado es raquítico para una economía como la de México, número quince en el mundo por el PIB que genera.

¿Qué se podría hacer? México tiene una industria automotriz porque en los sesenta, a través de leyes para acotar a los importadores de autos, se les obligó a producir el 60% de un auto en México y a compensar

sus importaciones de partes con exportaciones, inicialmente a Estados Unidos y hoy a todo el mundo. Ya para los noventa, la industria nacional era tan potente que se autorizó la importación de autos nuevos, siempre y cuando se compensaran los montos con exportaciones. Con el Tratado de libre Comercio, la industria automotriz en México despegó.

Me parece que habría que hacer algo similar ahora con respecto a la investigación. No hay razón alguna para no demandar de los fabricantes de autos que los autos producidos en México tengan un contenido mínimo de “investigación nacional”, es decir, de partes y componentes diseñados en México. Ya sucede parcialmente, por ejemplo, con el diseño de las cabinas de algunos vehículos, pero de lo que se trata es de generalizar la experiencia, además, más allá de la industria automotriz, para incluir otros sectores, como la electrónica, la industria aeroespacial, la farmacéutica, etc.

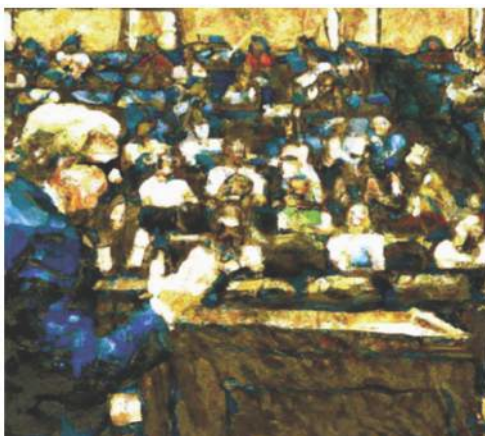
Hay un contexto favorable para una iniciativa de este tipo. Las grandes compañías se han “virtualizado”, sus trabajadores trabajan desde sus casas o desde otras ciudades. Los equipos de trabajo reúnen en videoconferencia a trabajadores en California, la India y hasta Australia. Obligar a las grandes compañías que operan en México a tener parte de sus desarrollos en el país, no las va a desangrar ni hará que abandonen nuestro mercado. La experiencia de China es notable en este respecto, porque siempre han demandado de empresas que quieren operar en su gran mercado, que realicen un mínimo de transferencia de tecnología, lo que les ha permitido levantar a sus propias empresas y centros de investigación.

En México “no se puede, pero se debería poder”, requiriendo de las grandes compañías que operan en el país que realicen investigación industrial, poniéndoles plazos para cumplir con ciertas metas mínimas. Asimismo, no hay que tenerle miedo a estimular la investigación pública-privada a través del financiamiento de proyectos, si la industria colabora con el 50% de los montos necesarios.

Propuestas

- Exigir de las compañías extranjeras establecidas en México, a partir de un cierto volumen de ventas, que integren “investigación nacional” en sus productos. Un cierto porcentaje mínimo de su inversión debería ir dirigido a investigación.
- Fomentar la investigación privada a través de proyectos conjuntos con los centros públicos de investigación, con financiamiento compartido al 50%-50%.
- Convocatorias anuales para resolver “grand challenges” a través de proyectos conjuntos de investigación.

10. El papel de las Academias de Ciencias



Painting of professor giving a talk in an auditorium in the style of van Gogh

Si reflexionamos sobre el diseño de un sistema de investigación potente para México, las Academias Científicas juegan un papel muy importante. Desgraciadamente, en sexenio actual se las ha ahogado financieramente porque no se comprende su importancia. Ha llegado el momento de plantearse seriamente la creación den un “Instituto de México” que reúna a los mejores científicos del país. Expliquemos.

En México, la Academia Mexicana de Ciencias y otras academias de diverso tipo han recibido tradicionalmente parte significativa de su financiamiento a través de CONACYT y quizás de alguna que otra secretaría de Estado. Una de las Academias más antiguas, la de Medicina, constituye una excepción, ya que logró ser reconocida como asesora del gobierno federal en 1912 (durante el gobierno del presidente Madero) y ha recibido desde 1957 subsidios federales garantizados.

A pesar de eso, CONACYT detuvo las convocatorias para otorgarle financiamiento a las academias científicas desde 2019. Se dijo que deberían “pagarse de las cuotas de sus miembros” porque así es como supuestamente se hace “en otros países”.

El lector completamente desinformado podría creer que las academias científicas en México son simplemente rondas de discusión de élites que bien harían en disminuir los costos de sus doctas tertulias realizándolas en el café más cercano. Se minimiza la gran labor de difusión científica que realizan las academias en México y además el hecho de que en “otros países” sí se les da presupuesto, y no a regañadientes, sino porque las academias son parte fundamental del desarrollo científico de cualquier nación.

La Academia Mexicana de Ciencias, la Sociedad Matemática Mexicana y la Sociedad Mexicana de Física organizan importantes actividades como los veranos de la investigación, las olimpiadas científicas para los jóvenes, así como actividades de difusión para el público en general y para los “científicos ciudadanos”. La AMC edita además la revista Ciencia, libros de actualidad científica y otorga diversos premios y estímulos a investigadores.

Las academias de ciencias, artes, de medicina y de la lengua, surgen en Europa en los siglos XVII y XVIII para consolidarse en el siglo pasado con presupuestos y financiamiento gubernamental de gran monto. Las academias europeas siempre han jugado un papel importante para plantear problemas científicos y estimular su solución. Habría que pensar

por ejemplo en las convocatorias periódicas para resolver problemas matemáticos o de física y que llevaron a grandes descubrimientos. Las academias estimulan también la investigación científica otorgando premios, como el Premio Nobel, a cargo de la Academia de Ciencias de Suecia.

A nivel internacional existen diferentes modelos de financiamiento para las academias: uno de ellos consiste en dotarlas de un patrimonio propio del cual pueden derivar ingresos por inversiones, además de recibir un subsidio gubernamental. En otros casos las academias reciben directamente su presupuesto anual del Estado. Véase lo que gastan algunos países europeos anualmente en academias de ciencias, humanidades y artes:

- Reino Unido: la prestigiosa Royal Society tiene un presupuesto de 108 millones de dólares;
- Alemania: la Unión de Academias, la Leopoldina y ACATECH reciben 99 millones de dólares;
- Francia: el Instituto de Francia genera 60 millones de dólares de recursos propios y subsidios;
- España: el Instituto de España recibe 7 millones de dólares del Ministerio de Educación;
- Estados Unidos: la Academia de Ciencias gasta 200 millones de dólares; el 80% proviene de contratos con el gobierno. Cuenta con patrimonio propio de 280 millones de dólares.

El ejemplo que me parece más elegante de como organizar a las academias científicas es el de Francia. El llamado “Institut de France” reúne a las cinco academias más importantes (la de la Lengua, de Humanidades, Ciencias, Bellas Artes y Ciencias Políticas), además de tener academias afiliadas. Creado por la Convención Nacional durante la Revolución francesa (en el tres brumario del año cinco), el Instituto eliminó

estructuras aristocráticas para convertir a la ciencia y la cultura en una gran tarea nacional. El Instituto de Francia tiene hoy un patrimonio propio de más de 1,100 millones de dólares que puede invertir y ejercer de manera autónoma, además de que recibe donaciones privadas y subsidios estatales.

En España, donde tradicionalmente han adoptado los modelos franceses, se creó el Instituto de España en 1947, el cual reúne a las diez academias reales más importantes (de la Lengua, de Medicina, de Ciencias Exactas y otras). Tanto el Instituto de Francia como el de España realizan labores de divulgación de las ciencias y las humanidades muy relevantes, lo cual bien justifica la elevada contribución estatal, que no es gasto inútil, es inversión en el futuro.

En Alemania, por su parte, existe una organización dual de las academias. Aquel país es una verdadera federación: educación y ciencia se conciben como tareas asignadas a los estados. Algunos de ellos tienen sus propias academias de ciencias y humanidades, reunidas a nivel nacional en lo que se llama la Unión de Academias. La “Leopoldina” es además la academia federal (similar a la Royal Society) y la Academia de Ingeniería es también de alcance nacional. Todas ellas dependen del subsidio estatal y federal, que como se apuntó arriba, es de 99 millones de dólares. Sin embargo, la mayor parte de los fondos no provienen de la federación sino de los Estados, que además compiten entre sí para tener las mejores academias.

En los países de vanguardia en el área científica, las academias agrupan a los mejores investigadores y les dan un foro desde el que pueden asesorar a sus respectivos gobiernos en el área científica. Yo diría que forman la corteza cerebral del hacer gubernamental. En Alemania los problemas más complicados, como el cambio climático o la transformación de la manufactura, pasan primero por las academias que elaboran documentos para asesorar al ejecutivo y al Bundestag. Por

eso el impacto social es muy alto. Sólo en países donde no se valora a la ciencia y a la tecnología se descuida y desprecia a las academias.

En México, donde tenemos diversas academias cuyos diversos presupuestos nunca han sido formalizados de manera unificada, se podría comenzar a trabajar en adoptar una estructura como la de los institutos de Francia o España. Un “Instituto de México”, por llamarlo de alguna forma, podría cobijar y armonizar el presupuesto de las academias de ciencias, humanidades, medicina y otras también importantes. Academias afiliadas (más pequeñas o periféricas) podrían participar en proyectos de interés general, pero consiguiendo su propio presupuesto. Las academias mexicanas lograrían tener así una personalidad política y jurídica que les daría garantías transsexenales. De hecho, ya en el pasado hubo un avance en esta dirección: En 1994 la Academia Mexicana de Ciencias, la Academia Nacional de Medicina y la Academia de Ingeniería crearon la Fundación Nacional de Investigación AC, que más tarde aparentemente no tuvo continuidad.

Como en toda situación de crisis, ahora que la política de austeridad está ahogando de facto a las academias científicas en México, sería el momento de refundar el sistema y de llegar a un modelo que pueda ser sustentable a largo plazo. El modelo francés y español me parece que serían adaptables a la situación de México. Hemos llegado a una coyuntura histórica que podemos salvar con un plan audaz para el futuro que vaya más allá de la pobreza franciscana que le aplica tabula rasa a la ciencia nacional.

Propuestas

- Crear el Instituto de México para agrupar a las academias de ciencias, ingeniería, medicina y humanidades más relevantes en el país.
- Dotar al Instituto de México (y por ende a las academias) de un presupuesto anual garantizado. A cambio, las academias reforzarían

su control de calidad y asumirían proyectos de asesoría en áreas estratégicas.

- Hacer del Instituto de México un asesor de las diferentes ramas de los poderes de la Unión.

11. Arquitectura de la ciencia en Alemania



Painting of map of Germany in the background with laboratory equipment in front, Matisse style.

Hablar de una arquitectura del sistema de investigación científica para nuestro país, implica también ponderar casos de éxito, sin ignorar todas las diferencias de contexto que podemos encontrar entre México y países líderes en la investigación científica. En este capítulo voy a describir a grandes pincelazos como funciona el sistema de investigación en Alemania, uno que conozco muy bien. Ya en el capítulo tres había mencionado que la investigación científica tiene tres pilares y un fundamento. Repasemos cada uno de esos elementos.

La primera cuestión relevante es que en 2020 Alemania le dedicó el 3.2% del PIB a la investigación. El promedio para los países de la OCDE fue de 2.7%. Apenas en 2007, Alemania invertía 2.5% del PIB en investigación, lo que quiere decir que desde entonces ese país ha redoblado

sus esfuerzos, incrementando significativamente el gasto en investigación. Alemania ha invertido en áreas consideradas estratégicas, como son energía, sistemas de movilidad, nuevos materiales, salud, etc. En el mismo periodo, el número de investigadores por cada mil empleados pasó de 7 a 10 personas. Es un crecimiento de 42% mientras que, en el caso de México, el número de investigadores por cada mil habitantes se encuentra estancado desde 2004.

Educación

El sistema educativo alemán está muy bien estructurado y tiene una larga tradición. En Alemania no se intenta enviar a todos los estudiantes a la universidad. Más bien se les encauza desde jóvenes en sistemas terminales alternativos, para que se conviertan en profesionistas universitarios o bien aprendan un oficio.

De acuerdo con la UNESCO, el promedio de educación recibida por los jóvenes es de 14.1 años de escolaridad. En ese rubro Alemania es el país número uno, seguido de los EU y Suiza con 13.4 años de educación. México ocupaba el lugar 46 en la lista de la UNESCO con 8.6 años de educación promedio, que no está tan mal, considerando que el país tuvo primero que alfabetizar el siglo pasado a gran parte de la población y la secundaria obligatoria es un fenómeno reciente. En un país como Chile, los años invertidos en educación por cada joven son 10.3, en promedio.



Ahora bien, en Alemania después de la primaria los estudiantes tiene la opción de matricularse en el Gymnasium, y de ahí pueden pasar a la universidad o bien a una “Fachhochschule”, que son parecidas a las universidades pero no ofrecen programas doctorales. Aquello pupilos que más bien aspiran a aprender un oficio pueden matricularse en la “Realschule”, que los prepara de manera más práctica. De la Realschule se puede pasar a una Fachhochschule o a una escuela de oficios.

Una innovación educativa de gran tradición en Alemania es la llamada “educación dual”, que significa que una empresa contrata al estudiante como aprendiz, le paga un salario, pero lo libera dos o tres días por semana para que acuda a la escuela de oficios a aprender la teoría. En las escuelas de oficios se concentran 2.4 millones de estudiantes, y 1.4 millones de ellos son aprendices en compañías (otro millón asiste a las escuelas de oficios sin tener un empleo en una compañía). Es este un ejemplo extraordinario de colaboración entre la industria y el Estado para dotar de educación a los jóvenes. Las universidades, por su parte, atienden a 2.9 millones de estudiantes, en las licenciaturas, maestrías y doctorados.

Investigación y docencia

Hay un aspecto que es crucial para entender el sistema científico alemán, que es la estrecha interconexión entre la docencia y la investigación. En Alemania las universidades ofrecen títulos de licenciatura, maestría y doctorado. Las llamadas Fachhochschulen sólo los dos primeros tipos de títulos. En cualquier caso, los profesores son contratados por su calidad didáctica y como investigadores. Se espera que los profesores definan proyectos de investigación, en los que involucren a sus estudiantes, de todos los niveles.

Un ejemplo puede aclarar la forma en que funciona esa interconexión entre docencia e investigación. Durante varios años participé en la competencia de fútbol robótico llamada RoboCup. Las universidades

participantes construyen equipos de robots móviles que juegan partidos de futbol en canchas alfombradas. Hay desde los robots con ruedas de 18 cm de diámetro, de 50 cm de diámetro o robots humanoides. En nuestra universidad convocábamos cada año a los estudiantes interesados a integrarse como equipo para diseñar y armar los robots. Los estudiantes de doctorado dirigían a sus compañeros de maestría y licenciatura. A nadie se le rechazaba, aunque pudiera estar en el primer semestre de su carrera. Colaboraban estudiantes de ingeniería, matemáticos, físicos y hasta estudiantes de humanidades que podían programar. El resultado es un laboratorio que es como una “escuela de pueblo”, con todos los niveles académicos mezclados, y donde los estudiantes aprenden de otros estudiantes. El resultado final eran los robots ya contruidos e incluso publicaciones para revistas especializadas. Muchos estudiantes obtuvieron su primera publicación científica de esa manera.

Ahora imaginemos este ejemplo replicado en universidades y Fachhochschulen a través de todo el país. Lo que se genera es un ímpetu enorme de investigación sobre todos los temas, no sólo de ingeniería, sino de lingüística, humanidades, sociología, etc. En México no existe esa tradición y recuerdo aún que lo típico en mi época era que los estudiantes no se plantearan participar en investigación sino hasta que se veían confrontados con el problema de escribir una tesis. Se debe crear esa tradición en México, lo que implica hacer posible que se asignen créditos de materias por participar en proyectos de investigación. La experiencia lo confirma: los estudiantes aprenden más de otros estudiantes, trabajando con sus pares en esos equipos de todas edades, que además pueden ser interdisciplinarios. Lo que el estudiante de matemáticas no puede aportar, lo contribuye el electrotécnico, o el mecatrónico, o el físico. La gran ventaja para los docentes, además, es que pueden hacer avanzar sus proyectos más rápidamente y además la docencia se convierte en extensión de la investigación e implica estar innovando continuamente.

Los centros de investigación

En Alemania existen múltiples centros de investigación que se han agrupado en tres sistemas: la Sociedad Max-Planck para investigación básica, la Sociedad Fraunhofer para investigación de tipo industrial, la Sociedad Leibniz para investigación aplicada y la Sociedad Helmholtz para investigación de gran escala en laboratorios nacionales. La Sociedad Max-Planck (MPG) es la joya de la corona y cuenta con un presupuesto garantizado a largo plazo. La mitad de los costos de un centro de investigación los asume la federación y la otra mitad el estado donde se ubica cada centro. La MPG es autónoma, tiene un presidente y cada centro define sus líneas de investigación tratando de incidir en la ciencia de frontera.

La Sociedad Fraunhofer (FhG, 80 institutos) realiza proyectos con la industria y más de la mitad del presupuesto de cada centro tiene que provenir de contratos con compañías. Hay institutos que desarrollan chips, otros se han concentrado en vehículos eléctricos y movilidad, etc. Los institutos de la FhG están distribuidos por todo el país.

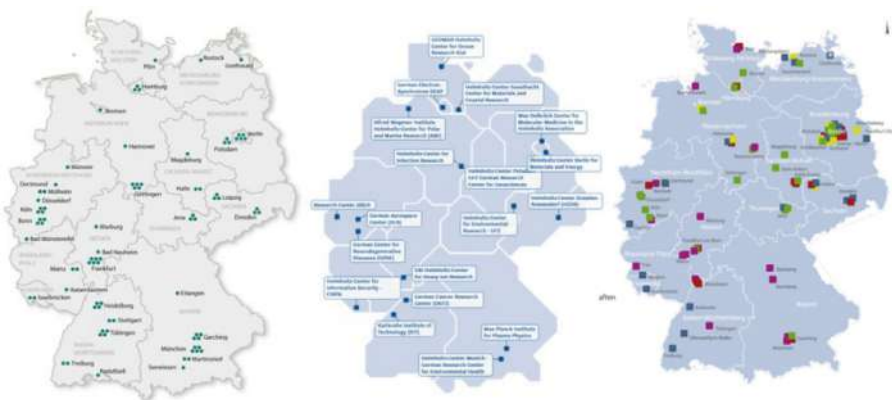
La Sociedad Leibniz se formó después de la fusión de la República Democrática Alemana con la República Federal. Existían institutos de la Academia de Ciencia de la RDA que subsistieron como entes individuales. Decidieron unirse junto con otros institutos en la RFA en el conglomerado Leibniz, lo que les permite negociar presupuesto de manera unificada y ajustar sus planes de investigación de manera conjunta. La Sociedad Leibniz reúne ahora a 88 centros de investigación.

La Sociedad Helmholtz agrupa a los que se podría llamar laboratorios nacionales, como son los centros nucleares en Karlsruhe y Jülich o los aceleradores de partículas en Hamburgo. Los laboratorios nacionales emergieron inicialmente centrados sobre todo en la física nuclear y de partículas, pero se han diversificado. El Centro Nuclear de Karlsruhe hoy se llama Centro de Investigación de Karlsruhe e investiga todos los temas, desde energías renovables hasta neurociencias. Se le fusionó con la Universidad de Karlsruhe, logrando tener de esa manera una máquina

impresionante de investigación e innovación. Lo mismo sucedió con el Centro Nuclear de Jülich, que se ha diversificado.

Y además de todo esto, los estados y la federación tienen algunos centros de investigación que dependen directamente de los ministerios. Hay 38 institutos federales y 160 estatales, con diversos cometidos.

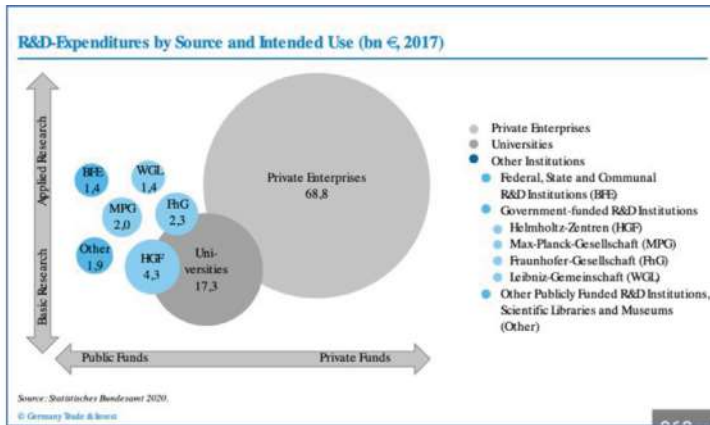
Imagen 1. Distribución de los centros de investigación MPG, Helmholtz y Leibniz en Alemania



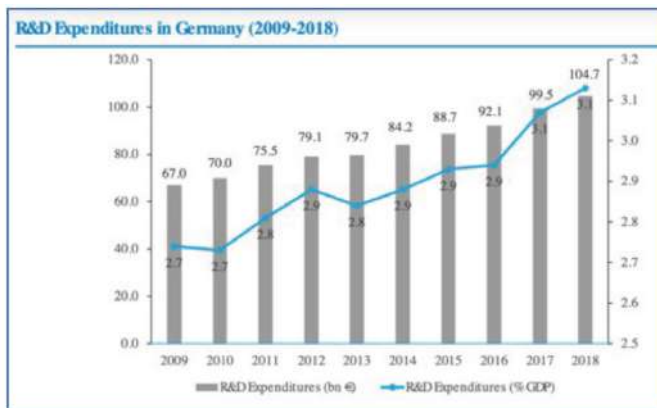
La inversión privada en investigación

Alemania es uno de los países europeos con la mayor participación de la industria en el total de la inversión en investigación anual. La Imagen 1 muestra en el eje horizontal el origen de los fondos utilizados en investigación, hacia derecha tenemos a la industria, hacia la izquierda al sector público. Como se puede ver, las universidades reciben financiamiento privado, en parte, y realizan más investigación básica. Pero en la Imagen 2 es claro que la industria, con 68.8 miles de millones de inversión anual en R&D, cubre la mayor parte del gasto en este rubro.

Imagen 2. Origen de los fondos para investigación en Alemania



Gráfica 8. Inversión en R&D en Alemania

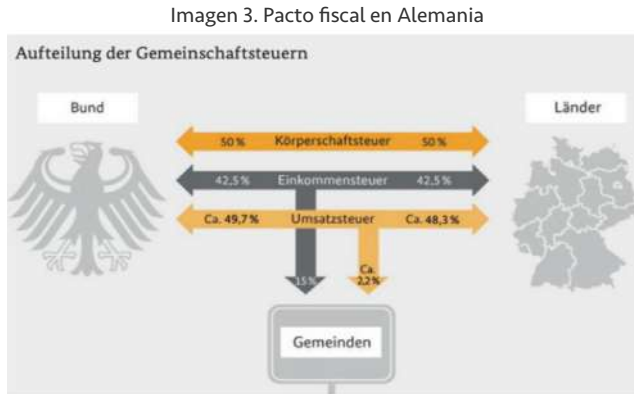


La Gráfica 8 muestra el crecimiento continuo del gasto en investigación desde 2009 en Alemania, hasta alcanzar el 3.3% del PIB y 104 mil millones de euros.

Gasto federal y estatal

Queda sólo tocar el punto del financiamiento del sistema de investigación. Una cuestión importante, la organización de las academias de ciencias, ya ha sido tratada en el apartado 10.

La Imagen 3 muestra lo que constituye una diferencia fundamental entre Alemania y México: el flujo de los ingresos por impuestos corresponde a una verdadera federación con división de poderes.



En Alemania los impuestos se recaudan a nivel local y fluyen entonces de las comunas, a los estados, y de estos a la federación, es decir “bottom-up” y no “top-down”, como ocurre en México. Los impuestos a las empresas se reparten por la mitad entre la federación y los estados. De los impuestos sobre el ingreso la federación y los estados reciben 42.5% cada uno y las comunas el 15%. Del IVA la federación recibe el 49.7%, los estados el 48.3% y las comunas el 2.2%.

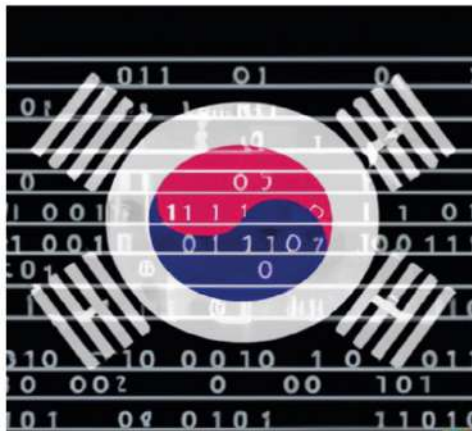
Lo que esto quiere decir es que las comunas están suficientemente financiadas para ocuparse de todos los servicios municipales y de la infraestructura urbana, que es muy moderna. Los estados, actuando en su conjunto, tienen una fuerza económica y política equiparable a la del gobierno central.

Hay además una competencia que se podría llamar “virtuosa” entre los estados por apropiarse de nichos de investigación y desarrollo. Bavaria, por ejemplo, se apropió del sector aeroespacial creando un ecosistema favorable para la instalación de es tipo de empresas. La Baja Sajonia ha invertido mucho en proyectos de movilidad e industria auto-

motriz, ya que alberga a la compañía Volkswagen. Hamburgo ha concentrado desde siempre los mayores aceleradores de partículas. Berlín se ha concentrado en la industria del software y los servicios. Nada de eso sería posible si los estados tuvieran que aparecer como suplicantes ante la federación, cada vez que deciden abordar un nuevo proyecto de investigación y desarrollo.

El efecto sobre la educación pública, de esta estructura tributaria, es igualmente benéfico. El sistema educativo es muy homogéneo en todo el país. La mayor parte de las universidades son estatales.

12. Corea del Sur y la cultura de innovación



South korean flag in the background knowledge economy in the foreground, digital style.

Entre los países de la OCDE, Corea del Sur es muy especial porque ha logrado que un porcentaje muy alto de la investigación nacional sea financiado por compañías. De acuerdo con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de ese país, en 2020, cerca del 73% de la inversión en investigación provino del sector privado. En España, por ejemplo, la mitad de la investigación es financiada por el Estado y la otra mitad por la indus-

tria. Así que tenemos un abanico de porcentajes en la OCDE, reflejando el mayor o menor peso de la industria privada en la investigación.

Corea del Sur apostó muy temprano por una economía de exportación. Gigantes industriales como Hyundai o Samsung comenzaron como pequeñas empresas, pero cuya producción estaba orientada al mercado mundial. En 2020, Corea del Sur exportaba el 32% de su producto interno bruto (PIB). Sorprende saber que, en México, con un PIB menor al de Corea del Sur, de todas maneras el 34% del PIB consiste hoy en exportaciones. Ese porcentaje subió de 9% en el año 1990, a 25% en el año 2000. Es evidente que el tratado de libre comercio con Estados Unidos y Canadá ha transformado al país en una economía de exportación. Lo que nos falta es convertir ese impulso en uno de innovación científica y tecnológica a todos los niveles. Exportamos muchos autos, pero son de compañías con una casa matriz en otro país. El contenido tecnológico nacional es mínimo.

En este apartado quisiera tematizar la cultura de innovación que es tan importante en Corea del Sur. En aquel país, el gobierno maneja una serie de programas e iniciativas que busca fomentar la creación de nuevas empresas, los llamados *startups*. Una manera de hacerlo es proporcionándoles becas y subsidios a nuevas compañías a través de la Oficina de Pequeñas y Medianas Empresas. También se les proporcionan préstamos estatales a bajo interés. En Alemania sucede algo similar. Hace años formé parte de un comité en el Ministerio de Educación y Ciencia de Alemania y evaluábamos propuestas de financiamiento de *startups*. Teníamos que evaluar el proyecto, al equipo que lo proponía (generalmente estudiantes graduados) y les otorgábamos un financiamiento que les permitía operar por un año, para que pasaran a la siguiente fase, que puede consistir en que obtengan financiamiento privado. Quizás sólo 10% de los proyectos elegidos llegaban a operar más allá de un año, pero lo importante es que los que sobrevivían se conver-

tían en nuevas fuentes de empleo. Es posible que en Corea el sistema de apoyo a *startups* obtenga resultados similares.

Algo muy importante es que en Corea del Sur el gobierno opera una red de incubadoras y aceleradoras de empresas. Esas incubadoras le proporcionan oficinas compartidas, servicios de Internet y teléfono, así como asesoría a costo muy bajo a los *startups*. En 2021 el número de incubadoras con apoyo gubernamental era de 39 en todo el país, además de las incubadoras privadas, que ya son más de 200. En México la mayor parte de las incubadoras de empresas las podemos encontrar asociadas a universidades y algunas en parques industriales. Desgraciadamente, el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM), que supuestamente debería tener una función de apoyo a nuevas empresas, fue desaparecido en 2019 y no está claro qué funciones y con cuánto éxito fueron transferidas a la llamada Unidad de Desarrollo Productivo en la Secretaría de Economía.

Además de las incubadoras, en Corea del Sur la ley favorece la instalación de nuevas empresas, limitando la burocracia y proporcionándoles incentivos fiscales a los inversionistas. Claro que invertir en *startups* es riesgoso y por eso los incentivos fiscales ayudan a canalizar inversión hacia los emprendedores.

Pero quizás lo más importante es que en las universidades coreanas, se fomenta la cultura de la innovación y esa mentalidad emprendedora. En México quizás el caso de mayor éxito es el TEC de Monterrey, que soporta varias incubadoras de empresas, que además integra en sus programas educativos.

Además de todos estos apoyos, el gobierno coreano subsidia a aquellas pequeñas empresas que quieren participar en ferias internacionales de comercio, para dar a conocer sus productos. Lo mismo sucede en Alemania. A lo largo de los años debo haber participado en unas diez ferias internacionales, representando a mi universidad o a diversos *startups*. Nunca tuvimos que pagar por la participación en las ferias, sólo

por nuestro viaje y sustento. Esas ferias son siempre una gran oportunidad para expandir la red de contactos y para conocer inversionistas.

Corea del Sur sabe que en las áreas en las que exporta no puede reposar en sus laureles. Desde 1998 lanzó la estrategia de transitar hacia una “economía del conocimiento”, es decir, basada en la producción y exportación de productos de alta tecnología. La iniciativa tiene repercusiones muy importantes sobre lo que he llamado los tres pilares de la investigación: 1) Implica que se debe continuar mejorando la calidad de la educación y que las universidades deben transformarse en motores de progreso científico e industrial, 2) Implica también que los centros de investigación deben concentrarse en proyectos que le permitan al país mantener su liderazgo en alta tecnología, y 3) La investigación privada debe seguir propulsando la economía de exportación. Eso significa también mejorar y ampliar la infraestructura nacional. Por ejemplo, la velocidad promedio de las conexiones a Internet en todo el país es de 132mbps, tres veces más que el promedio internacional. Se ha tendido fibra óptica por todo el país, que proporciona picos de velocidad para el usuario de 2 Gbps (con esa velocidad se pueden transmitir 250 videos con calidad de TV digital, simultáneamente). La red de celulares 5G es también de las más grandes del mundo, después de China, que ya tiene 400 millones de suscriptores en esas redes de alta velocidad. En Corea del Sur el 29% de la población ya tiene acceso a conectividad 5G.

Las economías avanzadas se distinguen también por el número de patentes que registran. En 2021, Corea del Sur registró 231,000 solicitudes de patentes, las que representan el 6.1% del total mundial. Corea es el quinto país en ese rubro, sólo debajo de China, Estados Unidos, Japón y Alemania, cuatro países con poblaciones mucho mayores que los 51 millones de coreanos.

En suma: es impresionante que Corea del Sur haya comenzado destruida después de la guerra de Corea, que dividió al país, y ya sea ahora una de las economías más pujantes. En 1960, de acuerdo con el Banco

Mundial, el PIB per cápita de México era de 1098 dólares y el de Corea del Sur de 82 dólares. En 2020 el de México había aumentado a 9,480 dólares per cápita, pero el de Corea del Sur a 33,381 dólares. Eso sólo se explica por la tenacidad de los coreanos, por su temprana apertura a la economía de exportación, por su énfasis en la educación y por su cultura de innovación que seguramente se plasmará en avances adicionales en la nueva fase que quieren afrontar como país, la de la economía del conocimiento.

Propuestas

- Fomentar una cultura de innovación en la educación que se imparte en México.
- Establecer en México una red de incubadoras de empresas con apoyo estatal.
- Definir modos expeditos de apoyar el establecimiento de nuevas empresas. Algunas, que fueran seleccionadas en concursos abiertos, podrían recibir un subsidio y/o préstamos a bajo interés para la etapa del despegue.
- Requerir de las empresas internacionales que se establecen en México para exportar que apoyen a *startups* relacionadas con sus actividades (a partir de un cierto volumen de ventas).

13. Ciencia Ciudadana

Para que la ciencia avance en nuestro país, no hay que esperar que todas las iniciativas vengan del Estado. La población debe y puede participar en proyectos sugeridos por algunos visionarios, pero en los que puede colaborar casi cualquier voluntario.

Un ejemplo muy interesante son las redes de monitoreo ambiental. Existen sensores en las ciudades que miden el grado de contaminación por micropartículas, el ozono y el CO₂ en la atmósfera, así como la

temperatura y humedad. Pero si estos sensores son instalados y mantenidos por el gobierno local, generalmente se trata de pocas instalaciones y no alcanzan para cubrir densamente una cierta región. Por eso desde hace algunos años creció mucho el interés por instalar en los hogares sensores de bajo costo conectados a una “nube” computacional, la que presenta los resultados de manera gráfica. Se puede checar cual es la calidad del aire y si acaso una nube de polución esta avanzando hacia la ciudad. En California, con los múltiples incendios forestales que han sufrido en los últimos años, la venta de esos sensores ha crecido mucho. Los cientos de sensores instalados por ciudadanos, que los conectan por WiFi a Internet, permiten monitorear en tiempo real el estado de la polución atmosférica, lo que puede influir sobre las actividades diarias. Durante épocas de alta polución la Universidad de Stanford, por ejemplo, ha decidido cerrar el campus en algunas ocasiones. ¿Cuál es el costo de esos sistemas? Dependiendo del número de sensores, el precio puede oscilar entre 100 y 300 dólares, lo cual representa una inversión modesta para una familia norteamericana.



Citizens doing science on the street in Matisse style.

Otro ejemplo de ciencia ciudadana son los muestreos de animales y plantas que se hacen regularmente en algunos países. Existe una gran

preocupación por la desaparición de algunas especies de insectos (por los pesticidas o por el cambio climático) y la mejor manera de evaluar el problema es realizando censos periódicos. Lo que se hace es diseñar alguna aplicación para teléfonos celulares con la que los participantes en el censo puedan registrar el número de insectos que encuentran durante un día, los pueden además fotografiar y, si la aplicación lo permite, la identificación de la especie se puede hacer automáticamente. Lo mismo se ha hecho para organizar censos de aves, para tener así una idea de las poblaciones de las diferentes especies y su evolución a lo largo del tiempo.

Un ejemplo notable de una iniciativa de ciencia ciudadana es la llamada Noche de las Estrellas que se realiza en México desde 2009. El evento de divulgación de la ciencia, que aparentemente es el de mayor relevancia en Iberoamérica, fue inspirado por un evento similar en Francia. Cada año participan cerca de 8,000 voluntarios que tutelan al público. Hasta ahora ha participado un millón y medio de mexicanos en la Noche de las Estrellas. Lo importante de este ejemplo, además, es que no se trata de astrónomos profesionales que imparten clases, sino de astrónomos ciudadanos que contribuyen montando sus telescopios y explicándole a sus pares ciudadanos, desde la operación del telescopio, hasta el proyecto particular que se aborda en cada edición del evento. Durante 2022 hubo 90 sedes por todo el país.

En Estados Unidos la NASA mantiene un portal de ciencia ciudadana. Con la gran cantidad de datos que son capturados por satélites y sondas, vivimos en la era del Big Data del espacio. Por ejemplo, para descubrir planetas en otros sistemas solares, se puede analizar la luminosidad de una estrella y si esta fluctúa de manera periódica, esto se podría deber a que un planeta se interpone entre el telescopio y la estrella, al estar rotando alrededor de ella. El problema es que hay millones de estrellas por analizar. Los voluntarios pueden entonces utilizar el programa proporcionado por la NASA, eligen de la base de datos alguna estrella que

aún no ha sido procesada y evalúan los datos. Ocasionalmente descubren un exoplaneta y lo pueden reportar a la NASA.

Otro ejemplo de ciencia ciudadana es el mapa de conexiones cerebrales que la Universidad de Princeton ha estado elaborando desde hace años. Se trata de describir las interconexiones entre neuronas en el cerebro. Los humanos somos muy buenos para examinar imágenes de cortes cerebrales, descubrir neuronas e identificar sus contactos con otras neuronas. Los programas de procesamiento de imágenes no pueden competir aún en ese campo con voluntarios, así que se les recluta y todos ellos colaboran para mapear una cierta región del cerebro y obtener lo que se llama su “conectoma”. Los voluntarios hacen algo útil y además aprenden neurociencias.

En México tenemos algunos ejemplos notables de ciencia ciudadana. La CONABIO lista tres en su portal: un censo de aves conectado a un censo internacional operado por Universidad de Cornell, NaturaLista, que es un registro fotográfico de especies, las que son identificadas por la red de participantes (echándole montón), y un registro de especímenes en colecciones de insectos o animales en México. Desgraciadamente, la asfixia presupuestal de la CONABIO ha conducido a que las plataformas no estén actualizadas.

Un ejemplo de ciencia ciudadana en el que estoy directamente involucrado consistiría en explorar de manera más precisa la contaminación ambiental producida por el volcán Popocatepetl en el valle de Puebla. Es evidente, dada la capa de polvo que todos los días se deposita en los hogares y automóviles de las zonas circundantes, que la polución por micropartículas en el aire es significativa. Un análisis de laboratorio de las cenizas del Popocatepetl encontró partículas entre 0.2 y 2.5 micras de metales como hierro, cromo, cobre, magnesio, zinc, así como diversos tipos de silicato. El Popocatepetl emite además diversos compuestos de azufre, que pueden reaccionar con el agua de la lluvia para producir

lluvia ácida. A pesar de todo esto, la red de monitoreo ambiental del Estado de Puebla cuenta sólo con cinco estaciones, insuficientes para toda la región. La idea entonces es adquirir los sensores necesarios en Estados Unidos, sensores que se conectan a Internet para producir un mapa de polución de toda la zona. Los sensores los importaría una universidad y los vendería a los voluntarios, para recuperar costos, y así lograr contar con una red ciudadana de monitoreo ambiental cerca del Popocatepetl. Algún arrojado científico ciudadano ya instaló el primer sensor de ese tipo en Puebla. En el portal de la compañía fabricante veo, al escribir esto, que ese sensor califica la calidad del aire como de semáforo “naranja”. A las 5AM el semáforo llegó al rojo, lo que muestra que no se trata de contaminación de micropartículas producidas por el tráfico o la industria, sino por el volcán. Yendo más allá en este proyecto de ciencia ciudadana habría que comparar las estadísticas de salud con las series de tiempo de polución.

Avanzar la ciencia en México es por eso una tarea de todos los ciudadanos. El Estado debería estimular esos esfuerzos privados. Quizás las diversas academias de ciencias, medicina e ingeniería fueran el vehículo adecuado para coordinar esos esfuerzos y también, por qué no, financiamiento semilla.

Propuestas

- Los centros públicos de investigación en México deberían formular activamente proyectos de ciencia ciudadana y darles seguimiento.
- Se debería crear un portal de ciencia ciudadana para agrupar y coordinar los proyectos.

14. Conclusiones

Resta poco por decir en este tramo final. Las ideas más importantes ya han sido expuestas. En primer lugar, la noción de que la investigación científica descansa sobre tres pilares: la educación, los centros públicos de investigación y la investigación privada, esas tres columnas descansando en un pacto fiscal justo para la federación, los estados y los municipios. Hemos investigado dos casos de éxito: la arquitectura del sistema científico alemán y la cultura de innovación tan presente en Corea del Sur.

México es ya un gigante en cuanto exportaciones. Como mencionamos más arriba, Corea del Sur exporta 32% de su PIB mientras que México ya exporta el 34% del mismo. Pero en cuanto a investigación científica, México es un enano. Invierte menos del 0.3% del PIB en investigación, mientras que Corea del Sur invierte hasta el 4.5% del mismo para poder afrontar los retos de la economía del conocimiento en el nuevo siglo.

Reorganizar el sistema científico nacional requiere reconocer que esto no puede suceder como en el pasado, con proyectos parciales y de corto plazo. Rara vez se ha actuado de manera transversal, con respecto al conjunto de la economía, y de manera transexenal.

Los diversos capítulos de este ensayo han tratado las diferentes facetas de la arquitectura de la ciencia. En Europa hay una gran tradición de investigación científica y podemos aprender de ellos como se estructura un sistema de investigación potente organizado alrededor de centros públicos y privados de investigación, laboratorios nacionales, educación de gran calidad y academias de la ciencia. He mencionado el caso de Francia y España, para motivar algunas propuestas, pero sobre todo el caso de Alemania, un país que conozco muy bien.

Las propuestas que aquí se hacen son de tipo macroeconómico, habría que aterrizarlas ya con todos los detalles micro para lograr un verdadero auge de la investigación científica en México. Muchas de mis propuestas se han encontrado con el escepticismo de colegas, que me

dicen “en México no se puede”. Yo, por el contrario, creo que si se puede y espero que este ensayo catalice la discusión necesaria acerca de las propuestas mencionadas.

*Caminante, son tus huellas el camino y nada más;
Caminante, no hay camino, se hace camino al andar*

Antonio Machado



A painting showing someone making a road by walking on water, in impressionism style

Ciencia, educación y desarrollo sostenible

José Antonio Seade Kuri

La desigualdad social y la desigualdad económica han lacerado a la población más vulnerable de nuestro país por largo tiempo. El camino para superarlas es difícil y es un acierto que el gobierno federal las haya puesto en el centro de la agenda nacional. A la vez, múltiples indicadores muestran una desigualdad igualmente preocupante, que es la desigualdad en el conocimiento, cuyo génesis está en la educación e impacta notablemente la calidad de vida de la sociedad. Ahondar en ese tema es el propósito de esta nota.

En este mundo globalizado en que estamos inmersos, en el cual el conocimiento juega un papel cada día más importante, la educación y el desarrollo social van de la mano. Aspirar a tener bienestar social sin desarrollo económico, es irreal; hablar de desarrollo económico sin tecnología e innovación, es una quimera, cómo también lo es hablar de desarrollo tecnológico e innovación, sin ciencia que los sustente. Y sin una educación de calidad, es imposible aspirar a tener una sociedad donde la ciencia juegue un papel importante.

Por eso es que la educación, el conocimiento, la CTI, el desarrollo económico y el bienestar social, forman una cadena indisoluble, una unidad.

El desarrollo lo podemos ver como un vehículo con cuatro ruedas: una es el sector académico, otra es el sector político, otra es el sector

* Presidente de la Academia Mexicana de Ciencias.

privado, y una más es el sector social; si una de esas ruedas no funciona, el vehículo no camina correctamente.

Por supuesto que el tema es vasto y se puede abordar desde muchos puntos de vista; yo tocaré unos pocos. Empecemos por la base:

1) *El principio de la cadena:*

educación y formación de recursos humanos

Es un hecho que, en México, la desigualdad en el conocimiento comienza con la educación básica y es tan preocupante como las desigualdades social y económica. Y aquí hablamos tanto de la desigualdad entre los distintos sectores de la población, como también el de la desigualdad entre la preparación que se brinda a los niños y jóvenes mexicanos en comparación con otros países. Sin una educación sólida de la población, no seremos jamás una sociedad del conocimiento.

El Programa PISA (*Programme for International Student Assessment*) tiene como objetivo medir la capacidad de los alumnos de 15 años para utilizar sus conocimientos y habilidades de lectura, matemáticas y ciencias, para afrontar los retos de la vida real. El examen se hace cada tres años, y el que debía ser en 2021 se pospuso a 2022 por la pandemia, así que el para esta nota usamos los estudios comparativos de 2018. Recientemente estamos conociendo los resultados de PISA 2022, los cuales no son alentadores, pero no cambian de manera sustantiva lo que aquí se dice; si acaso lo ratifican.

El informe del examen PISA en 2018 señala que sólo el 1% de los estudiantes mexicanos obtuvo un desempeño sobresaliente en alguna de las tres áreas, lectura, matemáticas y ciencia, mientras que el 35% no obtuvo el nivel mínimo de competencia en ninguna de las tres áreas.

Mientras que en los países de la OCDE el promedio del porcentaje de alumnos con bajo nivel en lectura es de 23%, en México es de 45%, lo que significa que no pueden identificar la idea principal en un texto, encontrar información basada en criterios explícitos, o reflexionar sobre el

contenido de los textos cuando se les indica explícitamente lo que deben buscar. En pocas palabras, no están preparados para captar la información relevante en los textos que leen.

Tabla de Resultados. Países OCDE

	LECTURA	MATEMÁTICAS	CIENCIA
PROMEDIO OCDE	487	489	489
Estonia	523	523	530
Canada	520	512	518
...
Grecia	457	451	452
Chile	452	417	444
México	420	409	419
Colombia	412	391	413

Otros países

China	555	591	590
Singapore	549	569	551
Macao	525	558	554
Croacia	479	464	472
Emiratos Árabes U.	432	435	434
Uruguay	427	418	426
Filipinas	340	353	357

Los *países asiáticos*, una vez más, se llevaron los *primeros lugares*. Más del *85% de los estudiantes* de estos países lograron obtener un nivel sobresaliente en lectura. Estos resultados contrastan con los obtenidos por los países en América Latina.

Entonces vemos que el éxito que los países asiáticos están teniendo en sus economías y en elevar la calidad de vida de sus poblaciones, no es una coincidencia sino fruto de un proceso que comienza por la educación de sus niños y jóvenes.

Está comprobado que los niños y jóvenes, que a la edad de 15 años no han desarrollado una buena comprensión de las matemáticas y del pensamiento lógico-deductivo, por ejemplo para saber extraer la esencia de un texto o tener un razonamiento elaborado, difícilmente podrán continuar exitosamente con estudios en las áreas del STEM, que cada día cobran más importancia a nivel mundial.

El conocimiento se construye de manera piramidal, requiere tener una base sólida y es conocido que la educación en los primeros años de la primaria es decisiva para la formación de los niños y jóvenes. La función primordial de la docencia es enseñar a pensar correctamente. Cabe decir que con el enorme desarrollo tecnológico que está teniendo lugar alrededor del mundo, y en el cual debemos construir espacios para los jóvenes mexicanos, la importancia de la enseñanza primaria y la preparación para las ciencias exactas y la tecnología, van en aumento y no en retirada.

Ahora, es cierto que, aún así, México ha logrado construir una comunidad científica de alto nivel, y que en ciertas áreas de la tecnología somos referencias mundiales. Pero son grupos muy localizados: es importante cuidar y reforzar también la educación superior y los posgrados.

Un programa de CTI con visión social de largo aliento, debe contemplar desde la educación de las y los niños y jóvenes, a la formación de investigadores e investigadoras, por lo que también es importante reforzar nuevamente los programas de becas para estudiantes de posgrado de calidad, tanto en México como en el extranjero, que han sido castigados en los últimos años.

Sin educación, no hay conocimiento, y sin éste, tenemos una sociedad que no conoce, y por tanto no valoriza la investigación científica y lo que ésta tiene para aportar a la sociedad.

Por ejemplo, un estudio de la firma Deloitte, de asesoría financiera, muestra que aproximadamente el 11% de los empleos en Gran Bretaña, están directamente asociados a investigación en “ciencias matemáticas”,

y esto conduce al 16% del producto interno bruto. Y estoy hablando sólo de las ciencias matemáticas, no de la ciencia en general. Eso muestra cuán enraizado está en la sociedad británica el pensamiento científico.

Por eso afirmo que, desde la educación básica hasta la investigación científica, tenemos una cadena indispensable para el bienestar social.

Es entonces fundamental preguntarnos:

- 1) *¿Cómo puede México mejorar sustancialmente la educación en los niveles básico y medio?*
- 2) *¿Cómo fortalecer las licenciaturas, los posgrados y particularmente la formación de recursos humanos con gente especializada en el sector industrial?*

Un camino natural para el primer punto es que las universidades jueguen un papel más activo en la preparación de los maestros normalistas, que son quienes preparan a otros profesores. Se puede hacer una gran “cruzada nacional”, donde se sumen los esfuerzos de la UNAM, IPN, universidades estatales, etc., coordinando una parte en línea con otra presencial.

Con respecto al segundo punto, hay mucho que decir y no lo abordaré aquí, pero es claro que requiere la suma de esfuerzos del gobierno, sector empresarial y sector académico, con una visión social. También es importante destacar el éxito del sistema de universidades Rosario Castellanos (<https://rcastellanos.cdmx.gob.mx/>). Ese modelo debería replicarse en el país, y simultáneamente, fortalecer las universidades estatales, y desarrollar ampliamente las universidades técnicas, más que forzar a las universidades estatales a aumentar su matrícula sin mejorar su infraestructura y acrecentar su personal docente, e impulsar universidades mediocres, con grandes deficiencias.

Veamos ahora el siguiente eslabón de la cadena:

II) *Investigación científica y tecnológica*

Permítanme empezar con algunos datos interesantes. Todos hablamos de China como un país que está apoyando fuertemente la ciencia y la tecnología, mientras que pensamos en México y América Latina como regiones altamente agrícolas en general. Y antes de continuar, quiero decir que reconozco y valoro la agricultura mexicana, pero creo que con apoyo tecnológico, podría dar mucho más.

Por ejemplo, la pera, que es originaria de Europa oriental y de Asia occidental, actualmente se produce masivamente en China: la producción mundial suele rondar los 22-23 millones de toneladas al año, de los cuales China produce alrededor de 18 millones, es decir cerca del 80%. Similarmente, China contribuye con cerca del 55% del volumen global de la producción de manzanas y con más del 40% de la producción mundial de fresas. Todo eso significa, además de ingresos económicos, alimento para la población.

Otro ejemplo interesante, que puede tener un impacto trascendente en México, es la tecnología para el juncao (ver la página de la ONU: <https://sdgs.un.org/topics/capacity-development/juncao>). Es una hierba híbrida desarrollada por científicos chinos después de décadas de investigación y cultivo, que crece en zonas desérticas y se está usando tanto para detener y revertir la desertificación, como para alimentar ganado y cultivar hongos aptos para consumo humano. El programa “Juncao” está ahora siendo desarrollado por la División de Desarrollo Sustentable de la ONU, para transferir esa tecnología a los países en desarrollo, con el fin de fortalecer la capacidad de los pequeños agricultores, para lograr una agricultura sostenible.

Estos son ejemplos claros de impacto social de la investigación científica y tecnológica en cuestiones agrícolas. Hay muchos más en diversos campos del conocimiento. Por ejemplo, México tiene un notable sistema de producción de vacunas y una red de vacunación muy completa y

eficiente. Sin embargo, políticas deficientes hicieron que México tuviera que depender de otros países en la reciente pandemia del COVID.

Hay muchos otros ejemplos en los que el conocimiento científico y tecnológico aportan bienestar social. Sin embargo, *la importancia de invertir en I&D es algo que no acaba de permear en México.*

Permítanme mostrar algunas cifras interesantes:

Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas)
 Datos del Banco Mundial: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6>

EUROPA

País	Año más reciente	Número de investigadores
Alemania	2020	5,393
Francia	2020	4.926
Letonia	2020	2,156
Malta	2020	2296
Finlandia	2020	7.527

AFRICA

País	Año más reciente	Número de investigadores
Angola	2016	19
Argelia	2917	819
Gambia	2018	53
Sudáfrica	2019	484
Marruecos	2017	1074

ASIA

País	Año más reciente	Número de investigadores
Tailandia	2020	2.070
Singapur	2019	7.287
Corea, República de	2020	8.714
China	2020	1.585
Uzbekistán	2021	523
Omán	<u>2021</u>	<u>284</u>
India	2015	216

AMÉRICA

País	Año más reciente	Número de investigadores
México	2020	349
Panamá	2013	39
Venezuela	2020	291
Chile	2019	510
Brasil	2014	888
Canadá	2018	4,516
EUA	2019	4,821

Por otro lado, tenemos los siguientes datos de la UNESCO:
<https://es.unesco.org/node/275052>

En 2001, el monto global de inversión en I&D en el mundo empresarial era el 1.08% del PNB, y éste ascendió a 1.15% en 2011 gracias en buena parte al incremento que hubo al respecto en China e India, países que en ese rubro aportaban el 5.1% de la inversión total en 2001, y pasaron a aportar el el 19.9% en 2011.

Mientras tanto otras regiones contribuyen de forma muy modesta (2011):

Oriente Medio y Norte de África (1.9%),
 América Latina (1.5%) y
 África sub-sahariana (0.5%).

Veamos con más detalle la inversión en I&D de algunos países:

Porcentaje del PIB invertido en I&D (Banco Mundial)

<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators/Series/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>

Incluye investigación básica, aplicada y Desarrollo experimental

País	2016	2017	2018	2019	2020
Mexico	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3
Argentina	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
Brasil	1.3	1.1	1.2	1.2	1.2
Peru	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
China	2.1	2.1	2.1	2.2	2.2
Francia	2.2	2.2	2.2	2.2	2.3
Alemania	2.9	3.0	3.1	3.2	3.1
Israel	4.5	4.6	4.8	5.1	5.4
Corea (del Sur)	4	4.3	4.5	4.6	4.8
Japon	3.1	3.2	3.2	3.2	3.3
EUA	2.9	2.9	3.0	3.2	3.4

La inversión en investigación y desarrollo (I&D) es uno de los principales motores de la economía de los países, y es a la vez una componente fundamental para la generación de empleos, talento e innovación.

Esta inversión en I&D ha llevado a países como China, EUA, Japón, Corea o Alemania, a posicionarse como las principales economías del mundo. Israel, China y Corea eran países que estaban en la pobreza extrema hasta hace pocas décadas, y hoy son ya potencias económicas. India es un país con más de mil millones de habitantes, la gran mayoría en pobreza extrema hasta hace poco; sin embargo lleva tiempo invirtiendo en I&D, y el avance en su economía es notable. Veamos datos:

Crecimiento anual del PIB de algunas de las principales economías “emergentes” del mundo (+EUA), desde 2018 hasta 2024
<https://es.statista.com/estadisticas/942932/crecimiento-anual-del-pib-de-los-20-paises-mas-ricos-del-mundo/>

Pais	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
China	6,75%	5,95%	2,34%	8,02%	5,6%	5,28%	5,25%
India	6,53%	4,04%	-7,25%	9,5%	8,52%	6,57%	6,29%
Indonesia	5,17%	5,02%	-2,07%	5,58%	3,2%	5,94%	6,36%
Corea del Sur	2,91%	2,24%	-0,85%	4,28%	3,3%	2,82%	2,57%
Brasil	1,78%	1,41%	-4,06%	5,23%	1,52%	2,01%	2,1%
México	2,2%	-0,18%	-8,31%	6,25%	4%	2,2%	2%
EUA	2,92%	2,29%	-3,41%	5,97%	5,2%	2,18%	1,7%

Vemos así que la innovación y el desarrollo llevan a un mayor crecimiento económico, lo que deriva en la contratación de más empleados. Esto significa un gran apoyo para el tejido social. No es casualidad que los países que más invierten en I+D, sean los mismos que poseen las economías más fuertes a nivel global y con tasas de crecimiento muy altas, que distan mucho del resto de países, como el nuestro, que aún no dan la suficiente importancia a invertir en investigación y desarrollo, y hasta han reducido su partida presupuestaria para este fin.

III) *El siguiente eslabón: desarrollo y bienestar social*

Este es un tema vasto y fundamental, con mucho que decir y que no abordaré en este trabajo. Me limitaré sólo a tocar algunos puntos fundamentales.

- Por un lado, la educación y el conocimiento contribuyen en sí mismos, de manera significativa, a una mejor calidad de vida de la población en diversas formas. Es un tema vasto y de suma importancia. Por ejemplo, de 2012 a 2015, fue Gobernador del Departamento de

Antioquia, en Colombia, el Dr. Sergio Fajardo. Su plan de desarrollo “Antioquia la Más Educada” fue premiado como el mejor del país y redujo notablemente la violencia en la capital, Medellín, que era una de las ciudades más violentas de Colombia en la época.

- El camino principal para que la investigación científica se traduzca en una mejor calidad de vida de la población, es a través de la ciencia aplicada, la tecnología y la innovación. Para esto, algo indispensable es tender más puentes entre los sectores académico y empresarial, y para que eso sea realmente exitoso, es necesario tener políticas que estimulen esa colaboración.

Se debe retomar el apoyo a la investigación científica de calidad en todas sus líneas. Por ejemplo, es totalmente absurdo querer negar la importancia y pertinencia de la investigación en biotecnología; o discriminar la ciencia básica. A la vez, se debe propiciar la investigación aplicada, lo que nos lleve al punto anterior.

Hacia una Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

Brenda Valderrama*

José Luis Solleiro Rebolledo**

Jorge Mauricio Flores Moreno***

Crescencio García Segundo****

Las elecciones presidenciales de junio de 2024 nos presentan la oportunidad idónea para reflexionar sobre el futuro de las entidades de gobierno responsables del fomento y financiamiento de la ciencia, tecnología e innovación.

México ha demostrado su preocupación histórica porque la investigación científica en el país se promueva, se estimule, se desarrolle y se coordine, como lo demuestra la creación de órganos destinados para esos fines: el Consejo Nacional de la Educación Superior y de la Investigación Científica en 1935; la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica en 1942; el Instituto Nacional de la Investigación Científica en 1950 y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 1970.

Un diagnóstico elaborado por el Instituto Nacional de la Investigación Científica en 1970 concluye con la necesidad de mejorar la organiza-

* Instituto de Biotecnología / Universidad Nacional Autónoma de México.

** Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología / Universidad Nacional Autónoma de México.

*** Centro de Investigaciones en Óptica.

**** Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología / Universidad Nacional Autónoma de México.

ción de la investigación científica y tecnológica de forma que se pudiese elaborar y coordinar una política nacional de ciencia y tecnología.

Para identificar la mejor alternativa, se realizaron análisis y consultas mediante sistemas, ya que permitía interrelacionar a los órganos que realizan investigaciones, preparan recursos humanos, y a otros que coordinan, fomentan o prestan apoyos a actividades científicas y tecnológicas. Entre las conclusiones de este estudio se propone integrar al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología –y ahora de Innovación– (SNCTI) con la participación de:

- a. Un órgano gubernamental de alto nivel, encargado de la formulación de programas indicativos de investigación científica y tecnológica, así como de la distribución de los recursos adicionales que se destinen a estas actividades;
- b. Las instituciones de educación superior;
- c. Los centros que realizan investigaciones básicas o aplicadas; y
- d. Los usuarios de la investigación (dependencias gubernamentales, empresas industriales, agrícolas, comerciales, etc.).

Se esperaba que las funciones principales de la entidad central del SNCTI fueran captar y jerarquizar las necesidades nacionales institucionalizando los diferentes comités de consulta, evaluar los medios con los que el país cuente para llevar a cabo las actividades de investigación científica y tecnológica y sus aplicaciones, elaborar programas indicativos y proponer la creación de nuevas instituciones o la promoción de empresas y, formular el programa anual de recursos adicionales.

Se propuso en ese momento crear un organismo descentralizado del Estado con facultades para asesorarse de representantes, tanto de la comunidad científica como de entidades gubernamentales, instituciones de educación superior y usuarios de la investigación, que pueda canalizar fondos adicionales para desarrollar programas y proyectos

específicos a instituciones o centros de investigación, que asegure su imparcialidad en el otorgamiento de recursos para lo cual no deberá realizar investigaciones, salvo las referidas a la investigación misma, y fungir como asesor del Ejecutivo Federal para fijar la política nacional de ciencia y tecnología en todas sus dimensiones.

El CONACYT, como organismo descentralizado, ha pasado por diferentes configuraciones en sus cincuenta años de vida: ha estado sectorizado a la Secretaría de Educación Pública, a la de Programación y Presupuesto y a la de Economía. También ha tenido etapas dessectorizado, es decir, sin ser parte de la estructura de una secretaría por lo que ha sido necesario que realice sus gestiones directamente.

Entre 2012 y 2018 se crea la Oficina de la Presidencia de la República para Ciencia, Tecnología e Innovación con la finalidad de cerrar la brecha derivada de la falta de un secretario que represente los intereses del Consejo. Esta configuración trajo una época de bonanza, alcanzando en 2015 su máximo histórico de inversión por lo que, por un tiempo, pensamos que se había encontrado la figura idónea para nuestro sector.

Desafortunadamente la Oficina desaparece en 2018 al mismo tiempo que el presupuesto del Consejo sufre una contracción tan profunda que lo regresa a los niveles de funcionamiento que tenía a finales de los años 90.

Durante este tiempo el CONACYT se ha desviado en algunos aspectos con respecto al diseño original, mientras que en otros lo ha seguido, fortaleciéndose. El desvío más grave y con consecuencias palpables fue haber vulnerado “su imparcialidad en el otorgamiento de los recursos, para lo cual no deberá realizar directamente investigaciones, salvo aquellas que se refieran a la investigación misma”, esto por dirigir un sistema de investigación conformado por los Centros Públicos de Investigación que deja en desventaja al resto del sistema al competir por los recursos del Consejo.

La funcionalidad del Consejo se fortaleció gracias a la publicación de la Ley de Ciencia y Tecnología del 2002 permitiendo la consolidación de un órgano de consulta y participación desde donde recibiría asesoría “de representantes, tanto de la comunidad científica como de entidades gubernamentales, instituciones de educación superior y usuarios de la investigación” a través de la figura del Foro Consultivo Científico y Tecnológico que estuvo activo desde entonces hasta 2019.

La misma Ley respetó la recomendación de “canalizar fondos adicionales para el desarrollo de programas y proyectos específicos que realicen las instituciones o centros de investigación, sin interferir con los recursos ordinarios de éstas” mediante la constitución de una red de fondos para la investigación asentados en fideicomisos, y mejoraron todavía la redacción inicial de 1995 al dotarlos de un mecanismo de ejercicio multianual.

Los 96 fondos para investigación que se constituyeron a partir de 1995 desaparecieron cuando se modificó la Ley de Ciencia y Tecnología en la cámara de diputados en noviembre de 2021. Entre las ventajas que ofrecían estos fondos y de las cuales ya no podemos beneficiarnos, se encontraba que solamente la mitad de recurso ejercido provenía del CONACYT, con lo que se duplicaba el presupuesto para proyectos, y que su administración tampoco recaía en el Consejo, con lo que se agilizaban los procesos.

La Red ProcienciaMx publicó un documento titulado “Estrategia de política de CTI hacia el bienestar social y el desarrollo sustentable de México: 2024-2031”. Entre sus propuestas está la creación de una Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación asistida por dos agencias especializadas para fomentar y financiar la investigación y la innovación, respectivamente. Idealmente, esta dependencia asumiría las funciones de la actual Subsecretaría de Educación Superior de la SEP distribuidas entre las Direcciones Generales de Educación

Superior Universitaria, Universidades Tecnológicas y Politécnicas, y de Educación Superior para Profesionales de la Educación.

La creación de una Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación debe considerarse seriamente por las siguientes razones:

1. Sería la garante de un derecho humano establecido en el artículo 3o fracción V de la Constitución dotándolo de la misma relevancia de otros históricamente atendidos por el gobierno federal como los derechos a la salud o a la educación.
2. Para convocar otras áreas del gobierno, junto con diputados y senadores, gobernadores y presidentes municipales, y con los sectores privado y social para fortalecer la gobernanza que requiere el Sistema Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNESCTI). Esta convocatoria se deberá realizar bajo los preceptos constitucionales del Estado Mexicano, en coordinación con las entidades federativas y los municipios.
3. Dado que la actividad científica y tecnológica tiene dos fines concurrentes que son el desarrollo social y el desarrollo económico, tener el rango de Secretaría le permitiría participar de ambos gabinetes y de esa forma equilibrar mejor el impacto de sus acciones.
4. Consolidaría la mayor parte del presupuesto asignado para el cumplimiento del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, dividido históricamente entre la Secretaría de Educación Pública y el Consejo.

Entre las gestiones realizables dentro de la Secretaría que proponemos se encuentran los apoyos a las Instituciones de Educación Superior para sus actividades de investigación, las becas en todas sus modalidades, incluyendo al Sistema Nacional de Investigadores, el impulso al desarrollo de tecnología y el fomento a la innovación, así como las acti-

vidades de comunicación y divulgación de la ciencia, los reservorios de información y el acceso facilitado a publicaciones científicas, entre otras acciones centralizables. La Secretaría debiera ser responsable también de la interlocución con los órganos Directivo y de gobernanza, éste último bajo la figura de un Comité Nacional de Consulta y Participación.

Las atribuciones que tendría esta Secretaría serían suficientes para asegurar la gobernabilidad y el desarrollo de un nuevo sector transversal y con multiplicidad de visiones y su reconfiguración tendría un costo administrativo moderado al integrar en una sola dependencia al personal y presupuesto con el que cuentan actualmente la Subsecretaría de Educación Superior de la SEP y el Consejo.

En 2024, estas dos áreas recibirán un presupuesto operativo conjunto superior a 34,233 millones de pesos, pero, desde el Presupuesto de Egresos de la Federación, la SEP recibirá otros 52,858 millones de pesos para actividades de Ciencia y Tecnología (Tabla 1). Si se asignaran completos estos recursos del PEF para su ejecución por la nueva Secretaría, no se generaría sobre costo, pero se ganaría la funcionalidad tan necesaria para la activación del sector. Adicionalmente, se ganaría también en transparencia pues actualmente la SEP etiqueta de manera incorrecta el 64% de los recursos que recibe para este fin, lo que impide su correcto seguimiento.

La nueva Secretaría tendría también la jerarquía necesaria para realizar de manera exitosa la vinculación que debe tener una cabeza de sector con el resto de la Administración Pública Federal, en particular las Secretarías de Economía, Agricultura, Cultura, Marina, Relaciones Exteriores, Turismo, Seguridad y Protección Ciudadana, Energía, Salud, Medio Ambiente e Infraestructura, Comunicaciones y Transportes, así como la Comisión Federal de Electricidad, la Fiscalía General de la República, el Instituto Mexicano del Seguro Social y el ISSSTE las cuales

recibirán más de 55 mil millones de pesos este año en conjunto para actividades de Ciencia y Tecnología (Tabla 1).

Esta jerarquía será particularmente útil para cuando se lleve a cabo la elaboración de una nueva Ley General de Ciencia, Tecnología e Innovación que sustituya a la vigente ya que es posible que sea derogada o al menos modificada sustancialmente en un futuro próximo debido a sus violaciones a la Constitución.

Contar con agencias asociadas proporcionaría a la Secretaría agilidad y funcionalidad para el ejercicio de los recursos para proyectos. Estas agencias podrían constituirse como organismos descentralizados de la administración pública con autonomía de gestión y patrimonio propio. Sería muy importante dotarlas de instrumentos para el financiamiento de proyectos multianuales.

Mientras que una de las agencias podría concentrarse en el financiamiento de la investigación básica siguiendo el modelo del extinto fondo SEP-Conacyt y de la investigación aplicada y la acumulación de infraestructura para la atención de problemáticas sectoriales o locales en concurrencia con otras Secretarías y otros órdenes de gobierno, la otra encausaría sus recursos a proyectos específicos de investigación aplicada a procesos o productos comerciales, al desarrollo y maduración de tecnología, así como al estímulo de la innovación, todo esto en concurrencia con el sector privado.

El reto para las agencias consiste en la necesidad de que operen al menos a los niveles existentes entre 2012 y 2018, antes de la extinción de los fondos para investigación, cuando se ejercieron más de 45 mil millones de pesos en apoyo de alrededor de 10 mil proyectos.

Esta configuración, con ciertas particularidades, existe ya en países como España, Israel, China, Colombia, Argentina, Nueva Zelanda, Islandia, el Reino Unido y Brasil, entre otros.

Propuesta de asuntos para despacho de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación

Elaborar y conducir la política nacional en materia de educación superior, ciencia, tecnología e innovación; y coordinar los programas de fomento y financiamiento de la investigación, el desarrollo de tecnología y la innovación de la Administración Pública Federal, así como los agrupamientos por funciones y programas afines que, en su caso, se determinen.

En lo relativo a la gobernanza del sector

- Conducir, en el ámbito de su competencia, las relaciones del Poder Ejecutivo con las autoridades de las entidades federativas y de los municipios, con instituciones especializadas en educación e investigación, con agrupaciones ciudadanas, organizaciones sociales, cámaras y asociaciones de empresarios del sector privado y demás actores sociales para los temas de educación superior, ciencia, tecnología e innovación.
- Formular, integrar y proponer el Programa Sectorial de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, así como coordinar su ejecución y evaluación, en los términos de las Ley de Planeación y de otras Leyes aplicables.
- Integrar un Consejo Directivo del más alto nivel político para que actúe como órgano de toma de decisiones en materia de política nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación que estará presidido por la persona titular del Ejecutivo Federal y deberá convocar a todas las entidades de la Administración Pública Federal que reciban recursos para el cumplimiento del Programa Sectorial de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, así como a los representantes de las entidades federativas, de las Instituciones de Educación Superior públicas y privadas, de los Centros Públicos de Investigación, de cámaras empresariales, de las Academias disci-

plinares con cobertura nacional y de las Organizaciones Civiles con actividades en el sector.

- Crear, convocar, gestionar y apoyar el trabajo de Comités de Consulta y Participación plurales que propongan políticas, emitan recomendaciones sobre incentivos y regulaciones, participen en la evaluación de resultados e impactos de políticas y programas, y sirvan de enlace con los diversos grupos interesados en esta política.
- Acompañar y fortalecer el sistema de Centros Públicos de Investigación para promover la investigación básica y aplicada y coadyuvar a la generación de productos tecnológicos y de innovación que promuevan el desarrollo de las diferentes regiones del país.
- Proponer las prioridades, los lineamientos programáticos y los criterios de asignación del gasto para Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación que deberán tomar en cuenta las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en sus anteproyectos de programas y presupuesto.
- Realizar conjuntamente con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público la revisión y análisis integral de los anteproyectos de programas y presupuesto de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal para apoyar la investigación científica y el desarrollo tecnológico, a fin de asegurar su congruencia global con las políticas, prioridades, lineamientos programáticos y criterios de asignación del gasto definidos, con la participación de dichas dependencias y entidades.
- Regir el sistema educativo superior nacional; formular, regular, coordinar y conducir la política de educación superior que compete al Ejecutivo y contribuir al fortalecimiento de las instituciones de educación superior públicas.
- Organizar, vigilar y desarrollar en las escuelas oficiales, incorporadas o reconocidas, la enseñanza superior y profesional.
- Revalidar estudios y títulos de educación superior.

- Vigilar, con auxilio de las asociaciones de profesionistas, el correcto ejercicio de las profesiones, la revisión del marco nacional de calificaciones y los ajustes necesarios para que la educación superior del país se alinee con las tendencias globales y nacionales en materia de empleo.
- Promover, monitorear y regular el cumplimiento de metas pactadas y desarrolladas que apoyen la formulación e instrumentación de la política nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación.

En lo relativo a la política nacional en Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación:

- Diseñar y aplicar las políticas y programas para hacer efectivo el derecho del acceso a la ciencia y la tecnología, en términos del Art. 3o fracción VII de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en coordinación con las autoridades educativas de las entidades federativas.
- Establecer políticas de largo plazo para la formación de redes de colaboración, de investigación y de fomento al desarrollo institucional con énfasis en la cobertura nacional y desarrollo de oportunidades laborales y de estudios profesionales.
- Establecer políticas de asentamiento nacional y repatriación de científicos y profesionales formados en el extranjero, con apoyo de inicio de carrera para jóvenes.
- Promover y fomentar criterios de evaluación claros y viables para del desempeño académico, específicos para área del conocimiento y perfil laboral, enmarcados en estándares internacionales aplicables al contexto nacional y regulados por un senado nacional o local, representativo de colegios académicos de área, locales, estatales o nacionales.

- Promover la operación de servicios de información y documentación científica y tecnológica, en el marco del Sistema Integrado de Información Científica y Tecnológica.
- Promover el acceso abierto a los resultados de las investigaciones realizadas con el apoyo de recursos públicos o que hayan utilizado infraestructura pública en su realización a través de un Repositorio Nacional, sin perjuicio de las disposiciones sobre patentes, protección de la propiedad intelectual o industrial, seguridad nacional y derechos de autor, entre otros, así como de aquella información confidencial o reservada por su naturaleza o decisión del autor.
- Sistematizar y mantener actualizada la información de recursos humanos, materiales y financieros dedicados a la investigación científica y tecnológica y desarrollo tecnológico en el país.
- Coordinar las funciones de los Centros Públicos de Investigación incluyendo la creación, transformación, disolución o extinción de los mismos con base en criterios de oportunidad de desarrollo, vinculación con necesidades y prioridades, con un sistema de evaluación de calidad y productividad; debiéndose contar con la opinión del Comité Nacional de Consulta y Participación.
- Gestionar con las autoridades competentes facilidades para los procesos administrativos relacionados con la importación de equipo y componentes de laboratorio relacionados a las actividades de investigación científica y desarrollo de tecnología, con aranceles preferenciales, para instituciones de educación superior o centros de investigación tanto del sector público como privado.
- Diseñar e implementar un sistema de incentivos para la investigación realizada dentro de la Administración Pública Federal considerando tabuladores alrededor de la figura de servidor público especializado, donde sus obligaciones, derechos y compromisos éticos queden claramente definidos y sin ambigüedades.

- Diseñar e implementar políticas que faciliten el retiro, conservando la cobertura de servicios médicos y asistenciales primarios, para investigadores y académicos de carrera.
- Establecer mecanismos institucionales y administrativos para la apertura de oportunidades laborales para jóvenes investigadores y académicos de carrera a fin de mantener el desarrollo sustentable y estratégico de la educación profesional y de posgrado en todas las ramas del conocimiento dentro de todo el territorio nacional.
- Promover y gestionar recursos públicos, privados y sociales a través de convocatorias específicas para el fomento de la investigación en todas las áreas del conocimiento y distribuidas de manera estratégica para dar cobertura nacional a las necesidades de formación de recursos humanos, desarrollo científico y tecnológico, humanidades y ciencias sociales.
- Promover las publicaciones científicas mexicanas y fomentar la difusión sistemática de los trabajos de investigadores nacionales y extranjeros residentes en el país, utilizando los medios adecuados para ello y publicando avances relevantes de la ciencia y la tecnología nacionales, sus aplicaciones específicas y los programas y actividades trascendentes de los centros públicos de investigación.
- Generar esquemas de actualización y renovación de equipos de laboratorio de uso común, así como de infraestructura dentro de las Instituciones de Educación Superior y Centros de Investigación públicos.
- Establecer programas de investigación estratégica de apoyo público y social orientada a homogeneizar la formación profesional y presencia de servicios públicos y privados, cuyos objetivos sean a largo plazo.
- Establecer los instrumentos necesarios para publicitar los productos y actividades de investigación generados por las diferentes instituciones públicas y privadas que conforman el sistema de Educa-

ción Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación nacional, para su apropiación social.

- En coordinación con la Secretaría de Relaciones Exteriores y vinculados a las diferentes Secretarías de Estado, fomentar la ejecución de programas y proyectos de cooperación científica y tecnológica internacional.
- Propiciar las bases para la gestión de interlocución técnica, legal y observación del cumplimiento de acuerdos, reglamentaciones y normatividad de la investigación en todas las ramas del conocimiento, para efectos de cumplimiento de acuerdos y reglamentaciones internacionales.

En lo relativo al fomento del desarrollo científico y tecnológico:

- Garantizar la inversión concurrente de recursos públicos y privados para el desarrollo de actividades de investigación, desarrollo de tecnología e innovación usando como base el gasto federal en Ciencia y Tecnología y en Educación Superior.
- Apoyar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la innovación, así como la formación y consolidación de grupos de investigadores en todas las áreas del conocimiento, así como el ramo de las ingenierías.
- Crear fondos para el fomento de proyectos de investigación y para la construcción de infraestructura científica y su equipamiento, asegurando que el esquema de financiamiento sea el apropiado para el apoyo de proyectos multianuales.
- Fomentar la ejecución de proyectos de investigación e infraestructura científica de alto impacto que promuevan el desarrollo de las diferentes regiones del país.
- Patrocinar y fomentar la realización de congresos, asambleas y reuniones, eventos, competencias y concursos de carácter científico, técnico, educativo y de política científica y desarrollo profesional.

- Apoyar a los estudiantes de educación superior de nacionalidad mexicana para que puedan realizar su investigación o completar su formación académica en otras entidades dentro del territorio nacional o en el extranjero.
- Diseñar, organizar y operar programas de apoyo y un sistema nacional de estímulos e incentivos para la formación y consolidación de investigadores en cualquiera de sus ramas y especialidades, y promover el establecimiento y difusión de nuevos premios y estímulos.
- Fortalecer el sistema de Centros Públicos de Investigación para generar investigación básica y aplicada de vanguardia, en colaboración con Universidades Públicas y Privadas que realicen actividades de investigación.

En lo relativo a la promoción y fomento de la Educación Superior:

- Promover la creación de institutos de investigación científica y técnica y el establecimiento de laboratorios, observatorios, planetarios y demás centros tecnológicos que requiera el desarrollo de la educación superior; así como apoyar la investigación científica y tecnológica en las Instituciones de Educación Superior públicas.
- Promover e incentivar la creación de carreras de nivel técnico profesionalizante, licenciatura y posgrado para la atención de las necesidades regionales y fomento de áreas estratégicas que den sustento al sector educativo, de investigación científica y de desarrollo tecnológico, humanístico y social, así como de divulgación de la ciencia.
- Formular y financiar programas de becas y en general de apoyo a la formación de recursos humanos, en sus diversas modalidades, y concederlas directamente, así como integrar la información de los programas de becas que ofrezcan para postgrado otras instituciones públicas nacionales o los organismos internacionales y gobiernos extranjeros, a fin de optimizar los recursos en esta materia

y establecer esquemas de coordinación eficientes, en los términos de las convocatorias correspondientes.

- Fomentar programas de formación y capacitación constante de recursos humanos de alto nivel y de intercambio de profesores, investigadores, técnicos y administradores, en coordinación con dependencias, entidades, instituciones académicas o empresas, tanto nacionales como extranjeras.
- Promover la formación de profesionales en todas las áreas del conocimiento en el sector industrial internacional, seguido de repatriación para renovar, actualizar y consolidar el sector de desarrollo científico, tecnológico e industrial.

En lo relativo a la vinculación con el sector privado:

- Crear los instrumentos necesarios para promover la innovación y el desarrollo tecnológico, y fortalecer las capacidades tecnológicas de la planta productiva nacional, junto con el sector privado.
- Promover la creación de agendas de prioridades sectoriales de cada secretaría de Estado, a fin de establecer un mapa de necesidades estratégicas de recursos humanos, científicos, tecnológicos, humanísticos y sociales, con enfoques regionales y nacional.
- Definir junto con las Secretarías de Economía y Hacienda y Crédito Público políticas, instrumentos y medidas, incluyendo estímulos fiscales y financieros, facilidades administrativas, de comercio exterior y regímenes de propiedad intelectual en apoyo de las actividades de investigación y desarrollo experimental realizadas por el sector privado.
- Promover la elaboración de indicadores estratégicos que den pie al sustento racional de iniciativas correspondientes para crear acciones de cooperación científica y tecnológica entre las diversas instituciones del estado, el sector educativo profesional y posgrado,

así como instancias del sector privado que incentiven el desarrollo regional de manera estratégica.

- Propiciar la gestión y realización de estudios prospectivos para identificar las necesidades nacionales en ciencia y tecnología, estudiar los problemas que la afecten y sus relaciones con la actividad general del país.
- Promover la participación de la comunidad científica y de los sectores público, social y privado en el desarrollo de programas y proyectos de fomento a la investigación científica y tecnológica y al desarrollo tecnológico.
- Apoyar la generación, difusión y aplicación de conocimientos científicos y tecnológicos hacia el sector público y privado, dentro y fuera del país.
- Sentar las bases para fomentar la gestión de la labor académica y de investigación con horizonte internacional. Con objetivo de largo plazo, lograr consolidar el sector de Innovación y Desarrollo capaz de competir a nivel internacional.

En conclusión, contar con una instancia del más alto nivel dentro del Gobierno Federal dotaría al Sistema Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación de las facultades y presupuesto necesario para el fortalecimiento del sector.

Bibliografía

Diario Oficial de la Federación. Reglamento interior de la Secretaría de Educación Pública (2020). https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5600-454&fecha=15/09/2020#gsc.tab=0

Diario Oficial de la Federación. Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2024 (2023a). https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5709507&fecha=25/11/2023#gsc.tab=0

- Diario Oficial de la Federación*. Estatuto Orgánico del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (2023b). https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5693992&fecha=30/06/2023#gsc.tab=0
- Instituto Nacional de la Investigación Científica*. Política Nacional y Programas en Ciencia y Tecnología (1970). <https://www.siicyt.gob.mx/index.php/normatividad/nacional/programa-especial-de-ciencia-tecnologia-e-innovacion-peciti/1970-politica-nacional-y-programas-en-ciencia-y-tecnologia/606-politica-nacional-programa-en-cyt-1970-1/file>
- Jímenez de Sandi Valle, A. G. (2022). Orígenes y desempeño del Conacyt en el sexenio de Luis Echeverría Álvarez. *Sociológica*, 37(105), 219–248 <http://www.sociologicamexico.azc.uam.mx/index.php/Sociologica/article/view/1715/176>
- Méndez Docurro, E. (2011). Conacyt, promotor de una masa crítica nacional. *Ciencia y Desarrollo*. <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/archivo/250/articulos/entrevista.html>
- Secretaría de Educación Pública*. Organigrama de la Subsecretaría de Educación Superior de la SEP. <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/organigrama-de-la-secretaria-de-educacion-publica?state=published>

Tabla 1. Presupuesto de Egresos de la Federación 2024. Desglose por ramo administrativo

Presupuesto de Egresos de la Federación 2024. Desglose por ramo administrativo	Registros función CTI	Presupuesto función CTI (mdp)	Presupuesto total (mdp)	% asignado a función CTI	Presupuesto asignado para el cumplimiento del PECITI (mdp)	% del ppto PECITI asignado a la función CTI
Agricultura y Desarrollo Rural	205	1.871	74.110	2,5%	6.141,62	30,5%
Economía	27	176	3.960	4,4%	1.931,37	9,1%
Educación Pública	437	19.064	439.018	4,3%	52.858,71	36,1%
Energía	86	932	167.736	0,6%	30.422,42	3,1%
Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación	2927	33.085	33.171	99,7%	38.178,39	86,7%
Infraestructura, Comunicaciones y Transportes	155	228	85.688	0,3%	229,36	99,6%
Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado	918	109	475.829	0,0%	109,34	100,0%
Instituto Mexicano del Seguro Social	347	877	1.345.951	0,1%	877,14	100,0%
Medio Ambiente y Recursos Naturales	131	424	70.245	0,6%	630,48	67,2%
Provisiones Salariales y Económicas	1	1.806	176.856	1,0%	1.805,53	100,0%
Salud	785	2.799	96.990	2,9%	11.861,00	23,6%
Seguridad y Protección Ciudadana					81,38	0,0%
Comisión Federal de Electricidad					2.492,43	0,0%
Fiscalía General de la República					141,01	0,0%
Cultura					189,98	0,0%
Marina					14,70	0,0%
Relaciones Exteriores					5,30	0,0%
Turismo					18,60	0,0%
Total	6.019	61.372	2.969.554	2,1%	147.988,78	41,5%
Relativo al total del PEF			9.066.045,80	0,7%		



*Propuestas y reflexiones sobre el futuro de la política de ciencia,
tecnología e innovación en México*

se terminó de imprimir en febrero de 2024

en Trauco Editorial

Prolongación Colón 155, int. 115. Tossá

Tlaquepaque, Jalisco, México.

Tiraje: 500 ejemplares.

México ha logrado construir un sistema de ciencia y tecnología a lo largo de ocho décadas, desde la creación de los primeros institutos de investigación de la UNAM, y con más fuerza y dinamismo desde la creación del CONACyT hace cinco décadas, lo cual le ha permitido tener una presencia en el mundo del conocimiento. Sin embargo, los rezagos son evidentes. Una infraestructura institucional y científica débil; una comunidad de investigadores y tecnólogos todavía muy reducida en proporción al tamaño de nuestra población y de nuestra economía; y un monto de inversión pública y privada totalmente insuficiente para transitar hacia un país que quisiera hacer de la agenda de ciencia, tecnología e innovación una prioridad. La oportunidad para que en el futuro inmediato nuestro país se convierta en un país emergente que logre un lugar en la sociedad y economía basadas en el conocimiento, está a punto de perderse.

Los textos que se compilan en este volumen, son resultado de reflexiones diversas y propuestas puntuales, que algunos miembros de la comunidad científica han elaborado ya sea a título individual o institucional, para nutrir el debate sobre qué hacer con la política de ciencia, tecnología e innovación en México. La intención es que esta compilación circule a través de las comunidades de científicos, tecnólogos, funcionarios, empresarios, políticos, legisladores, periodistas y observadores diversos del entorno nacional. Se trata de textos que continúan mejorándose y ampliándose, son documentos en trabajo continuo, que se retroalimentan de la discusión y el intercambio, no se trata de versiones acabadas, sino de avances en la reflexión. Su objeto es ese, detonar la generación de nuevas ideas y nuevas propuestas.

Siendo este año de 2024 un año que quisiéramos recordar como un año de deliberación amplia sobre las diversas alternativas en la construcción de una agenda de políticas públicas renovadas, la Academia Mexicana de Ciencias y el Instituto de Investigación en Políticas Públicas y Gobierno de la Universidad de Guadalajara, decidimos llevar a cabo esta compilación de textos que reflexionan y promueven ideas acerca de cómo renovar la política nacional en la materia.

El IPPG, tiene como misión animar la discusión y deliberación informada sobre los diversos ámbitos de políticas públicas, esta compilación forma parte de esta labor. Esperamos que estos materiales cumplan su cometido y sean tomados en cuenta en un año que deberá ser de diálogo y construcción de un mejor futuro para México y para el sector científico del país.