

BOLETÍN CONAHCYT

2024

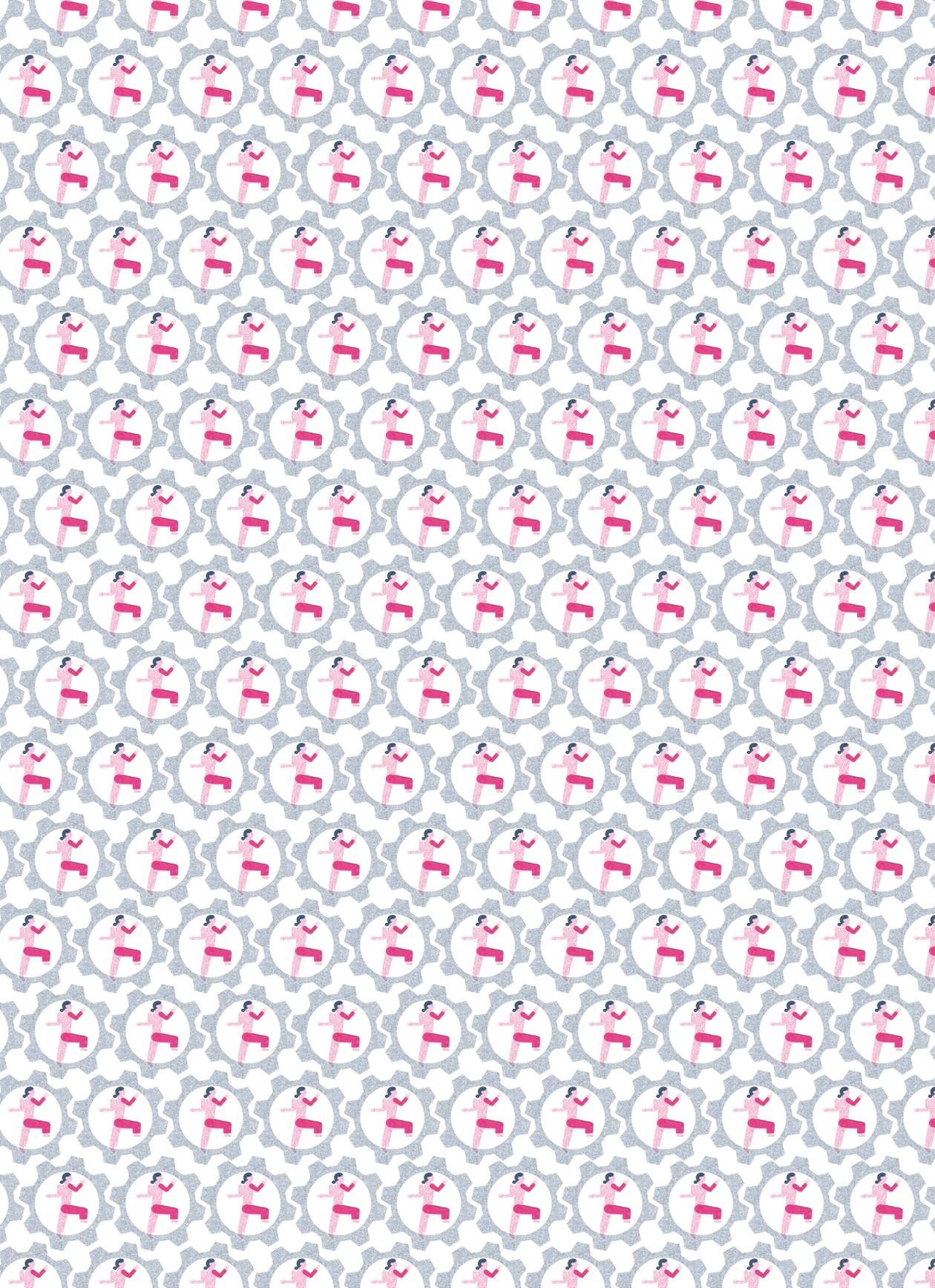
6

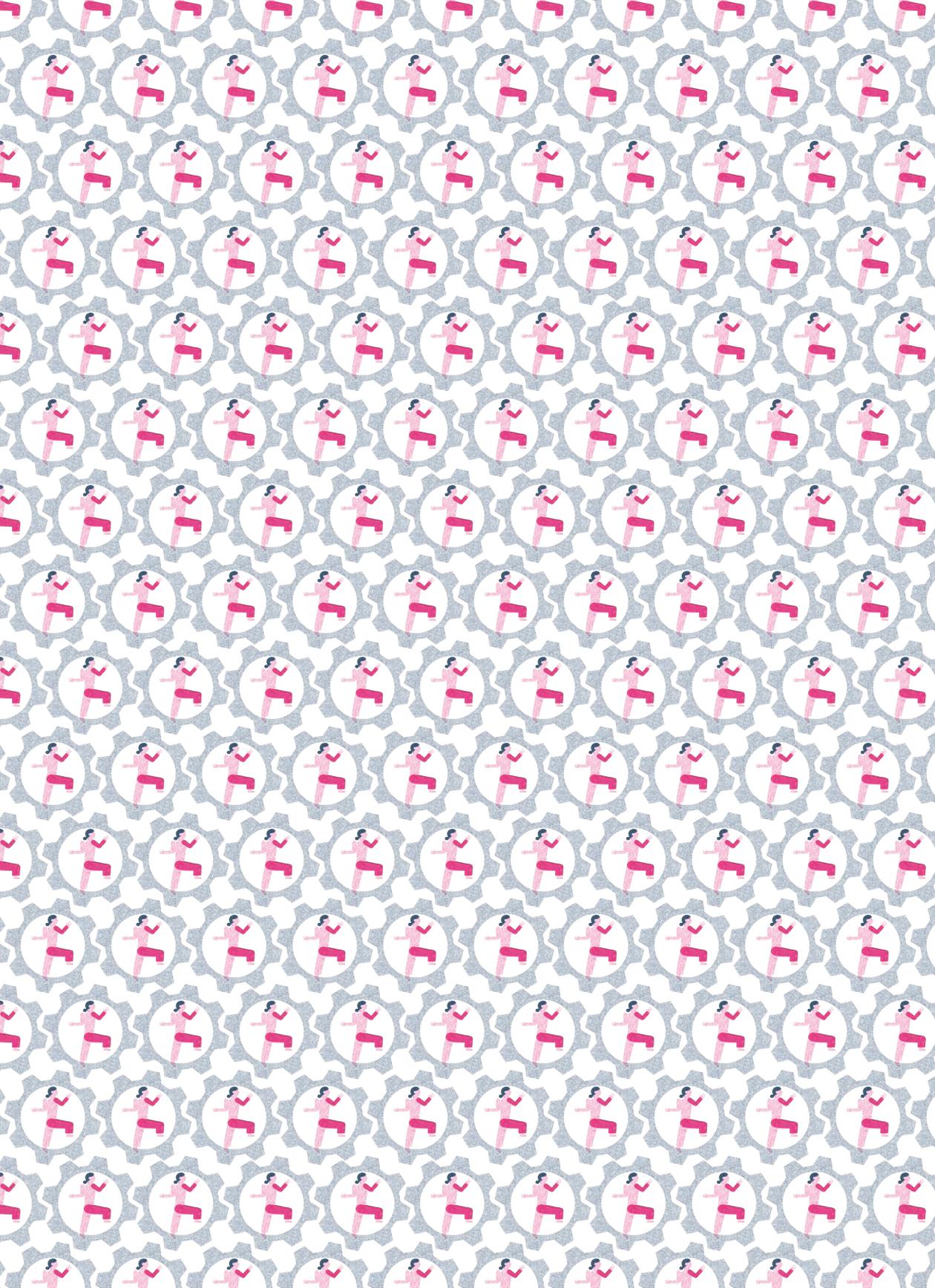


GOBIERNO DE
MÉXICO



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS







BOLETÍN
CONAHCYT

6

2024

Rosaura Ruiz Gutiérrez

Directora general de la Secretaría
de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación

Equipo editorial

Rosa María Espinosa Reyes
Liliana Falcón Zartuche
Fernando Cruz Quintana
José Salvador Jaramillo Aguilar
Michel Didier Héctor Brutus
Ana Isabel Luján Ruiz
Juan Octavio Díaz Ruiz

Ilustración

Armando Fonseca

Boletín Conahcyt, año 6,
número 6, 2024, es una
publicación anual editada
por el Consejo Nacional
de Humanidades, Ciencias
y Tecnologías.
Av. Insurgentes Sur 1582,
col. Crédito Constructor,
Benito Juárez, Ciudad de México,
C. P. 03940.

Teléfono: 55 5322 7700.

www.conahcyt.mx

Editor responsable: Consejo
Nacional de Humanidades,
Ciencias y Tecnologías. Reservas
de Derechos al Uso Exclusivo
en trámite, ISSN en trámite,
ambos otorgados
por el Instituto Nacional
del Derecho de Autor. Licitud
de Título y Contenido en trámite,
otorgado por la Comisión
Calificadora de Publicaciones
y Revistas Ilustradas de la
Secretaría de Gobernación.
Última modificación:
septiembre de 2024.



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

PRESENTACIÓN

LAS HUMANIDADES, CIENCIAS, TECNOLOGÍAS E INNOVACIÓN CON INCIDENCIA



El primer gobierno de la Cuarta Transformación se caracterizó por una profunda renovación del servicio público y de las políticas públicas a favor del bienestar social. Bajo este mandato, la política en materia de humanidades, ciencias, tecnologías e innovación (HCTI) priorizó el desarrollo científico, humanístico y tecnológico a favor de la soberanía nacional, el interés general y las necesidades de la sociedad.

A seis años, existen contundentes ejemplos de los resultados que hereda la nueva política en HCTI y, en sintonía con el derecho humano a la ciencia, es deber compartirlos para el conocimiento y goce del pueblo de México. De este modo, el número 6 del *Boletín Conahcyt* retoma algunas de las muestras más significativas del trabajo que realiza el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías, próximamente Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación.

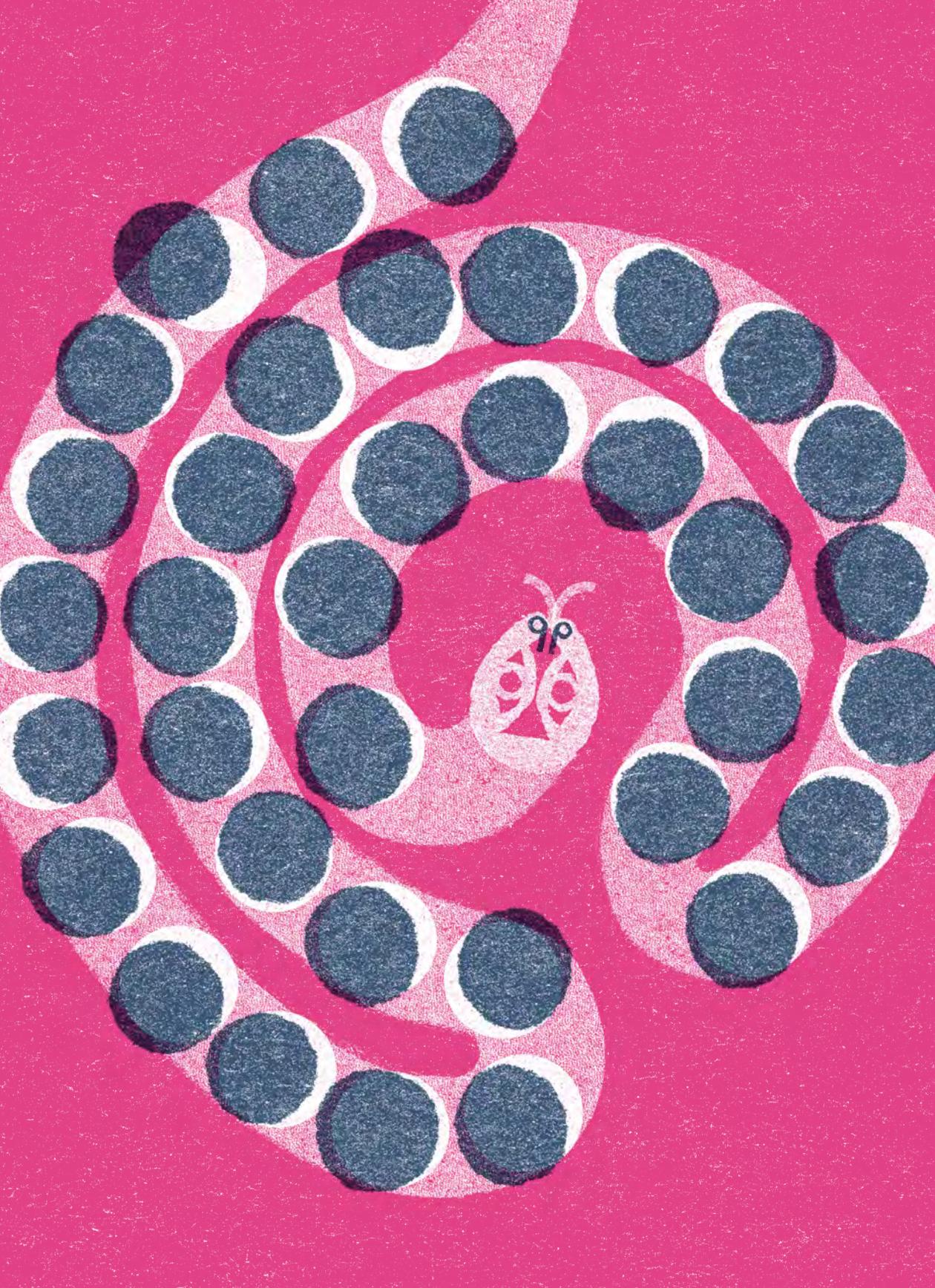
Los textos que aquí se presentan evidencian tres aspectos medulares con los que se diseñó, implementó y coordinó la política pública desde el Conahcyt: 1) la apuesta por la independencia y la soberanía en el desarrollo y la aplicación de conocimientos; 2) la incidencia de las



ciencias, tecnologías y humanidades en la solución de los grandes problemas nacionales; y 3) el fortalecimiento al papel de las comunidades de HCTI en atención a los derechos humanos.

Así, desde una diversidad epistemológica, este boletín aborda la innovación soberana de las HCTI para el bienestar del pueblo de México. La primera parte abre con un texto sobre la transformación del sector salud haciendo un recorrido desde los ventiladores respiratorios hasta SeriMédica. Continúa con un artículo sobre InnovaBienestar, primera empresa en su tipo en el gobierno federal, la cual busca asegurar que la tecnología nacional contribuya a brindar soluciones a algunas de las principales problemáticas del país.





Y como también la innovación emerge del humanismo, en este número se presenta el caso del proyecto educativo con el cual se está transformando la manera de enseñar y aprender en México. Abunda en la consolidación de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos, espacios vivos mandatados en la Ley General en materia de HCTI, cuyo valor no sólo es de resguardo al medio ambiente, sino también la reconciliación entre los saberes ancestrales y científicos.

En la misma línea, se muestra el origen y destino del Programa Nacional Estratégico (Pronace) Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes, un esfuerzo multidisciplinario para atender los problemas relacionados con la contaminación, además de ejemplificar su enfoque mediante la gestión de residuos municipales como un asunto donde convergen diversos actores.

Para continuar, el *Boletín Conahcyt* 6 aborda el acceso abierto y la propiedad intelectual en el quehacer científico, tecnológico y humanístico; además, habla sobre la ciencia de frontera y la visión que se le otorgó desde el Conahcyt. Asimismo, profundiza en la estrategia digital Conectar México y en los esfuerzos impulsados desde el Consejo para la gestión de información y datos en software propio, mediante los casos concretos de Sisdaí y Gema.

La segunda parte de esta edición les da voz a los Centros Públicos, específicamente, con dos temas de gran relevancia: la gratuidad de la educación de posgrado y el papel de la coordinación de estos centros.

En resumen, las y los lectores encontrarán en este número información, datos y ejemplos valiosos que —sin duda alguna— les permitirán entender y comprender cómo se han usado los recursos en HCTI para contribuir al bienestar. Desde el Conahcyt podemos decir que se han construido cimientos fuertes y el primer piso de una sólida transformación en México; por supuesto, aún queda mucho por hacer y tenemos la certeza de que lo que viene seguirá construyendo a favor de la soberanía, el bienestar y la paz. ¡Enhorabuena!

11 Transformación del sector salud

JOSÉ C. PINEDA CASTILLO, DELIA AIDÉ OROZCO HERNÁNDEZ,
JOSÉ ALEJANDRO DÍAZ MÉNDEZ

23 Afianzamiento de InnovaBienestar de México

ALEJANDRO TUIRÁN GUTIÉRREZ, YENI MAYERLI AGUIRRE BARAJAS

45 El proyecto educativo en el proceso de transformación

MARCELA TOVAR GÓMEZ

59 La consolidación de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos

PAUL HERSCH MARTÍNEZ

73 Ciencia aplicada: origen y destino del Programa Nacional Estratégico Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes

GUADALUPE PONCE-VÉLEZ

87 La gestión de los residuos municipales, un problema de interdisciplina

HIPÓLITO RODRÍGUEZ HERRERO

103 Acceso abierto o propiedad intelectual

VÍCTOR IRVING AYALA CUEVAS, LUIS ARMANDO GONZÁLEZ
PLACENCIA

113 Estrategia digital para México: «Internet para todos»

CARLOS EMILIANO CALDERÓN MERCADO

119 Datos abiertos para México: software y plataformas soberanas

CAROLINA FRANCO ESPINOSA

125 ¿De qué hablamos cuando hablamos de ciencia de frontera?

ANA PATRICIA TORRES CAMPOS LICASTRO

CENTROS PÚBLICOS

139 Gratuidad de la educación de posgrado

ANTONIO SALDÍVAR MORENO

145 El papel de las coordinaciones de los Centros Públicos de investigación del Conahcyt

ARMANDO CONTRERAS HERNÁNDEZ, VÍCTOR ALEJANDRO ESPINOZA
VALLE, JULIETA TORRES GONZÁLEZ



TRANSFORMACIÓN DEL SECTOR SALUD



JOSÉ C. PINEDA CASTILLO

Director general del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial.

DELIA AIDEÉ OROZCO HERNÁNDEZ

Directora adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, Conahcyt.

JOSÉ ALEJANDRO DÍAZ MÉNDEZ

Titular de la Unidad de Articulación Sectorial y Regional, Conahcyt.

ANTECEDENTES

La transformación del sector salud en México, como parte de la Cuarta Transformación promovida por la actual administración federal (2018-2024), está estrechamente vinculada con la renovación gradual de la actividad en el ámbito de las humanidades, ciencias, tecnologías e innovación (HCTI). Esto, después de rescatarla del estado en el que se encontraba; de la defeción con respecto a las necesidades propias de México (De la Peña, 1987), que no son ajenas a las del resto del mundo; de los escasos o nulos resultados específicos, a pesar del incremento de inversión para la innovación del sector privado (Wood *et al.*, 2014; Villegas Valladares, 2015), y de la baja o nula inversión para el desarrollo de la ciencia y la tecnología propias (Sánchez, 2017). Ahora, entre sus objetivos esenciales tiene resolver problemas de interés público (Conacyt, 2021), con especial énfasis en el bienestar y, por ende, la salud de la población.

El Conahcyt asumió la tarea de recuperar la actividad científica y tecnológica: primero, organizó a los Centros Públicos (CP) en un auténtico sistema nacional regido por la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación; asimismo, en colaboración con universidades y la industria pública y privada –esto es, el sistema ampliado de HCTI– impulsó el desarrollo científico y tecnológico en todos los campos y sectores mediante contribuciones significativas para el bienestar de nuestra sociedad. En el dominio de la salud, es muy notable el desarrollo de equipos e instrumentos médicos, así como de la vacuna Patria.

TRANSFORMACIÓN DE LOS SERVICIOS DE SALUD

Desde el inicio de esta administración, el gobierno federal se abocó al rescate del sistema público de servicios de salud, incluida la infraestructura de los hospitales públicos. Sin embargo, llegó de súbito la crisis de mayor impacto en los últimos 100 años: la pandemia de covid-19. Mientras que en todo el mundo la incertidumbre paralizaba por igual a tomadores de decisiones cuando inició la onda pandémica en Asia, avanzaba el rescate del sistema de salud en México. El gobierno federal tuvo

la capacidad y los medios para entender con agudeza la urgencia con la que había que levantar los servicios de salud pública, sumidos en un estado de abandono y retraimiento, por lo que estableció una estrategia con una estructura organizacional muy robusta para enfrentar de inmediato lo emergente y la incertidumbre de la crisis sanitaria. En esas circunstancias, no sorprende que se haya acentuado el carácter de quienes luchan contra la transformación del país, con los entes imaginarios que engendraron y también la adhesión de aquellos que manipulan la información y se benefician de la vulnerabilidad humana mercadeando con sus pares las mayores ganancias posibles.

Desde entonces, se inició la construcción de nuevas clínicas, hospitales y conjuntos hospitalarios públicos para satisfacer la demanda, que de por sí ya era muy alta, pero que creció de manera desproporcionada por la tasa de morbilidad de la covid-19 frente a una infraestructura inoperante. A finales de mayo de 2020, en tan sólo dos semanas se edificaron seis unidades médicas en distintas localidades de México (Ciudad Juárez, Chihuahua; Tlalnepantla, Estado de México; Monterrey, Nuevo León; Puebla, Puebla; Culiacán, Sinaloa, y Fresnillo, Zacatecas) con una técnica novedosa de prefabricación a partir de concreto antibacterial durable y todo de grado hospitalario, para sumar 4300 m² de área hospitalaria con más de 280 camas disponibles (Ventura, 2020). No



obstante, como consecuencia del elevado número de población con padecimientos crónicos, muchas personas pasaron rápida e involuntariamente a formar parte de los grupos más vulnerables y con mayor morbilidad y mortalidad a causa de la covid-19. El personal de salud de todos los hospitales públicos hizo un esfuerzo ejemplar para atender a la mayor cantidad posible de pacientes que acudieron a esos centros de salud, con lo que lograron salvar miles de vidas en medio de una crisis que parecía sobrepasar su capacidad humana y profesional, así como a sus equipos e instalaciones.

Por otro lado, como parte de la estrategia de renovación del sistema de salud, se han creado universidades para formar a profesionales en medicina y especialidades afines, como la Universidad de la Salud en el Estado de México, que se fundó en 2020 e inició el ciclo 2023-2024 con una matrícula de 3 000 estudiantes de las 32 entidades de la República. Otras universidades han abierto la carrera de medicina, por ejemplo, la nueva Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua, campus Ciudad Juárez. Además, se ha tenido que contratar a un número importante de especialistas provenientes del extranjero para satisfacer la amplia demanda en numerosas regiones aisladas de nuestro país, lo que también sucede en varias ciudades donde hay universidades con cupos muy limitados para las carreras médicas, a pesar



de que ahí tienen un escaso número de profesionales de la salud activos, que muchas veces acaparan las plazas públicas y privadas con insuficiencia y deficiencia.

Asimismo, con finanzas sanas, se están renovando y equipando los hospitales de forma gradual y también se adecúan espacios para lograr que los servicios de salud gratuitos puedan llegar a todas y todos, como otro de sus innumerables derechos (a saber, la dignidad humana, la integridad personal, la igualdad, la justicia, la equidad, la no discriminación, la no estigmatización, etc.). En 2022 se rehabilitaron cerca de 180 hospitales inconclusos o abandonados; sumado a eso, hasta 2024, la administración federal ha recuperado otros 90 centros de salud en el país que por diversas razones, sobre todo ligadas a la corrupción, se encontraban en obra negra, en el abandono, sin funcionamiento o sin equipo.

México está implementando un sistema de salud eficaz, de calidad homogénea y constituido por un amplio régimen público, con el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el IMSS-Bienestar, el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (que atiende a un sector específico) y otros servicios especializados de la Secretaría de Salud, junto con una presencia importante de servicios privados, que deben ser una opción para quien así lo desee y tenga los medios para utilizarlos, aunque, por supuesto, no pueden ser la única, al ser accesibles para algunos sectores, pero inalcanzables para las mayorías. El sistema de salud pública permitirá brindar los cuidados requeridos por un mayor número de personas, dar acceso a servicios que antes estaban fuera del alcance por escasez o por el costo y, de manera gradual, evitar las enfermedades ligadas a la carencia de medios para adquirir los medicamentos prescritos y a la pobreza en todas sus formas.

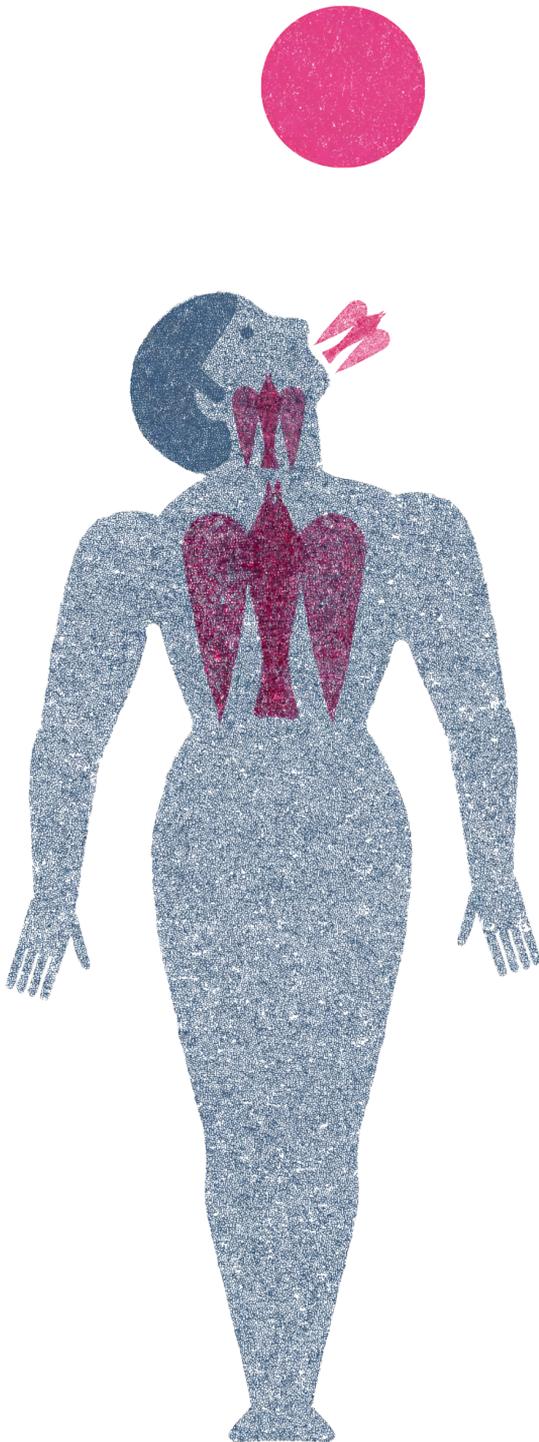
TRANSFORMACIÓN DEL SISTEMA DE SALUD

En todo el mundo, la covid-19 causó una gran cantidad de complicaciones de salud y muertes en los hospitales públicos y privados. La pandemia reveló las desigualdades entre países, estados y pueblos para tener acceso a los equipos de cuidados

intensivos que se necesitaban con urgencia, a las vacunas y, en general, a las tecnologías relacionadas con la salud. Esta situación era inaceptable, sobre todo en el plano político y ético. Según el Instituto de Investigación en Vacunas, las dosis contra la covid-19 se reservaron para los países de ingresos elevados; lo mismo sucedió con varios de los equipamientos especializados para los cuidados de la salud. Tales son –condensados sumariamente– los antecedentes más notorios de la poca cooperación internacional y el débil compromiso de los grupos económicos dominantes en favor de la solidaridad mundial.

En este escenario, vale la pena recordar la falta de resultados en ciencia y tecnología en beneficio del interés común en México (De la Peña, 1987; Sánchez Jiménez, 2017). A pesar de la cuantiosa inversión que se hizo en innovación durante los últimos 36 años (Wood *et al.*, 2014; Villegas Valladares, 2015), los frutos permanecieron –hasta hace poco– opacos, recubiertos por ideas ininteligibles, que sólo servían a las administraciones pasadas para justificar y engañar a la sociedad acerca del verdadero estado de dependencia científica y tecnológica en el que nos encontrábamos, con el subyacente control absoluto de quien detenta la propiedad de la tecnología. La excesiva dependencia implica estancamiento, rezago y acumulación de problemas con un fuerte componente de vulnerabilidad. Así, estuvimos de pronto frente a nuestra realidad a plena luz y tal cual es, por lo que hubo que afrontarla y resolverla con nuestros recursos y nuestras capacidades actuales.

Las respuestas y negociaciones diplomáticas y económicas del gobierno federal, en cuanto al acceso a vacunas y a equipos médicos, fueron muy favorables para nuestro país; sin perder de vista que, en gran medida, los beneficios de la tecnología, especialmente de la médica muy especializada, tendrán un impacto más amplio cuanto mayor sea su accesibilidad, es decir, en la medida en que su costo permita un uso colectivo e inclusivo, lo cual sucederá cuando la tecnología sea propia, como parte de un proceso gradual y continuo para el desarrollo de las HCTI. De ahí que, mientras avanzaban sus compromisos en favor de la solidaridad mundial, el gobierno de México,



por conducto del Conahcyt, emprendió acciones para disponer de capacidades científicas, tecnológicas y productivas para desarrollar y fabricar los equipos e insumos que necesitábamos y los que pudieran requerirse en el futuro.

Así, la crisis sanitaria también llevó al desarrollo de equipos médicos y vacunas de gran eficacia en tiempos inéditos y con un costo razonable de producción a escala industrial. Como ejemplo, en 2020 se desarrollaron y recibieron su registro ante la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (Cofepris) dos ventiladores mecánicos. El primero, Gãtsi, con capacidad para asistir tanto a personas adultas como a pacientes pediátricos; el segundo, Ehécatl 4T, con un sistema de control automático que le permite adaptarse en tiempo real a las condiciones de elasticidad de los pulmones de la persona tratada. El Ehécatl 4T se ha consolidado y sofisticado en su segunda versión: VE4T v2.0 (Pineda Castillo, 2024a). Este caso es un referente para seguir en términos del desarrollo tecnológico y la innovación soberana para el bienestar de México, ya que se partió de investigación científica de frontera, se hicieron aportes novedosos a los modelos matemáticos que sustentan la tecnología de ventilación mecánica invasiva y, con ello, se generó conocimiento nuevo desde nuestro país, además de que se rompieron los paradigmas imperantes en los modelos que sustentan la ventilación

mecánica invasiva estándar (Pineda Castillo, 2024b). Por otra parte, se ha avanzado hacia la soberanía tecnológica en vacunas con el desarrollo de la vacuna Patria, recién aprobada por la Cofepris, que será un excelente refuerzo contra la covid-19; asimismo, se ha trabajado con respecto a las vacunas contra la influenza.

El mérito de este logro recae sobre la visión de largo alcance, la competencia, la experiencia profesional y la alta calidad moral de dos instituciones coordinadoras: el gobierno federal y el Conahcyt. La pandemia pudo cambiar todo en nuestra contra; sin embargo, no fue así. Las investigaciones y los desarrollos científicos y tecnológicos de ese momento, en gran medida, heredaban el programa de acciones decididas y competentes que están conduciendo a la maduración gradual de la transformación del sector salud.

No hay duda de que el desarrollo tecnológico aporta al bienestar en un contexto de apertura a nuevos actores y de financiamiento limitado. En México, la reglamentación normativa del sector salud se ha desarrollado mucho en los últimos años teniendo como elemento central la salud del paciente a la hora de establecer protocolos rigurosos. Así, junto con los progresos en la medicina, que se especializa y tecnifica cada vez con mayor calidad científica, estamos en un momento oportuno para mostrar nuestras propias capacidades. Actualmente contamos con un sistema nacional con un conjunto de veintiséis CP, que tienen sedes en toda la extensión del país y donde se apoya a un buen número de investigadores e investigadoras de reconocida experiencia en diferentes dominios de la investigación y el desarrollo tecnológico (IDT). Hay otros CP llamados a unir su colaboración, así como laboratorios nacionales especializados en diferentes disciplinas científicas aplicadas y hospitales públicos y privados con sus propias academias y centros de investigación, en donde se busca que pongan al servicio del sistema sus experiencias en IDT y sus clínicas. Pero más allá del sistema científico y tecnológico que se ha alineado, organizado y puesto a trabajar, el Estado mexicano ha invertido enormes cantidades de recursos económicos



para desarrollar infraestructura, construir equipos y formar a científicas y científicos en todos los CP del país.

Por otra parte, desde la pandemia de covid-19, se trabaja junto con la industria bajo un esquema para que la innovación científica y tecnológica contribuya al bienestar social y la soberanía, para llevar la tecnología a la producción a escala industrial, como en los casos de los ventiladores mecánicos Gãtsi y VE4T v1.0, del termómetro digital Yolikan, del gel antibacteriano, etc. Además, se creó la empresa InnovaBienestar de México, SAPI de CV, la cual puede asociarse con capital privado para formar empresas que, como unidades de negocio, desarrollen tecnología propia de vanguardia, misma que puede provenir de los trabajos científicos de los CP susceptibles de madurar en aplicaciones robustas y útiles.

Así, el Estado mexicano capitaliza la infraestructura y la larga experiencia de los CP, orienta una parte de sus actividades hacia la transformación del sector salud y el trabajo con la industria (no para ella) y dispone de las capacidades y el variado conocimiento en todos los niveles (fundamentos, diseño, fabricación, calidad, normativa, mercadotecnia y promoción del producto), así como de especialistas en medicina con reconocimiento nacional e internacional, quienes comparten su habilidad en la puesta a punto y la validación de soluciones

nuevas y disruptivas. Este trabajo colaborativo le permitirá a InnovaBienestar proponer en el mercado, mediante SeriMédica (su recién creada unidad de negocios de equipos y suministros médicos), nuevos desarrollos que serán el resultado del trabajo nacional de IDT.

Para que los CP continúen con el impulso a la ciencia básica y de frontera, así como al desarrollo tecnológico, existen mecanismos de financiamiento del gobierno de México, por conducto del Conahcyt y de otras instancias federales, que se irán incrementando gradualmente con recursos que provengan de la iniciativa privada: Fondo F003 y otros fondos federales que se complementarán con fondos privados. Por lo tanto, lejos de desanimar a los principales actores de la transformación del sistema de salud en México, la crisis de la covid-19 detonó diversos cambios que hicieron que el avance tecnológico sea uno de los componentes principales del sector médico. El porvenir de los cuidados de la salud pasará por una estrecha colaboración entre las comunidades de investigación científica y de desarrollo tecnológico, junto con personas emprendedoras, innovadoras, médicas e investigadoras en el área de la salud, además de especialistas de las ciencias humanas y sociales, personal académico de las universidades, y sin olvidar las importantes aportaciones de la medicina ancestral.

REFLEXIONES FINALES

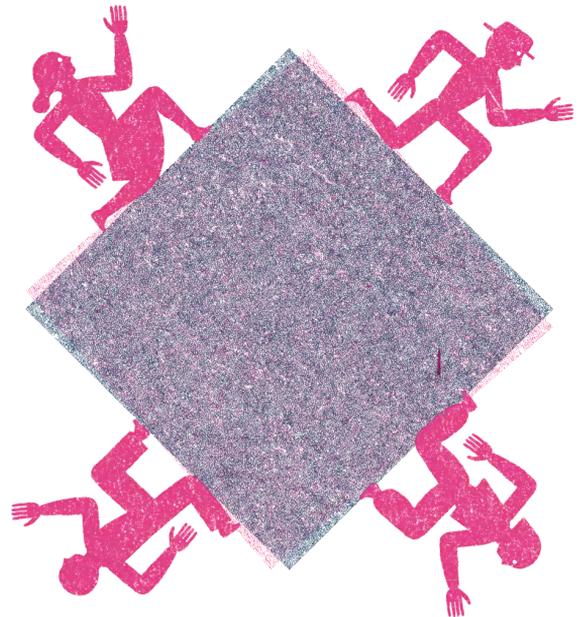
Dentro del universo de necesidades de salud por satisfacer y de nuevas tecnologías de apoyo, el enfoque propio de la transformación del sistema de salud debe ser en primer lugar humanístico, de acuerdo con el humanismo mexicano que ha preconizado el actual gobierno federal. A éste debe seguir una importante transformación tecnológica del sistema de salud en México para su desarrollo y difusión, que busque la forma de poner en primer plano al elemento central: el paciente; es decir, la integración de la variabilidad individual en el tratamiento, con una conexión entre lo micro y lo macro, especialmente en los equipos de soporte de vida. En este punto nos referimos al proceso de adaptación y equilibrio, que involucra

la regulación, la estabilidad y la robustez desde un enfoque de *adaptación perfecta*, conforme a la terminología de la biología para traducir el significado de la homeostasis. Este enfoque aportará nuevos paradigmas (Pineda Castillo, 2024b) e implicará un desafío intelectual para todas las personas que se dedican a desarrollar tecnologías médicas (a partir de la investigación básica y aplicada en muchas áreas científicas, tecnológicas y de ingeniería), pues se debe razonar en términos de una mayor unificación, lejos del reduccionismo, ya que hay que cultivar habilidades originales para entender las propuestas tecnológicas radicalmente nuevas que, sin embargo, serán poco intuitivas o intuitivas en un nuevo sentido (o espíritu), como diría Jean Louis Koszul anticipándose a este tiempo: «la tendencia hacia la abstracción que se observa en las matemáticas actuales, lejos de ser enemiga de la intuición, tiene el profundo sentido de verla renacer en una alianza entre *espíritu de geometría* y *espíritu de delicadeza*» (Kähler, 1952 citado en Barbaresco, 2019).

Hoy día confiamos en la capacidad demostrada por los desarrollos tecnológicos que se han mencionado y que tienen un importante impacto en el interés público; por lo tanto, hay confianza en la continua transformación del sistema de salud, lo que nos hace pensar que las demás innovaciones disruptivas a las que dé impulso el Estado mexicano por medio del Conahcyt, con la aportación de

la industria comprometida y trabajando con ésta, harán posible avanzar en la tecnología médica para situarnos entre las naciones líderes de algunas de estas tecnologías y, sobre todo, para contribuir cada vez con mayor amplitud a la soberanía científica y tecnológica del país.

En México, el tiempo es propicio para embarcarnos a empresas de este calado; afortunadamente, también nos encontramos en un punto excepcional del progreso científico y tecnológico, con oportunidades para todos y todas. Los avances a partir de nuevas teorías matemáticas y físicas, de las tecnologías y de una gran cantidad de información que está al alcance de toda la población, permiten que se desarrollen otras tecnologías para ofrecer oportunidades en el mundo clínico, el industrial y el de los emprendimientos.



REFERENCIAS

- Barbaresco, F.** (2019, 8 de abril). *Thermodynamique des groupes de Lie et métrique de Fisher-Koszul-Souriau: de la géométrie de l'Information de Jean-Louis Koszul à la physique statistique des systèmes dynamiques de Jean-Marie Souriau*. Thales, Séminaire Philosophie et Mathématiques, ENS-Ulm, París. https://www.academia.edu/38912616/Thermodynamique_des_groupes_de_Lie_et_m%C3%A9trique_de_Fisher_Koszul_Souriau_de_la_g%C3%A9om%C3%A9trie_de_l'Information_de_Jean-Louis_Koszul_%C3%A0_la_physique_statistique_des_syst%C3%A8mes_dynamiques_de_Jean-Marie_Souriau
- Conacyt.** (2021, 28 de diciembre). Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021-2024. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639501&fecha=28/12/2021#gsc.tab=0
- De la Peña, L.** (1987). Ciencia y tecnología en México, país dependiente. *Ciencias*, 10, 38-45. <https://www.revistacienciasunam.com/en/153-revistas/revista-ciencias-10/1309-ciencia-y-tecnolog%C3%ADa-en-m%C3%A9xico,-pa%C3%ADs-dependiente.html>
- Pineda Castillo, J. C.** (2024a). Ehécatl 4T y la Escuela Mexicana de Ventilación. *Ciencias y Humanidades, 13 Especial*, 100-127.
- _____. (2024b). *Ventilación mecánica a energía de insuflación específica* [manuscrito inédito]. Conahcyt.
- Sánchez Jiménez, A.** (2017, 26 de julio). "Decepcionantemente" bajo en este sexenio, el financiamiento a tecnología. *La Jornada*, p. 29. <https://www.jornada.com.mx/2017/07/26/sociedad/029n2soc>
- Ventura, V.** (2020, 20 de mayo). *CEMEX construye seis hospitales móviles en tiempo récord para atender pacientes con covid-19* [comunicado de prensa]. <https://www.cemexmexico.com/-/cemex-construye-seis-hospitales-moviles-en-tiempo-record-para-atender-pacientes-con-covid-19>
- Villegas Valladares, E.** (2015). *Impacto del programa de estímulos a la innovación*. Conacyt/Red Nacional de Consejos y Organismos Estatales de Ciencia y Tecnología, A. C.
- Wood, D., Wilson, C. y García, A.** (2014). *Fomentando la innovación en México*. Wilson International Center.

AFIANZAMIENTO DE INNOVABIENESTAR DE MÉXICO

ALEJANDRO TUIRÁN GUTIÉRREZ

Director general interino de InnovaBienestar de México.

YENI MAYERLI AGUIRRE BARAJAS

Consultora especializada.



Una de las grandes transformaciones que consiguió la administración del presidente Andrés Manuel López Obrador es la creación de InnovaBienestar de México (IBdMX), que, con la figura de Sociedad Anónima Promotora de Inversión de Capital Variable (SAPI de CV), forma la primera de este tipo en el gobierno federal, la cual busca asegurar que la tecnología nacional contribuya a brindar soluciones a algunas de las principales problemáticas del país, en alineación con la nueva Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024, el Programa Especial de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación y el Plan Nacional para la Innovación.

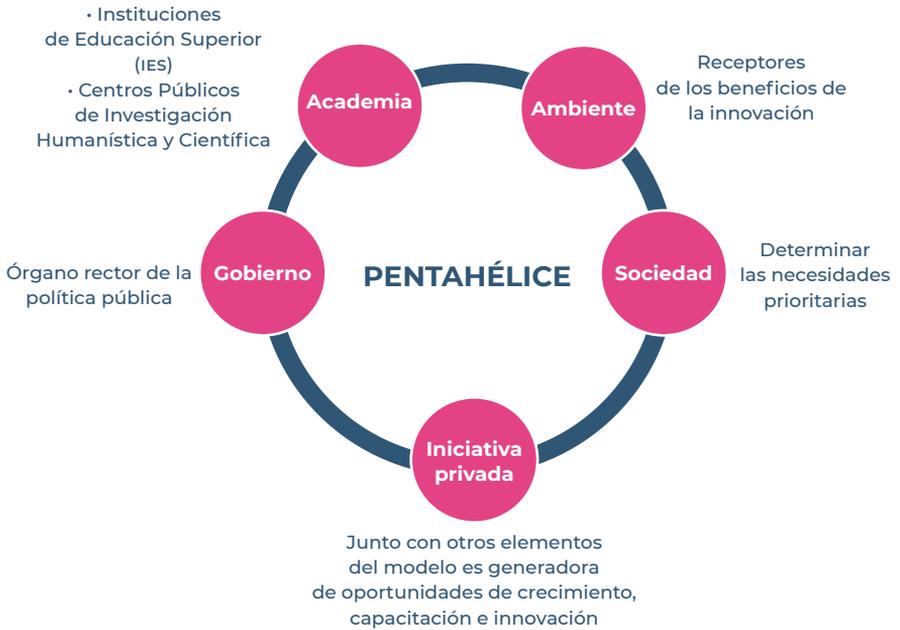


Definida como una institución fundamental para alcanzar la independencia científica y tecnológica del país, el objetivo principal de IBdMX, SAPI de CV, es generar desarrollos enfocados en escalar, madurar, transferir, consolidar y comercializar tecnologías e innovaciones 100 % mexicanas que impacten en el bienestar y la calidad de vida de la población. El 20 de octubre de 2023 en la conferencia matutina del presidente de la República, la directora general del Conahcyt (2018-2024), María Elena Álvarez-Buylla Roces, presentó esta empresa estatal que surge de la conversión de la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (Comimsa), un Centro Público (CP) que se dedicaba a la investigación, el desarrollo tecnológico, la capacitación, los estudios de posgrado, así como a brindar servicios y proyectos de ingeniería. Entre sus funciones, está articular y colaborar con la academia, el gobierno y la iniciativa privada mediante la creación de unidades de negocio (UN) que permitan fortalecer áreas de estudio específicas utilizando de la mejor manera el conocimiento científico, técnico, especializado y el talento humano disponible en el país, principalmente en los 26 CP del Conahcyt.

Otros de los objetivos de esta promotora de inversiones del gobierno federal son: proporcionar servicios de alta tecnología a diversos sectores; establecer alianzas estratégicas y acuerdos con entidades públicas y privadas; contribuir a la consolidación de la infraestructura que coadyuve a la soberanía científica e independencia tecnológica del país; crear empleos para personas altamente especializadas; fomentar y consolidar cadenas productivas nacionales articuladas; además de generar ahorros sustantivos para el erario mediante prácticas responsables en favor del ambiente.

Así, siguiendo el marco normativo y de planeación, en IBdMX, SAPI de CV, se plantea como pilar fundamental la colaboración intersectorial con base en el modelo mexicano de innovación soberana para el bienestar (pentahélice), que define como principales actores de la innovación a la academia, el gobierno, la iniciativa privada, la sociedad y el ambiente (Figura 1).

Figura 1. Modelo mexicano de innovación soberana para el bienestar.



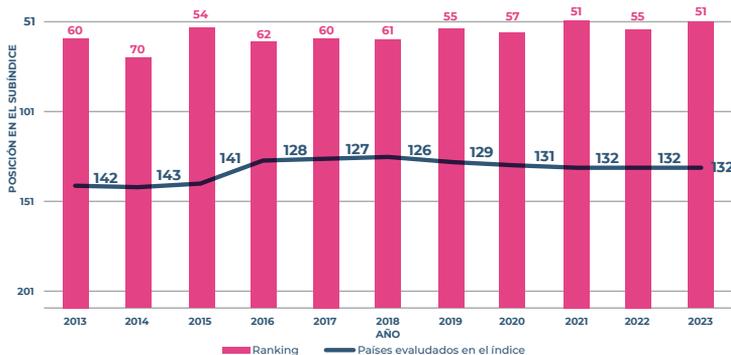
Fuente: Conahcyt (2023).

DIAGNÓSTICO

De acuerdo con el Índice Global de Innovación (IGI), el cual clasifica los resultados de la innovación de 132 países destacando sus puntos fuertes y débiles, México se ubica en el lugar 58 con una puntuación de 31.0 sobre 100; el mejor ubicado es Suiza con una puntuación de 67.6 y, en el contexto de América Latina y el Caribe, nuestro país sólo es superado por Brasil y Chile, ubicados en los puestos 49 y 52, respectivamente. No obstante, desde 2019 el indicador de eficiencia en innovación (*Innovation Efficiency Ratio*) dejó de formar parte del IGI, por lo que a partir de ese año, para presentar una imagen completa de la innovación, se utilizó uno de dos subíndices igual de importantes: el de insumos de innovación (*Innovation Input Sub-Index*) y el de resultados de innovación (*Innovation Output Sub-Index*). El último se ha considerado como indicador *proxy* del resultado de la innovación en el país. En este subíndice se avanzaron seis posiciones de 2018 a 2019, del lugar 61 al 55, y durante este sexenio se han mejorado las posiciones en los resultados de

innovación: el nivel más bajo se tuvo en 2020 con la posición 57, mientras que la mejor posición es la 51, alcanzada en 2021 y en 2023 (Figura 2).

Figura 2. Posición de México en el subíndice de resultados de innovación, 2013-2023.



Fuente: elaboración propia con información de World Intellectual Property Organization (2023).

Por otro lado, con base en el análisis de las solicitudes de registro de patentes, como un indicador clave de los niveles de innovación, en el periodo 2020-2022 se tuvo un aumento en las solicitudes y concesiones de patentes tecnológicas para sectores como la tecnología de la información, la biotecnología y las energías renovables. Esto fue debido a factores como la inversión en educación e investigación, las asociaciones con entidades extranjeras, además del apoyo gubernamental y las políticas innovadoras (Consejo de Datos y Tecnologías Emergentes, 2023).

De acuerdo con información publicada por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI, 2024), en 2023 se recibieron en México 20 127 solicitudes de invenciones, de las cuales 589 correspondían a modelos de utilidad, 3 908 a diseños industriales y 15 630 a patentes; de las últimas, fueron concedidas 10 471, lo que corresponde a aproximadamente el 67 % del total. No obstante, de 2019 a 2023, el IMPI tiene un rezago de 37 876 solicitudes; pero a pesar de esto, para alcanzar la independencia tecnológica, debe seguir como prioridad del Estado el impulso a las invenciones (Figura 3).

Figura 3. Solicitudes de invenciones en México, 2023.



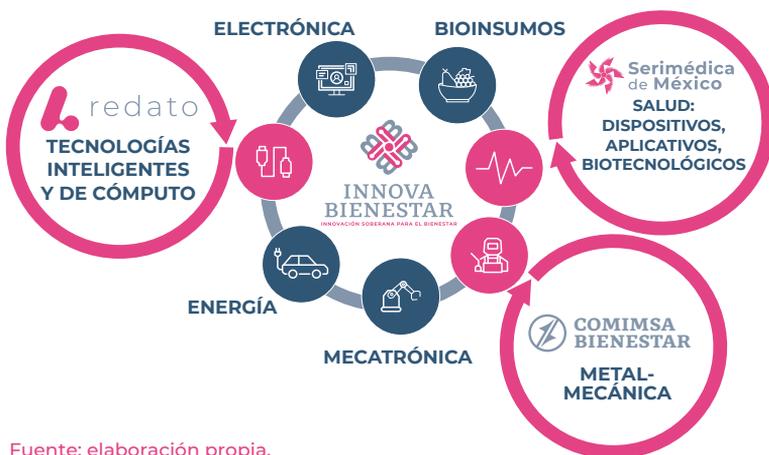
Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (2024).

Una contribución importante para resolver algunos problemas relacionados con la propiedad intelectual y la innovación es la promoción de inversiones mediante las UN dentro de IBdMX, SAPI de CV, las cuales buscan consolidarse como un mecanismo que posibilite la alianza del sector público con el privado, la transferencia de tecnología y el desarrollo de patentes y propiedad intelectual con el apoyo de los diversos CP del Conahcyt y universidades públicas del país. De acuerdo con Myriam Quiroa (2020), las UN se definen como aquellas entidades que funcionan dentro de una empresa y se encargan de producir o comercializar productos enfocados a mercados muy específicos, actúan de forma independiente y tienen una misión y objetivos propios que permiten una planeación autónoma. La incorporación de los modelos de UN se ha considerado como un mecanismo eficiente para el apalancamiento y fortalecimiento competitivo de las empresas, además de estimular el crecimiento de la productividad al generar una estructura más descentralizada e independiente que permite capitalizar las capacidades tecnológicas y de innovación desarrolladas por la organización (Corrales, 2013).

En un primer momento, el funcionamiento de IBdMX, SAPI de CV, considera la creación de tres UN (Figura 4), a partir de las cuales se atiende a sectores prioritarios para el país: salud (SeriMédica de México), tecnologías inteligentes y de

cómputo (Redato), y el sector metalmecánico y de soldadura (Cominsa-Bienestar). No obstante, más adelante se pueden integrar otras UN, en áreas como electrónica, bioinsumos, energía, mecatrónica y aquellas que determine la Asamblea General de Accionistas de IBdMX, SAPI de CV, en alineación con la Agenda Nacional definida en la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación.

Figura 4. Unidades de negocio (UN) específicas iniciales.



Fuente: elaboración propia.

La creación, constitución y extinción de las diferentes UN de IBdMX, SAPI de CV, se norma por los lineamientos publicados en la página oficial de la entidad (InnovaBienestar, 2024a), en los cuales se establecen, entre otros aspectos, las directrices y disposiciones generales que se deben tener en cuenta al momento de integrar personas físicas o morales del sector privado en calidad de socios inversores para las UN, lo cual puede ser a partir de convocatorias abiertas o mediante propuestas específicas de la Dirección General, en cumplimiento con los requisitos y características establecidas, según corresponda.

Es importante señalar que las alianzas con el sector privado solamente pueden estar constituidas por nano, micro, pequeñas o medianas empresas que sean 100 % nacionales; tienen que demostrar que cuentan con conocimientos científicos

y tecnologías innovadoras que complementan las capacidades públicas del Estado mexicano en busca del bienestar social y el fortalecimiento de la soberanía nacional; deben tener desarrollos ubicados en un nivel de madurez tecnológica mínimo de siete (demostración de prototipo en un ambiente operativo real); además de contar con patentes o derechos de propiedad intelectual que salvaguarden la diferenciación tecnológica y el potencial de mercado.

Otro aspecto importante de la promoción de inversiones se relaciona con la integración a las UN de socios de la iniciativa privada, los cuales deberán tener una aportación de capital de hasta un máximo del 49% de las acciones (este porcentaje no excederá el 19% del total de acciones de IBdMX, SAPI de CV), mientras el restante 51% pertenece a la empresa estatal, al igual que los derechos de propiedad intelectual que resulten de esta asociación (InnovaBienestar, 2024a).

SERIMÉDICA DE MÉXICO

En las propuestas de UN de IBdMX, SAPI de CV, se considera prioritario el sector salud, donde los dispositivos médicos alcanzaron un valor de 5 952 millones de dólares en 2021, con una tendencia estimada de crecimiento anual del 6.2% para el periodo 2022-2026 y un volumen de mercado esperado de 8 504.8 millones de dólares para el último año. En este entorno, México se posiciona como



un país productor-exportador de dispositivos médicos, apalancado en una estrategia *nearshoring* (transferencia de parte de la producción de una empresa a otros países) por su cercanía a Estados Unidos, cuyo volumen de exportaciones tiene un valor de 11 271 millones de dólares, casi el doble del tamaño de su mercado interno. Paradójicamente, algo más del 80% del mercado nacional se cubre con importaciones y se cuenta con alrededor de 2 400 empresas especializadas en dispositivos médicos (todas tecnologías extranjeras) y más de 240 plantas de fabricación, que generan 160 000 empleos directos y cinco veces más de manera indirecta (Euskadi Basque Country, 2023).

Con la pandemia del covid-19 se generó una mayor demanda de dispositivos médicos de alta especialidad, aunada a la enorme brecha entre la disponibilidad de ventiladores mecánicos invasivos y su demanda en varios países. En este contexto, la pandemia expuso las fragilidades de los sistemas de salud en todo el mundo, y el repentino aumento de los ingresos en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) puso de relieve la falta de recursos sanitarios, incluidos los profesionales médicos y los equipos de cuidados críticos en varios países.

En 2020, el número de ventiladores disponibles en México era de 10 401, lo que equivale a 8.2 ventiladores por cada 100 000 habitantes; éramos el país de Latinoamérica con mayor cantidad de ventiladores (Tabla 1). Sin embargo, aún no se alcanza a cumplir con lo establecido en la referencia internacional de la Organización Mundial de la Salud, que recomienda 10 ventiladores por cada 100 000 habitantes.

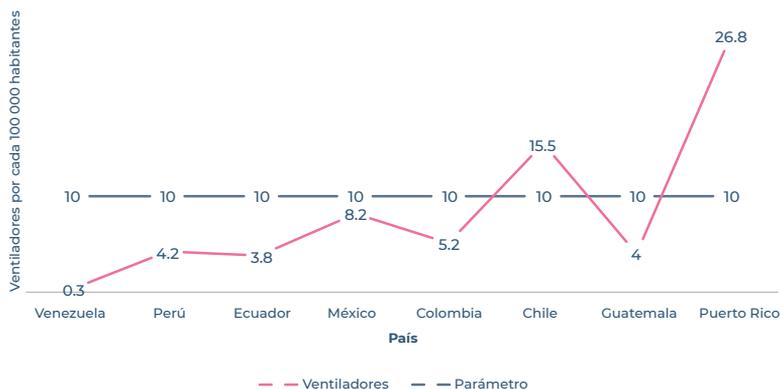
Tabla 1. Dispositivos de Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) en Latinoamérica, 2020.

País	Camas UCI		Camas UCI por 100 000 habitantes		Núm. de ventiladores
	antes	al 31/05/2020	antes	al 31/05/2020	
Perú	276.00	1573.00	0.86	4.9	1418
Chile	1229.00	2107.00	6.99	11.99	3001
Venezuela	213.00	-	3.76	-	-
El Salvador	80.00	145.00	1.24	2.24	547
Colombia	-	3289.00	-	6.82	2817
Ecuador	259.00	480.00	1.48	2.74	663
Argentina	8 444.00	11500.00	18.98	25.85	-
Guatemala	-	634.00	-	4.26	676
México	2 446.00	31023.00	1.96	24.82	10 401
Bolivia	-	490.00	-	4.21	-

Fuente: Salud con Lupa (2020).

El panorama en la región no es distinto al presentado en México. Únicamente países como Chile y Puerto Rico se encuentran por encima del número de ventiladores recomendados por cada 100 000 habitantes (Figura 5).

Figura 5. Ventiladores por cada 100 000 habitantes en países de Latinoamérica, 2020.



Fuente: elaboración propia con datos de Salud con Lupa (2020).

De acuerdo con una serie de datos de la plataforma de contrataciones públicas CompraNet (Secretaría de Hacienda y Crédito Público [SHCP], s. f.), en 2023 se registró en el sector público una demanda de 815 ventiladores con un valor económico aproximado de 284.6 millones de pesos (Figura 6).

Figura 6. Demanda nacional de ventiladores, 2023.



Fuente: elaboración propia con información de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (s. f.).

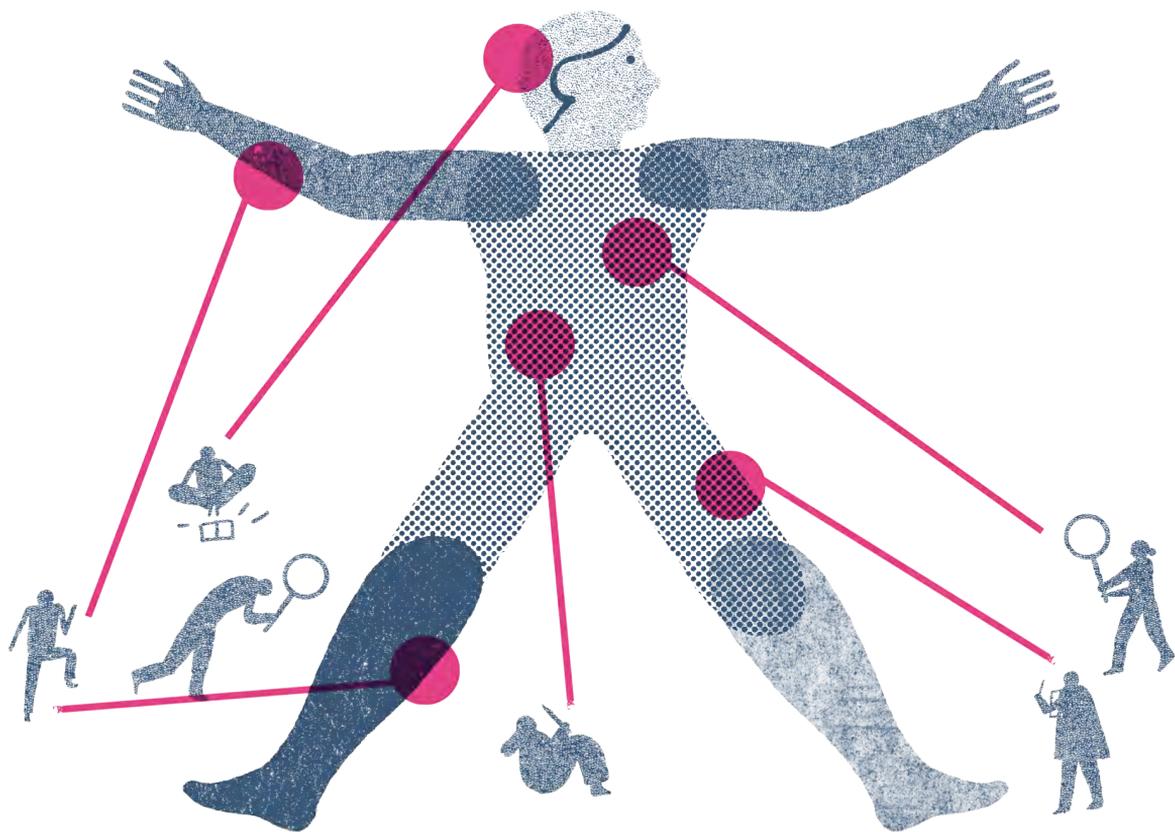
No obstante, la oferta nacional existente no cubre las urgentes necesidades de contar con dispositivos médicos en el sector público; la crisis sanitaria durante 2020 hizo evidente la dependencia del mercado interno, donde los costos de adquisición de ventiladores aumentaron considerablemente, asociado al bajo nivel del gasto destinado al sector de la salud en el país. El Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (2024) señala que el sistema público de salud en México destina menos de la mitad del presupuesto que sugieren los organismos internacionales, lo que se traduce en una restringida inversión en infraestructura médica; por su parte, según Euskadi Basque Country (2023), el 80 % de las camas de UCI se encuentran en hospitales privados.

Durante la pandemia, como respuesta a la problemática de escasez de ventiladores, el Conahcyt y el sector privado (DTM Tecnologías, SA de CV), con la participación del Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (Cidesi) y la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, SA de CV (Comimsa), ahora IBdMX, SAPI de CV, crearon una alianza virtuosa que logró, en el 2020, la fabricación por el Cidesi de 500 equipos del modelo Ehécatl 4T (del náhuatl que significa «dios del viento»), y por DTM Tecnologías, SA de CV, de 630 equipos modelo Gätsi (del otomí, «suspiro»). Estos últimos fueron distribuidos en instituciones de salud pública de 19 estados

de la República, lo que les ha permitido acumular 1 435 037 horas de uso y 33 154 pacientes ventilados exitosamente (según los datos al mes de abril de 2024). El costo de fabricación, distribución e instalación de los ventiladores Gätsi, por unidad, fue del 50% menos que los costos promedio de adquisición de los equipos internacionales durante la pandemia (SHCP, s. f.).

Otro ejemplo de colaboración exitosa en sistemas inteligentes y de cómputo es el convenio entre IBdMX, SAPI de CV, y el Hospital General «Dr. Manuel Gea González», que se firmó el 9 de julio de 2024 y que fortalece la autosuficiencia tecnológica y posibilita el equipamiento de dicho hospital con sistemas inteligentes, de cómputo y desarrollos de alta especialidad. Entre ellos está el diseño y la implementación de Fötsi, un sistema de gestión hospitalaria desarrollado por el equipo técnico de DTM Tecnologías, SA de CV, el cual mejora la atención médica y facilita la digitalización de expedientes o trámites para lograr progresos que se traducen en beneficios para la salud del pueblo mexicano. El convenio también busca diseñar estrategias y proyectos que aborden problemáticas nacionales en materia de salud e impulsar la investigación clínica de dispositivos médicos (InnovaBienestar, 2024b).

La alianza público-privada se consolida con SeriMédica de México, cuya constitución fue aprobada el 5 de julio de 2024 en la segunda sesión extraordinaria



del Consejo de Administración de IBdMX, SAPI de cv. Mediante esta UN se pretende fomentar las asociaciones estratégicas con hospitales, universidades y CP, con la finalidad de propiciar el desarrollo de ensayos preclínicos y clínicos que validen los dispositivos médicos y aseguren su calidad y seguridad biomédica. Asimismo, se generará información que contribuya a que las personas científicas y tecnólogas tengan la mejor comprensión de las necesidades sanitarias, los comportamientos epidemiológicos y las enfermedades de atención prioritaria.

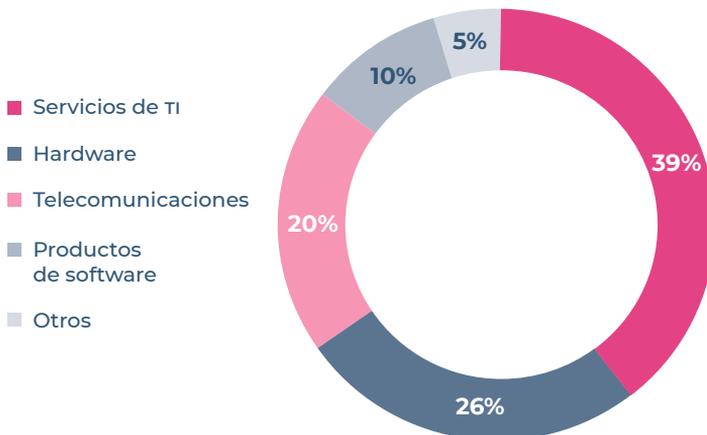
El sector de dispositivos médicos representa una oportunidad de negocio en la que el gobierno de México generará beneficios inmediatos para la población, a la vez que se potencian los ahorros al erario y los retornos de valor. Adicionalmente, se desarrollará una infraestructura para subsanar la demanda de tecnología especializada que asegure la traducción de la ciencia en productos tecnológicos 100 % mexicanos en favor del país.

REDATO

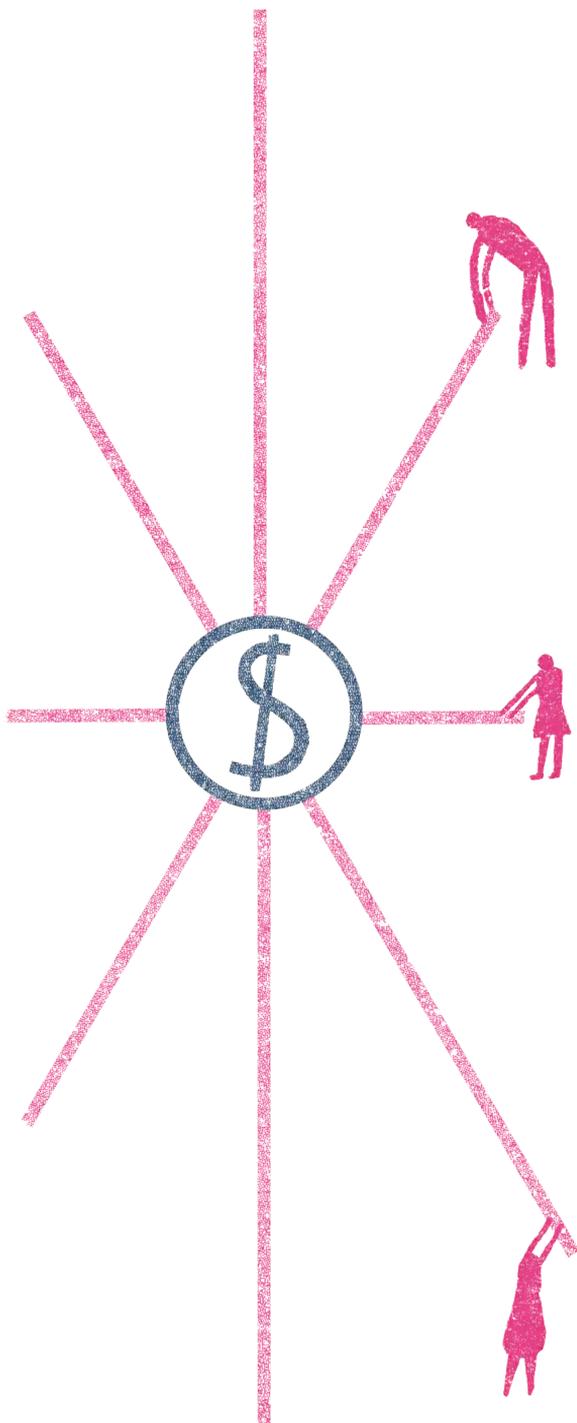
En los últimos 30 años, el sector de tecnologías de la información (TI) en México se ha convertido en un elemento estratégico de desarrollo para el gobierno federal, debido a su crecimiento y a su efecto favorable en la competitividad y en diversos ámbitos. El país destaca por factores como su localización estratégica –frontera con Estados Unidos y costa en los océanos Pacífico y Atlántico–, acceso preferencial a mercados extranjeros por sus tratados y un marco legal homologado con sus principales socios comerciales; asimismo, el talento humano en México asciende a casi 625 000 profesionales de las TI, de los cuales 400 000 se especializan en desarrollo de software (Espinosa *et al.*, 2014).

El mercado de TI abarca una amplia cantidad de productos y de áreas de oportunidad (Figura 7); servicios como la automatización de procesos, la inteligencia artificial y el análisis de datos se han convertido en elementos clave del mercado de software en México. En el caso de las tecnologías inteligentes, su desarrollo tiene un impacto importante en la sociedad; principalmente, destaca su aporte en sectores como la manufactura, la agricultura, los servicios, la educación y la salud (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2018).

Figura 7. Mercado de las tecnologías de la información (TI) por tipo, 2022.

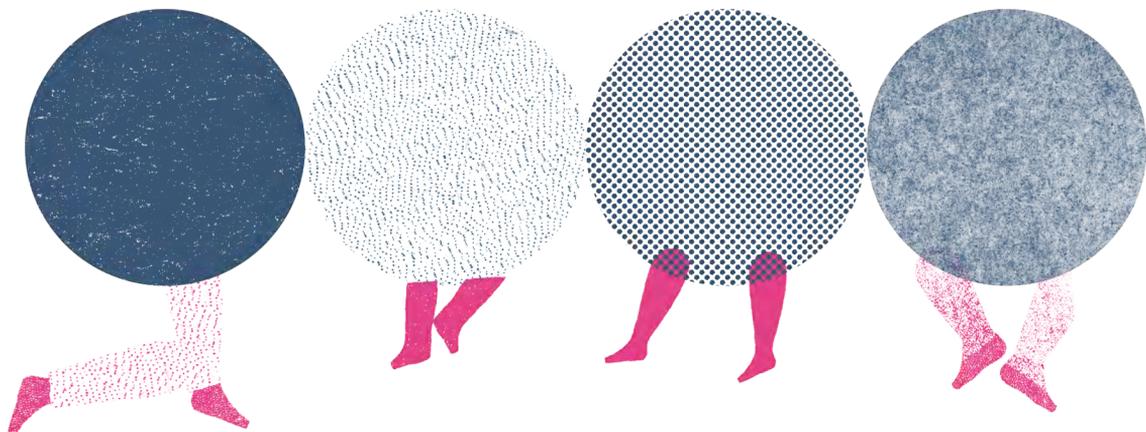


Fuente: elaboración propia con datos de Exactitude Consultancy (2024).



En este contexto, se observa un mercado con potencial de crecimiento, que se estima en un incremento de 10.90 billones de dólares en 2023 a 28.99 billones de dólares en 2024, a una tasa anual del 15 % (Exactitude Consultancy, 2024). Sin embargo, en el país hay elementos que han impedido el acceso y la cobertura total de los servicios de las TI para toda la población mexicana; por ejemplo, en el ámbito de las telecomunicaciones, hasta antes del 2013, el sector estuvo concentrado en una sola empresa, lo que generó altos costos de conexión, débiles agentes de regulación y baja cobertura de servicios (Ovando y Olivera, 2018). Al mismo tiempo, servicios de inteligencia artificial, centros de transformación de grandes volúmenes de datos y servicios de la nube presentan dificultades para su implementación debido a los altos costos que tienen, pues estas tecnologías sólo son accesibles para las grandes empresas (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, 2018).

En la administración pública, la importancia de las TI se fundamenta, sobre todo, en el análisis y la divulgación de datos. Las instituciones públicas recopilan, integran, analizan y utilizan grandes volúmenes de datos para respaldar la toma de decisiones, además de ser una forma rápida en la que se conocen las necesidades y preocupaciones reales de la sociedad (Organización Internacional de las Entidades Fiscalizadoras Superiores, 2019). Sin embargo, el proceso de



convertir los datos en información útil es costoso, y en la administración pública estos costos se elevan al tener que unificar datos de distintas fuentes de procedencia, hacer un esfuerzo por publicar datos abiertos y establecer una infraestructura y arquitectura que gestione la interoperabilidad de los datos en diferentes niveles (Camino, 2022).

A esos retos que afronta la administración pública en cuestiones de TI se suma la dependencia de la prestación de estos servicios, en su mayoría por parte del gobierno. En esta problemática están incluidos los CP del Conahcyt, donde la formación de talento humano depende de las herramientas proporcionadas por el sector público y el alto costo de procesamiento y almacenamiento de datos supone una barrera en el desarrollo de las investigaciones. Además, la administración pública debe hacer énfasis en incluir servicios como la inteligencia artificial, para brindar una atención al cliente de manera eficaz y a menor costo; el *cloud computing* avanzado, para archivar, gestionar y compartir grandes volúmenes de datos; el internet para generar mayor capacidad de transmisión de datos; el registro digital descentralizado (*blockchain*), que asegure la transparencia en gestión de procesos electorales y de los registros; así como el *big data*, que apoye a sectores como el sanitario, las infraestructuras o el transporte, los cuales requieren de sistemas que permitan analizar un sinnúmero de datos y hacer predicciones para tomar las decisiones más adecuadas (GDX Group, 2019).

Ante este panorama, y como una alternativa a los problemas de costo que afronta el sector de las TI en México, el Conahcyt, en colaboración con IBdMX, SAPI de CV, generó desarrollos propios de infraestructura, tecnologías y plataformas informáticas como Rizoma, para superar la dependencia de licencias privadas, la obsolescencia programática y el servicio deficiente brindado a las comunidades en el ámbito de las humanidades, ciencias, tecnologías e innovación. Este proyecto implicó la formación de talento joven, habilitó la programación informática y abrió un campo tanto para el diseño como para la ejecución de herramientas libres de licenciamientos que, con código abierto, ofrecen mejores servicios a las necesidades de gestión de datos de las instituciones públicas, lo que representará ahorros al erario (Conahcyt, 2024).

Con la creación de la UN Redato, se busca expandir el caso de éxito de Rizoma a otras áreas e instituciones públicas. Su objetivo principal es contribuir a la independencia tecnológica impulsando el desarrollo de sistemas de inteligencia y de cómputo, así como de manejo de datos estratégicos para la nación (Figura 8). Lo anterior, para atender la demanda del sector público en los temas de las TI, que, de acuerdo con Compranet, durante el 2023, fue de 1 062.6 millones de pesos; de ello, el 58.46% corresponde a servicios de migración en la nube, 23.96% a servicios a centros de datos,

9.86% a servicios de infraestructura de red, 6.80% a servicios profesionales de infraestructura de red y *streaming*, y el resto se divide en servicios de ciberseguridad, licencias de uso de programas de cómputo y servicios profesionales de infraestructura tecnológica (SHCP, s. f.).

Figura 8. Servicios de Redato.



Fuente: elaboración propia.

COMIMSA-BIENESTAR

En México, la industria metalmeccánica desempeña un papel fundamental dentro de la cadena productiva, con más de 22 000 empresas relacionadas. Desde la fabricación de piezas hasta el uso de herramientas y maquinaria, es un elemento clave para el desarrollo económico, tanto a partir de la generación de empleo como por la estimulación de la innovación tecnológica en el país (AMG

Metalamecánica, 2023). Esta industria ha conseguido un crecimiento significativo, consolidada como un sector con una gran relevancia por su contribución al producto interno bruto (PIB), que representa aproximadamente el 15% de la economía nacional (AMG Metalamecánica, 2023); asimismo, por su relación directa con el giro de la manufactura, aporta cerca de un 14% del PIB manufacturero (Hernández, 2022).

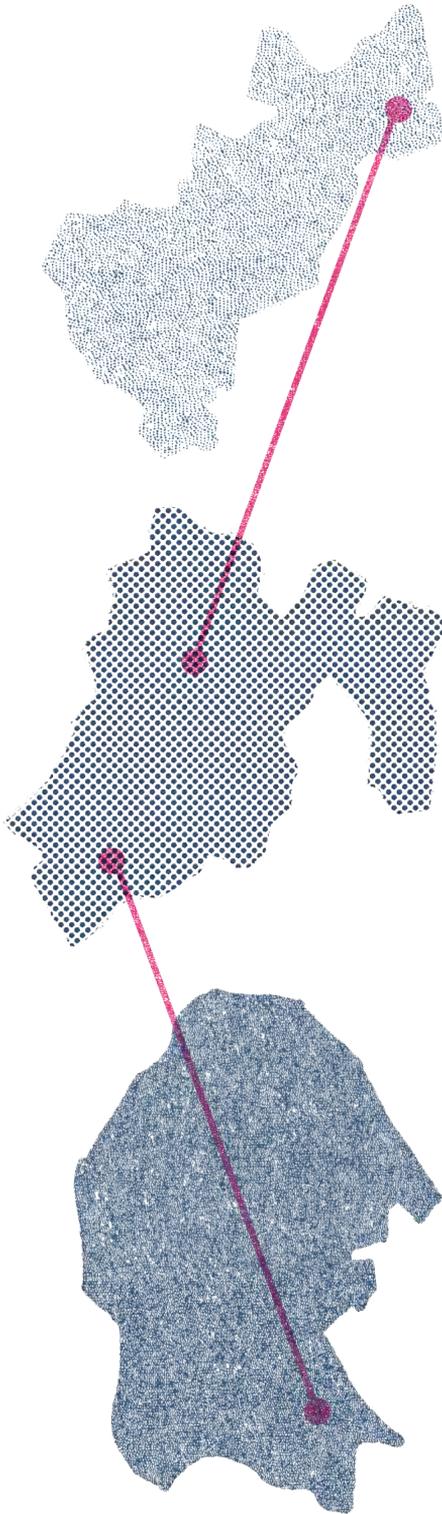
Pese a la evidente importancia del sector metalmecánico para el crecimiento socioeconómico del país, éste afronta una serie de retos para lograr su consolidación en los mercados globales. Principalmente, busca crear un enfoque hacia la competitividad por medio del acceso a tecnologías de vanguardia, con una inversión en maquinaria y equipo, además de temas de capacitación y formación especializada tanto a nivel técnico y de ingeniería como de equipos clave y directivos (Hernández, 2022).

Según la Secretaría de Economía (2023), ramas como la de la soldadura en México poseen un mercado importante, con ventas de 29.6 millones de dólares y compras internacionales que alcanzan los 11 millones de dólares. En 2023, la entidad federativa con mayores ventas en el mercado internacional fue el Estado de México, con el 67.8% del total nacional; le sigue la Ciudad de México, con apenas un 9.72%; mientras que estados como Coahuila y Jalisco no superan el 3% (Figura 9).

Figura 9. Ventas internacionales de soldadores y pistolas para soldar, 2023.



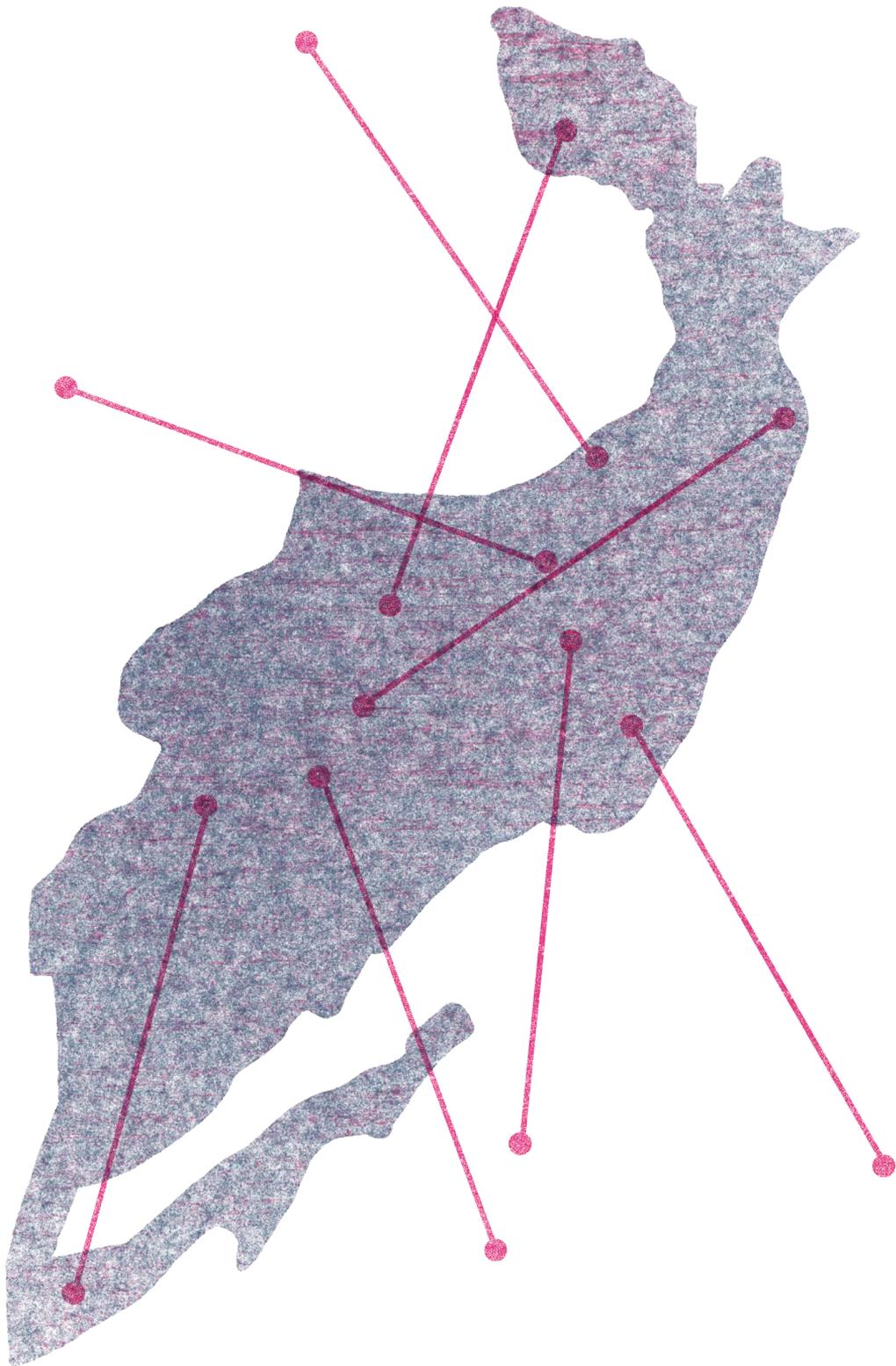
Fuente: Secretaría de Economía (2023).



No obstante, de acuerdo con la especialización (o capacidades productivas) por entidad federativa, medida a través del índice de ventaja comparativa relevada (RCA en inglés), las entidades con un RCA mayor que 1 tienen ventajas comparativas respecto al resto de entidades. Las mejores posicionadas en el sector de la soldadura en México son Querétaro, con un RCA de 18.9, seguido de lejos por el Estado de México, con 2.9 (Secretaría de Economía, 2023). No obstante, la matriz de Comimsa-Bienestar se encuentra en el estado de Coahuila, que tiene un RCA de sólo 0.63, por lo que es necesario considerar nuevos mercados que incluyan a entidades federativas como Querétaro y el Estado de México.

En especial, Comimsa-Bienestar busca apoyar a la industria metalmeccánica de México para enfrentar los retos que tiene en frente, lo cual se logra mediante el fortalecimiento del sector industrial y de la ingeniería con base en investigaciones, estudios, proyectos tecnológicos y formación de talento humano. De esta manera, por medio de la transferencia de conocimiento al gobierno, instituciones y empresas, se contribuye al desarrollo económico y sustentable del país.

Actualmente, esta UN tiene una amplia oferta de servicios (Figura 10) respaldados por el Conahcyt, empresas del sector privado y CP de investigación (como la alianza con el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica),



que le han permitido lograr su permanencia y un reconocimiento a nivel nacional dentro del sector de la metalmecánica, con base en el aprovechamiento de su principal ventaja competitiva: el conocimiento técnico. Un ejemplo de esto ocurre en la rama de la soldadura, donde Comimsa-Bienestar cuenta con certificaciones institucionales y posgrados que permiten la formación y capacitación especializada del talento humano que se desempeña en esa industria.

Figura 10. Servicios de Comimsa-Bienestar.



Fuente: elaboración propia.

A MANERA DE CONCLUSIÓN

IBdMX, SAPI de CV, proporciona servicios de alta tecnología mediante alianzas y acuerdos con entidades públicas y privadas, a partir del impulso y la creación de UN. De esta manera, contribuye a la consolidación de una infraestructura científica y tecnológica nacional en sectores que desempeñan un papel fundamental en el crecimiento económico, científico, tecnológico y de innovación soberana del país, lo cual se traduce en bienestar para la población. Por conducto de SeriMédica, Redato y Comimsa-Bienestar, se establecen líneas de negocio que permitirán proporcionar soluciones en temas prioritarios como la salud, la educación y la generación de empleos en beneficio del pueblo de México, a la par de fortalecer la soberanía nacional.

REFERENCIAS

- AMG Metalamecánica.** (2023, 14 de julio). *Impulso y crecimiento del sector del metal en México* (Información corporativa). <https://www.amgmetalmeccanica.com/impulso-y-crecimiento-del-sector-del-metal-en-mexico/>
- Camino, I.** (2022, 17 de febrero). *La gestión de los datos en las Administraciones Públicas*. NTT DATA. <https://es.nttdata.com/insights/blog/el-manejo-de-los-datos-en-las-aapp>
- Centro de Investigación Económica y Presupuestaria.** (2024). *Análisis del presupuesto en salud rumbo al 2030*. <https://ciep.mx/wp-content/uploads/2024/04/Analisis-de-presupuesto-en-salud-rumbo-a-2030.pdf>
- Conahcyt.** (2023). *Plan Nacional para la Innovación mandatado en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/conacyt/desarrollo_tecnologico_vinculacion_innovacion/PNI_final_26oct2033_2.pdf
- _____. (2024, 5 de marzo). *Rizoma de Conahcyt, plataforma informática soberana, accesible y eficiente* (Comunicado 494). <https://conahcyt.mx/rizoma-de-conahcyt-plataforma-informatica-soberana-accesible-y-eficiente/>
- Consejo de Datos y Tecnologías Emergentes.** (2023). *El auge de las patentes tecnológicas en México: un motor para la economía y la innovación nacional*. <https://cdetech.org/el-auge-de-las-patentes-tecnologicas-en-mexico-un-motor-para-la-economia-y-la-innovacion-nacional/>
- Corrales, N.** (2013). *Unidades Estratégicas de Negocio como Estrategia de Innovación: Caso en una Pyme de Base Tecnológica de Bogotá*. <https://repositorio.altecasociacion.org/bitstream/handle/20.500.13048/1008/Unidades%20Estrat%C3%A9gicas%20de%20Negocio%20como%20Estrategia%20de.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Espinosa, M., Argüello, E., García, C., Lucio, J., Morán, M., Moreno, J., Padilla, M., Sandoval, M. y Velázquez, B.** (2014). *Mapa de ruta tecnológico. Tecnologías de la información para manufactura avanzada. ProMéxico-Secretaría de Economía*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/60150/MRT_TI_Manufacturas.pdf

- Euskadi Basque Country.** (2023). *El sector de los dispositivos médicos en México*. Basque Trade & Investment. https://www.spri.eus/archivos/2023/11/pdf/2311-basquetrade-dispositivos-medicos_mexico.pdf
- Exactitude Consultancy.** (2024). *Mercado de tecnología de la información (TI) por tipo (servicios de TI, hardware informático, telecomunicaciones, productos de software y otros), por aplicación (bibliotecas, hospitales, bancos, tiendas, otros) y región, tendencias globales y pronóstico de 2024 a 2030* (Informe). <https://exactitudeconsultancy.com/es/reports/38355/information-technology-it-market/>
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico.** (2018). Inteligencia artificial. *Nota INCyTU, 12*. https://www.foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU_18-012.pdf
- GDX Group.** (2019, 29 de noviembre). *Administración pública y las nuevas tecnologías: un cambio en el modelo de gestión*. <https://gdx-group.com/administracion-publica-nuevas-tecnologias/>
- Hernández, L.** (2022, 1 de junio). *Metalmecánica, eje de la cadena productiva*. Mexico Industry. <https://mexicoindustry.com/noticia/metalmecanica-eje-de-la-cadena-productiva>
- InnovaBienestar.** (2024a). *Lineamientos para la creación, constitución y extinción de las unidades de negocio en InnovaBienestar de México y para la integración de personas físicas o morales del sector privado*. <https://www.innovabienestar.mx/docs/LINEAMIENTOS%20INNOVABIENESTAR.pdf>.
- _____ (2024b, 11 de julio) *Con modelo de innovación soberana Conahcyt, México avanza en autosuficiencia tecnológica en beneficio de la salud* [comunicado de prensa]. <https://www.innovabienestar.mx/con-modelo-de-innovacion-soberana-conahcyt-mexico-avanza-en-autosuficiencia-tecnologica-en-beneficio-de-la-salud/>
- Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial [IMPI].** (2024, 27 de marzo). *IMPI en cifras*. <https://www.gob.mx/impi/documentos/instituto-mexicano-de-la-propiedad-industrial-en-cifras-impi-en-cifras>
- Organización Internacional de las Entidades Fiscalizadoras Superiores.** (2019). *Tecnología de la Información para el desarrollo del Sector Público* (Documento de debate). https://www.intosai.org/fileadmin/downloads/news_centre/events/congress/xxiii-incosai/sp_theme_1_discussionpaper

- Ovando, C. y Olivera, E.** (2018). Was household internet adoption driven by the reform? Evaluation of the 2013 telecommunication reform in Mexico. *Telecommunications Policy*, 42(9), 700-714. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2018.03.005>
- Quiroa, M.** (2020). Unidad de Negocio. *Economipedia*. <https://economipedia.com/definiciones/unidad-de-negocio.html>
- Salud con Lupa.** (2020, 27 de abril). *Latinoamérica en Cuidados Intensivos*. <https://saludconlupa.com/noticias/latinoamerica-en-cuidados-intensivos/>
- Secretaría de Economía.** (2023). *Soldadores y pistolas para soldar* [conjunto de datos]. DataMéxico. <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/product/welders-and-welding-guns>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público [SHCP].** (s. f.). *Plataforma Integral CompraNet*. <https://compranet.hacienda.gob.mx/web/login.html>
- World Intellectual Property Organization.** (2023). *Global Innovation Index 2023: Innovation in the face of uncertainty*. <https://doi.org/10.34667/tind.48220>

EL PROYECTO EDUCATIVO EN EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN

MARCELA TOVAR GÓMEZ

Profesora de la Universidad Pedagógica Nacional.



LOS CRITERIOS QUE ORGANIZAN EL PROYECTO EDUCATIVO

Al establecer el proyecto educativo, nuestro país ha construido la oferta en este ámbito con base en objetivos que se derivan de perspectivas sociales, económicas y políticas para definir el qué y el para qué de la educación que se le ofrece a la ciudadanía. Para ello, fue necesario reformar el artículo 3.º de la Constitución, con el fin de sustentar jurídicamente una propuesta educativa orientada desde un proyecto distinto de país.

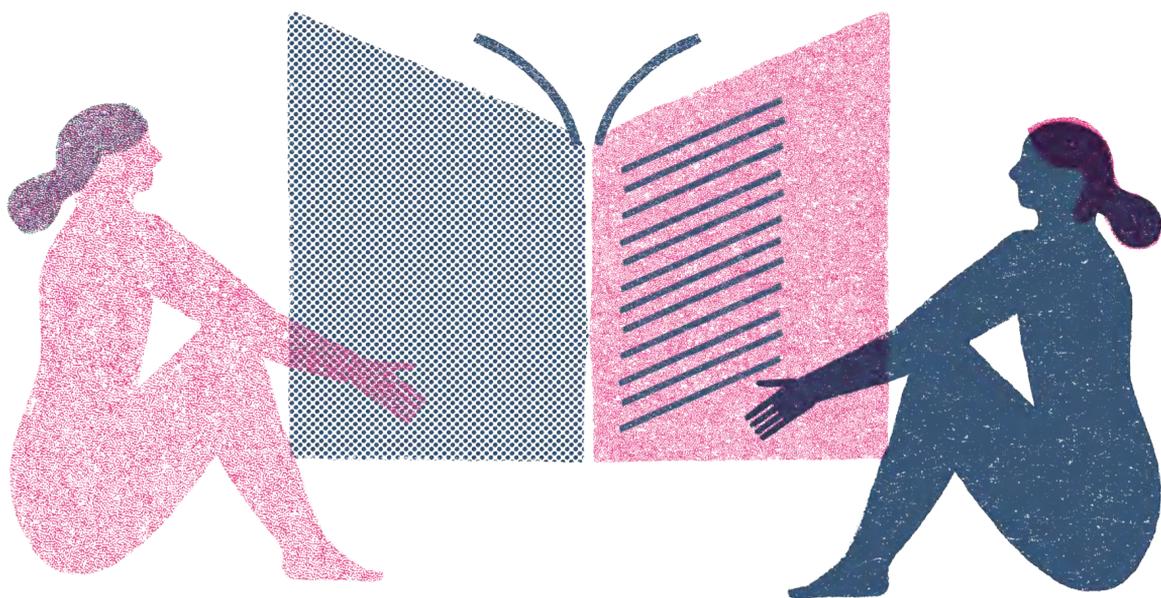
En las reformas introducidas al artículo 3.º, se reafirma que toda persona tiene derecho a la educación y que el Estado debe garantizarlo ampliando el alcance en términos de cobertura obligatoria para incluir desde la educación inicial hasta el nivel medio superior. Se enuncia también que la educación ofrecida tendrá como base el respeto irrestricto a la dignidad humana de las personas, «con un enfoque de derechos humanos y de igualdad sustantiva» (Secretaría de Gobernación [Segob], 2019, párr. 4). Se reconoce, además, el papel del personal docente como «agentes fundamentales del proceso educativo», así como su «contribución a la transformación social» (Segob, 2019, párr. 6).

La orientación que toma la política educativa a partir de estas reformas revela un cambio de rumbo que considera como principios rectores aspectos que, sin ser novedosos, sí ponen el foco sobre los retos derivados de problemas que han agobiado a la nación mexicana desde su constitución como tal, hace más de dos siglos. Entre las problemáticas sobresalen la inequidad en la distribución de los beneficios sociales y económicos, el acento en formas de organización de la economía y los procesos productivos que han ahondado la pobreza y la exclusión de la mayoría de las ciudadanas y los ciudadanos, con base en mecanismos de apropiación y consumo de los bienes naturales que han puesto al planeta al borde de una crisis en cuanto a los efectos del cambio climático y de la depredación ambiental y constante pérdida de biodiversidad.

En el proyecto educativo derivado del artículo 3.º resalta el énfasis en la igualdad sustantiva como el principio que orienta las acciones educativas y la distribución de los recursos

disponibles para resarcir los rezagos históricos. De esta manera, aspira a contribuir con la construcción de las bases para ocuparse de la inequidad en las oportunidades educativas, en un país caracterizado por una rica diversidad cultural y lingüística, pero también con altos índices de marginalidad y pobreza. No sólo se trata de atender los rezagos relacionados con la situación socioeconómica de las familias más pobres, sino de ofrecer una educación de calidad para la población mexicana, mediante un diseño de los procesos educativos que tome en cuenta aspectos tales como la multiplicidad de lenguas, la diversidad cultural, la equidad de género o la localización geográfica de las personas, entre otros.

Asimismo, uno de los objetivos centrales es que la escuela transite de una propuesta colonizadora, poco pertinente y prioritariamente vinculada a las necesidades de los mercados de trabajo, hacia una propuesta social y culturalmente relevante, integral, que se proponga educar para la vida construyendo los aprendizajes y el desarrollo de las y los educandos a partir de sus contextos vivenciales, con el fin de que las personas se transformen en agentes para el logro de su bienestar.



LOS CONSENSOS Y LAS OPOSICIONES CON RESPECTO AL PROYECTO EDUCATIVO

Aunque se ha impuesto la tendencia de contrastar el proyecto educativo actual con aquel que trataba de responder a las necesidades de los sectores que controlan las economías dominantes, en realidad, la polémica se centra en los actores que se consideran como prioritarios y en cómo se debe incentivar la participación social de todas y todos. A eso se refiere la igualdad sustantiva: la orientación del gasto público en educación para hacer posible la emergencia de una sociedad en la que se priorice a quienes, históricamente, no han contado con las condiciones necesarias para construir un estilo de vida digno.

En cuanto a los marcos generales de referencia para la construcción del proyecto educativo, también se pueden identificar preocupaciones de quienes se oponen al papel de la escuela en la formación del talento humano. Como señalaba Ruy Mauro Marini (c. 1990), a finales de la década de 1980 la transición del mercado mundial se había operado

hacia una etapa [...] marcada por el predominio de las manufacturas y servicios ligados a las nuevas tecnologías, que privilegian al saber, y a la declinación de la importancia de los productos primarios o manufacturados que se basan en diferenciales de costo, determinados por el empleo intensivo de mano de obra barata. (Marini, c. 1990, p. 13)

Esta tendencia ha tenido avances en su instrumentación; actualmente, quienes integran el sector dominante de la economía centran su análisis en la crisis derivada de los avances científico-técnicos y la conversión de la innovación tecnológica en una fuerza productiva, a la vez que reclaman la intervención del Estado para que el sistema educativo tome un papel relevante en la cualificación de la fuerza de trabajo respondiendo a las necesidades de las empresas. Es aquí donde se advierten con mayor nitidez las diferencias: para este sector, se necesita una transformación del sistema educativo, pero los sujetos que se van a formar constituyen apenas un sector minoritario de la

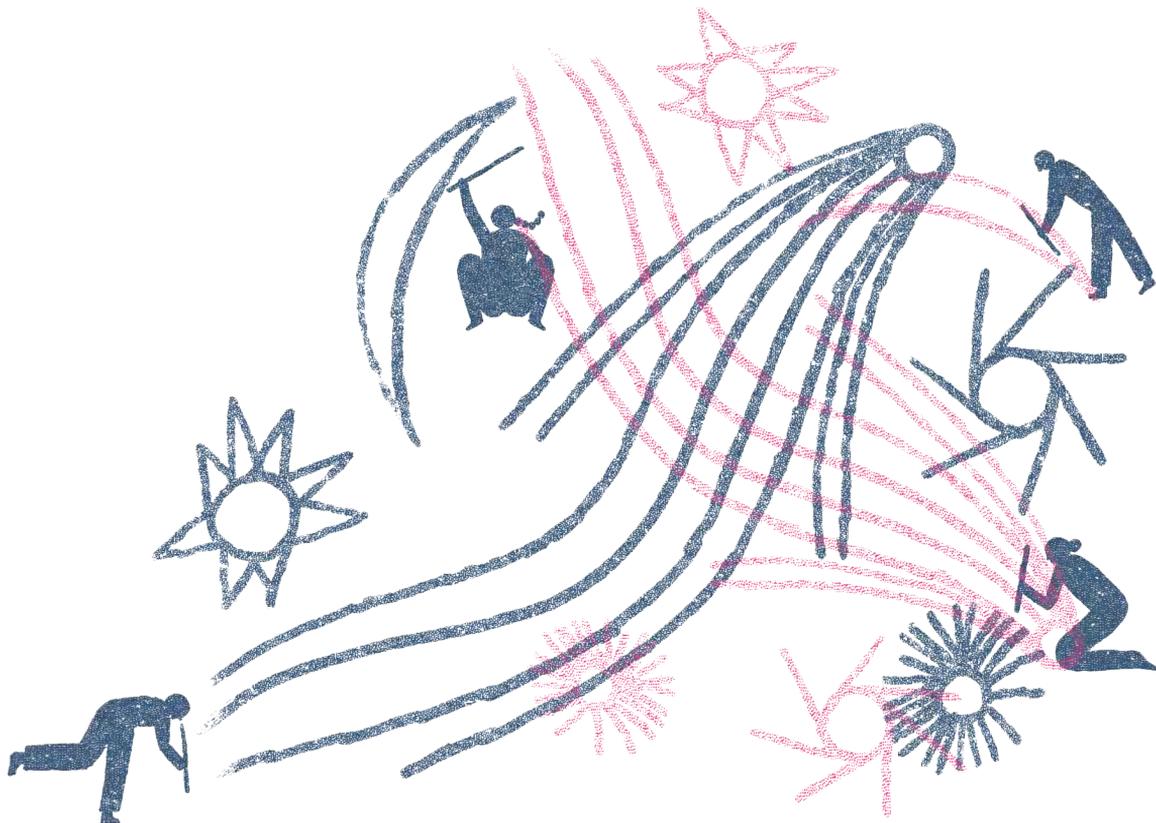


población, restringido a quienes cuentan con las calificaciones y el capital cultural suficiente para insertarse en el mercado de trabajo, provenientes de profesiones vinculadas a la ciencia y la tecnología, en ciclos de formación que vayan más allá de los estudios de posgrado, rediseñados de tal manera que contemplen procesos educativos dirigidos a atender a las personas a lo largo de la vida. A la vez que se destaca una dicotomía entre «habilidades blandas» (no relacionadas con conocimientos técnicos) y ciencia, tecnología e innovación, se solicita que la formación recibida lleve a que las y los futuros profesionales cuenten con habilidades de pensamiento crítico y con herramientas que induzcan la creatividad, conduzcan a la innovación y consoliden los rasgos necesarios en torno al buen desarrollo de su inteligencia emocional (Amézquita Z., 2018). En relación con los territorios, se reconoce que, contrariamente a lo que en los últimos años se afirmaba, «el mundo es más local que global» (Amézquita Z., 2018, p. 194), por lo que se resalta la necesidad de que los aprendizajes lleven al estudiantado a desarrollar las herramientas y metodologías que posibiliten contextualizar las soluciones o innovaciones.

No obstante, el proyecto educativo del gobierno actual se propone, más bien, a partir de una ruptura con las propuestas educativas anteriores. Se trata de acoger el reto de tomar como punto de partida la problemática vivida por las grandes mayorías para organizar la enseñanza y el

aprendizaje desde un paradigma diferente: aquel que se propone romper con la perspectiva de vincular la formación científica de las y los estudiantes a los procesos de producción para el mercado recuperando un enfoque en el que se persigue que las y los educandos se apropien de conocimientos para el desarrollo de sus colectividades, generando desde esos entornos los procesos de desarrollo necesarios y fomentando el uso social de los conocimientos producidos. Desde la perspectiva de propiciar el florecimiento humano de las personas, así como el reconocimiento de sus necesidades y potenciales de desarrollo, la escuela apuesta por una educación que se centra en la formación de las personas para resolver, a partir de la aplicación de los conocimientos y de las habilidades logradas, los problemas que potencien las posibilidades de desarrollo de sus comunidades de referencia, a partir de la intervención por parte de los actores locales y de amplios sectores de la población, donde la formación científica lleve a la aplicación de las capacidades y habilidades adquiridas para generar condiciones de bienestar en su colectividad.

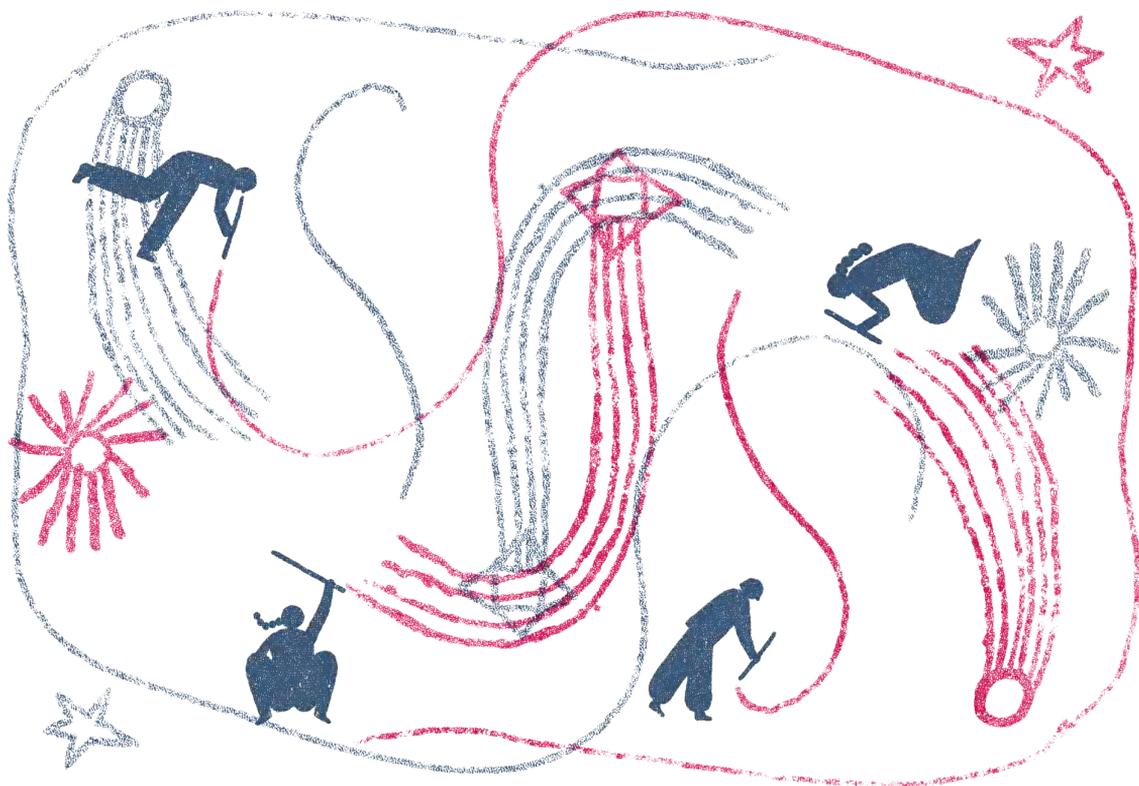
En efecto, las y los ciudadanos en todos los sectores sociales requieren de una formación de calidad, entendida desde el marco de sus planes de vida y su inserción en la vida productiva, que incluya tanto las necesidades que su propio contexto les exige atender como su preparación para el mercado de trabajo, al romper con la unidireccionalidad implícita en una formación que entiende a las



personas como sujetos cuyas capacidades, criticidad y lógica se enmarcan en los objetivos del mercado y en la acumulación de capital como finalidad del trabajo humano.

En consecuencia, la propuesta de transformación educativa actual considera que los cambios que el sistema educativo nacional requiere conllevan la necesidad de repensar y reubicar los procesos de formación, en primer lugar, tomando como punto de partida la definición de la educación como un «bien público», como un derecho de todas y todos los habitantes de este país. En segundo lugar, los sectores tradicionalmente excluidos de la escuela ahora son prioritarios. Y, en tercer lugar, el centro de atención se desplaza desde el individuo hacia la comunidad, en la cual cada persona se integra como parte de una colectividad.

La educación se concibe, entonces, como una herramienta para el desarrollo social. Esta última categoría, por lo general definida desde la perspectiva de los intereses económicos de una minoría, aquí se entiende en plural: la sociedad forma



una realidad compleja, multicultural y organizada en espacios geográficos y con experiencias históricas diferenciadas; también son diferentes las nociones de «desarrollo» o de «criticidad» que organizan el trabajo y el estilo de vida en los distintos espacios sociales. Cada una de las culturas y subculturas que forman parte de la sociedad mexicana, independientemente de los procesos de producción dominantes ligados al capitalismo neoliberal, han generado espacios de convivencia que se caracterizan por principios éticos, de organización social y de consumo responsable que han permitido su sobrevivencia como comunidades humanas vinculadas a un territorio, a una identidad y a una cultura, y

cuyo particular desarrollo social se debe potenciar con la educación.

En contraste, la propuesta de globalización que acompaña al despliegue de nuevas formas de organización empresarial y de la producción es una realidad para los sectores vinculados a las economías transnacionales, pero su impacto en las comunidades mexicanas sigue siendo marginal (Rodríguez, 2017), en la medida en que grandes núcleos de población se mantienen en el desempleo y en el sector informal de la economía. A su vez, esta última opera vinculada con las necesidades inmediatas de las personas que están excluidas de los beneficios de ese modelo de desarrollo, lo que incluye tanto a aquellas

y aquellos que no han podido acceder a las credenciales y a la formación necesaria para incorporarse al mercado de trabajo como a las personas con los mayores grados de especialización que operaron por profesiones calificadas como formadoras de «habilidades blandas», y que se mantienen como mano de obra disponible para abaratar el costo de un mercado fuertemente sesgado hacia dicho modelo productivo que desperdicia el talento humano que no se orienta hacia la acumulación y apropiación individual de capital, y que cada vez más acentúa los riesgos que amenazan a la humanidad y al planeta, al favorecer estilos de vida y de consumo que, día a día, van erosionando los bienes naturales disponibles para toda la población, al privilegiar la producción para el consumo de unas cuantas personas.

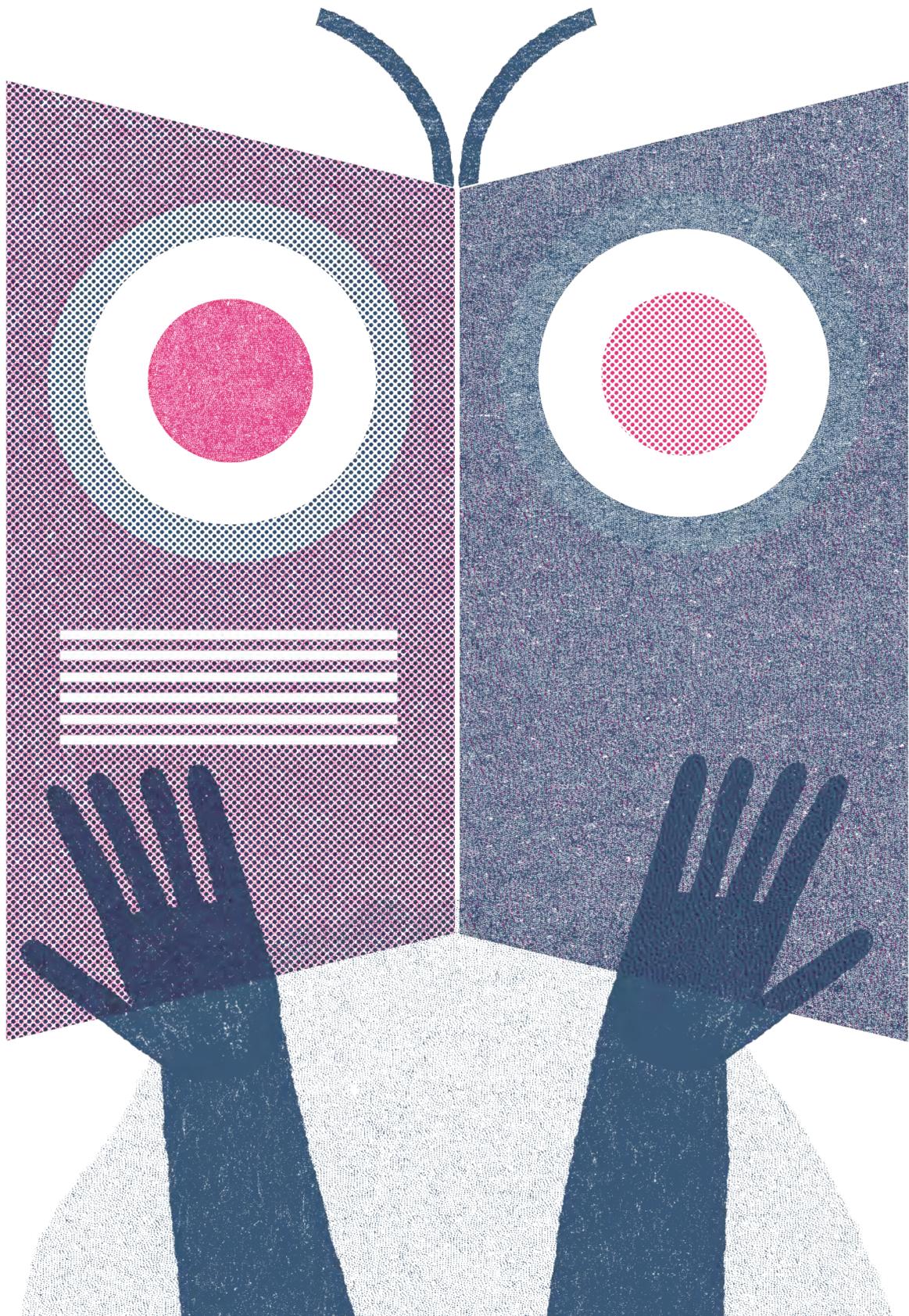
Por otro lado, las personas excluidas de los beneficios sociales producidos han generado esquemas de desarrollo social que se fundamentan en otros valores, tales como la solidaridad social, la participación colectiva en los asuntos que les atañen, el consumo austero y el cuidado de los bienes naturales. No sin contradicciones, encontramos en las diferentes configuraciones sociales que constituyen la nación la convivencia de esta multiplicidad de estilos de vida, a los cuales la modernidad ha desvalorizado por medio de la instrumentación de procesos educativos que han contribuido al desarrollo de polaridades que fragmentan a los

sectores desfavorecidos. Por ejemplo, la formación científica auspiciada por las escuelas se ha centrado históricamente en los conocimientos producidos por el aparato dominante de investigación, que privilegia el desarrollo de habilidades y la incorporación de tecnologías para la mejora de procesos requeridos por los mercados, pero a menudo poco relacionados con las necesidades de formación indispensables para atender los retos que las y los educandos enfrentan en la vida diaria, o para el bienestar general de la población. Así, temas tan importantes como la alimentación saludable o adecuada se comenzaron a abordar apenas en 2020, mientras que la educación científica en torno al cuidado de la salud se había centrado en el aprendizaje de nociones generales, descontextualizadas, inalcanzables o poco significativas para mejorar la vida de las personas que sufren las pandemias resultantes de su ignorancia sobre el contenido de los alimentos disponibles en el mercado o la creciente contaminación provocada por los desechos generados en la producción y comercialización de los productos ofrecidos en el mercado. En efecto, esta perspectiva de educación generalizante ha dejado de lado aquellas habilidades, capacidades y conocimientos socialmente necesarios, a la vez que ha excluido a amplios sectores del uso social del conocimiento científico, que podría constituir el fundamento para que los y las jóvenes lleven a cabo



acciones eficaces para transformar las condiciones de vida en sus respectivos contextos. Una muestra es que en los planes de estudio anteriores se incluían referentes generales sobre las problemáticas e iniciativas de desarrollo sostenible, sin que, de manera concreta, se incentivara a las y los estudiantes a reflexionar sobre su contexto y a llevar a la práctica las posibles acciones dirigidas a disminuir el impacto de la actividad humana en el ambiente y el territorio en el que conviven (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2022). A la vez que se restringe el uso social de los conocimientos científicos producidos con recursos de todos y todas, se desperdicia la experiencia y creatividad social puesta en juego en los espacios en los que las comunidades solucionan la diversidad de problemas que enfrentan al reproducir sus estilos de vida, anclados a sus contextos e identidades, bajo lógicas y valores que favorecen los vínculos de colaboración entre quienes sufren las exclusiones.

En consecuencia, el proyecto educativo rompe con la racionalidad subyacente en las propuestas de reforma educativa anteriores, y apuesta por una democratización profunda de los procesos de construcción de conocimientos poniéndolos al



servicio tanto de la satisfacción de las necesidades de las mayorías como de la proyección de la acción humana para amortiguar los efectos actuales y construir referentes de solución para la grave crisis planetaria que enfrenta la humanidad.

LOS EJES DEL PROYECTO EDUCATIVO

El proyecto educativo toma como espacio geográfico privilegiado el territorio en el que cada configuración social desarrolla su vida cotidiana, al reconocer a sus integrantes como actores con una identidad y memoria histórica propia que los vincula significativamente con su entorno. Sin desconocer las contradicciones inherentes a cada una de las comunidades históricamente constituidas, orienta la formación que debe ofrecerse para fortalecer la participación social y política basada en el necesario diálogo, tanto entre las personas involucradas en la convivencia como con quienes, desde otros espacios sociales, tienen la posibilidad de contribuir con los conocimientos que tanto las humanidades como las ciencias deben aportar para incidir en las dinámicas locales asegurando la sostenibilidad de las acciones que se instrumentarán.

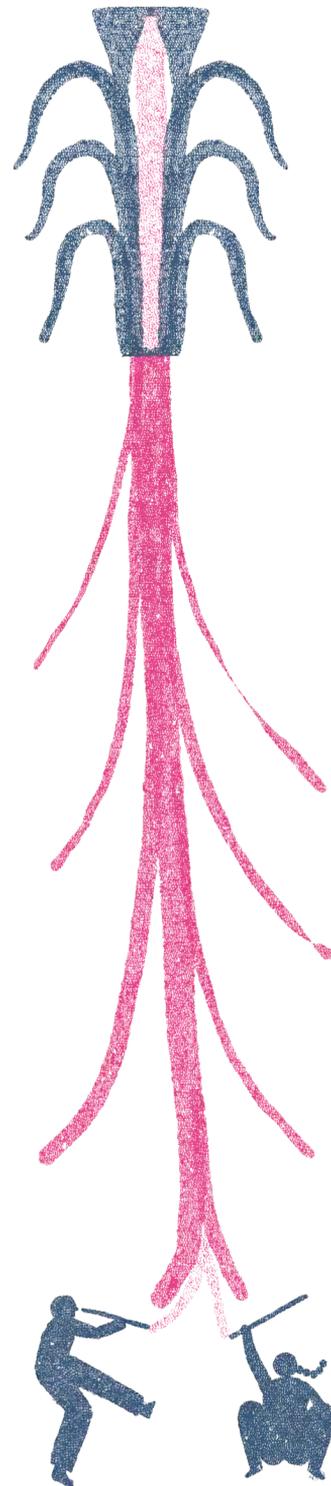
Este diálogo, así como la formación necesaria para desarrollar en las y los educandos la reflexividad requerida, se complementa con una orientación hacia la incidencia para la transformación de las condiciones locales que obstaculizan o generan efectos adversos para quienes habitan el territorio común, pues busca contribuir a la solución de las problemáticas locales, sin perder de vista la dimensión nacional de las mismas. Así, el conocimiento y la reflexión contextualizada desde el entorno propio constituye el principio para plantear la inter y transdisciplina como eje de la propuesta curricular, lo cual cobra forma al organizar los contenidos en campos formativos (Subsecretaría de Educación Básica, 2023).

Resalta en el proyecto educativo el énfasis en la colaboración, el trabajo colegiado y la participación de las y los integrantes de la comunidad de referencia del estudiantado. Pero también se pone el acento en las comunidades constituidas para hacer realidad el proceso de formación: el colegiado

docente, agrupado en el Consejo Técnico Escolar, y la comunidad educativa, que, además de las y los educadores, integra a padres y madres de familia, así como a quienes, en el ámbito local, pueden aportar sus saberes y experiencia, validados a partir del reconocimiento de su trayectoria como sabios comunitarios. Más allá de los conocimientos aportados por estas comunidades de práctica, se asegura con ello la necesaria transmisión intergeneracional, en diálogo con las inquietudes y aportes de las nuevas generaciones, al reconocerse tanto la memoria histórica como las contradicciones que es necesario resolver, frente a los retos que cada generación debe enfrentar.

Es innegable que una propuesta como ésta sólo es posible si se sustenta en una participación social amplia, que rompa con las jerarquías establecidas a partir de las trayectorias basadas en credenciales logradas a lo largo de la formación académica y de la investigación de «alto nivel», que sólo consagra a quienes han tenido el privilegio de acceder a los ciclos formativos necesarios para desempeñarse en el campo de la academia y la investigación. La transformación que se pretende con el proyecto educativo sólo es posible si reconocemos la necesaria complementariedad y el valor inestimable de las tareas desempeñadas para que las dinámicas socioculturales, ambientales, económicas y políticas se orienten hacia el logro de las mejores soluciones para las complejas problemáticas que enfrentamos.

Si bien se requiere el aporte de especialistas humanistas y científicos, es innegable que la instrumentación de las soluciones demanda que se concreten las teorías por medio de las prácticas en distintos espacios, entornos, situaciones y configuraciones sociales y ambientales. La puesta en obra de una teoría necesita de la creatividad para construir las mediaciones tecnológicas, las herramientas y los mecanismos concretos para su instrumentación, en función de condiciones variables y situadas que se han configurado en cada caso específico. Y en cada una de esas mediaciones se precisan perfiles, lógicas, acciones y conocimientos respecto de las situaciones o factores relevantes que, como sucede con aquellos problemas signados por la complejidad, implican tanto a la teoría aportada por las y



los especialistas como a las prácticas específicas de las y los actores sociales. Por ello, es indispensable romper con la ideología acuñada por la modernidad, según la cual un puñado de especialistas científicos es capaz de dominar todas las aristas requeridas para lograr los cambios necesarios para el desarrollo económico y social, y la construcción de condiciones de bienestar para todas y todos.

Un aspecto que resalta en el proyecto educativo, y que constituye uno de los mayores retos, es la reorientación de las prácticas docentes para poner en escena un proceso que se propone revertir las exclusiones que han sufrido las mayorías. Las y los docentes están ante el reto de convertirse, de hecho y por derecho, en profesionales de la educación, con el espacio institucional suficiente para desplegar con plenitud su creatividad y capacidades al romper con las prácticas que las y los sujetaron a una tarea rutinaria de transmisión de conocimientos abstractos, fragmentados o irrelevantes con respecto a los contextos, intereses, potencialidades y problemáticas que las y los educandos viven en su día a día. Al concederles el espacio de autonomía necesario para rediseñar colegiadamente los programas de cada campo formativo, se les libera del papel de simples operadores de instrucciones que obedecían a las lógicas y racionalidad de quienes elaboraban los planes y programas, sin considerar las situaciones, condiciones y características de sus destinatarios,

sujetos a evaluaciones estandarizadas, donde se daba cuenta de los logros alcanzados con base en parámetros que la mayoría de las veces son inaplicables en las situaciones reales, pero cuyo sentido era la comparación con estándares de desempeño internacionales.

En esta etapa de la transformación, como no podía ser de otra forma, la comunidad educativa y de investigación se enfrenta a una tarea en la que el rasgo principal es la incertidumbre, derivada tanto de la necesidad de romper con las prácticas anteriores como de apropiarse de nuevos enfoques, metodologías y herramientas. Las contradicciones provocadas por este cambio de rumbo se tornan evidentes a medida que se avanza, plasmadas a menudo en discursos simplistas, en los que se señala «lo que se debe hacer», sin tomar en cuenta lo absurdo de pretender transformar el sistema educativo recurriendo a las viejas prácticas que han demostrado su poca validez y un impacto diferenciado y sesgado. Por todo el país, se van sumando los esfuerzos de quienes han asumido el proyecto educativo construyendo nuevas experiencias, metodologías, herramientas y certezas, o bien resituando sus saberes docentes con la esperanza puesta en participar en la construcción de una nación mexicana plural, respetuosa de la diversidad de culturas, incluyente y vinculada orgánicamente a la tarea de erigir un futuro mejor para las nuevas generaciones.

REFERENCIAS

- Amézquita Z., P. R.** (2018, noviembre). La cuarta revolución industrial y algunas implicaciones en las escuelas de negocios. *Palermo Business Review*, 18, 185-200.
- Marini, R. M.** (c. 1990). *América Latina en la encrucijada* [mecanuscrito]. <https://marini-escritos.unam.mx/wp-content/uploads/1990/01/56-Ame%CC%81rica-Latina-en-la-encrucijada.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.** (2022). *Reimaginar juntos nuestros futuros. Un nuevo contrato social para la educación*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379381_spa
- Rodríguez, J. M.** (2017). *Transformaciones tecnológicas, su impacto en el mercado de trabajo y retos para las políticas del mercado de trabajo*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://www.cepal.org/sites/default/files/document/files/rodriguez_final.pdf.
- Secretaría de Gobernación [Segob].** (2019, 15 de mayo). Decreto por el que se reforman, adicionan y derogan diversas disposiciones de los artículos 3º., 31 y 73 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia educativa. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5560457&fecha=15/05/2019#gsc.tab=0
- Subsecretaría de Educación Básica.** (2023). *Plan de Estudios para la Educación Preescolar, Primaria y Secundaria*. Secretaría de Educación Pública. https://educacionbasica.sep.gob.mx/wp-content/uploads/2023/07/Plan_de_Estudios_para_la_Educacion_Preescolar_Primeria_y_Secundaria.pdf

LA CONSOLIDACIÓN DE LA RED NACIONAL DE JARDINES ETNOBIOLÓGICOS

PAUL HERSCH MARTÍNEZ

Investigador del Instituto Nacional de Antropología e Historia.



La Red Nacional de Jardines Etnobiológicos (Renajeb) es una iniciativa del Conahcyt (s. f.) que conjuga, desde su nombre, dos elementos clave cuya clara intencionalidad cabe destacar: el primero es la perspectiva etnobiológica de los jardines, y el segundo, su estructuración en una red. De entrada, como veremos, ambos componentes no son nuevos en los jardines botánicos de nuestro país; más bien, lo que resalta de dicha iniciativa es la necesidad de profundizar y expandir la incidencia de esa perspectiva que reconoce la sinergia entre la cultura y la naturaleza, y que propone proyectarla mediante esa estructuración reticular. Lo que aquí se presenta es una reflexión sucinta sobre los antecedentes de la Renajeb, su razón de ser, sus avances y sus perspectivas de consolidación.

ANTECEDENTES

Los jardines nos reflejan como sociedad. Esto se comprende mejor si abordamos la evolución social de los jardines botánicos hasta la actualidad (Bye, 1994). En el imperio mexicano, las guerras floridas aportaban cautivos para su explotación como esclavos y para la práctica de rituales de sacrificio, además de plantas para enriquecer los jardines de quienes gobernaban. Como señalan Andrea B. Rodríguez Figueroa *et al.* (2022) a propósito de los jardines de Tetzcotzingo y Huaxtepec, las evidencias arqueológicas e históricas denotan que su construcción y diseño obedeció a cuestiones de poder militar y religioso para el control y distribución del agua, al estar cosmogómicamente vinculados a Tláloc, aunque contaran con una gran diversidad de flora y fauna, incluidos humanos cautivos en las guerras.

Ubicados en las metrópolis centrales de los imperios europeos o de los países económicamente dominantes en el mundo, los jardines botánicos son recintos donde se han generado saberes científicos, y, a su vez, conforman instancias de apoyo a la bioprospección característica del extractivismo colonial (Fresquet, 1999; Nieto Olarte, 2006; Vovides *et al.*, 2013). En un extremo, las exposiciones de aborígenes y «personas originarias» permitían observar lo que se consideraban formas exóticas de vida humana, de manera semejante a las exposiciones zoológicas con seres vivos confinados para exhibir rarezas peculiares; una tendencia persistente, sin embargo, hoy manifiesta, de manera más sutil pero no menos real, la atracción que sigue provocando el exotismo. También los jardines zoológicos, con animales cautivos y tristes en espacios ajenos a su hábitat, han sido expresiones de una manera determinada de acercarse —o alejarse— de la naturaleza. Sin embargo, a medida que la problemática ambiental se agudiza, la conservación y la educación ambiental ocupan la agenda de los jardines, que hoy reflejan en su propósito y práctica otro nivel de percepción y lectura inclusiva del mundo en este momento socioambientalmente desafiante.

Andrew P. Vovides *et al.*, en una atinada revisión publicada en 2013 sobre los jardines botánicos en nuestro país,

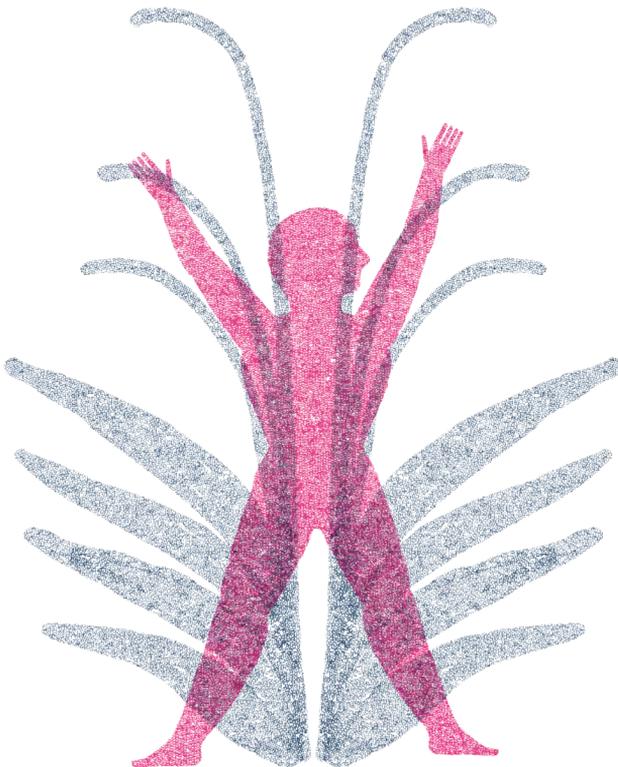
destacaron su sentido y ejes principales, sus avances y desafíos. Más de 20 años después, la pertinencia de los puntos que señalaron entonces no hace más que intensificarse: la crisis de la biodiversidad; el hecho de que los jardines botánicos son centros principales para la conservación; el determinante acervo de sus especímenes documentados y respaldados en herbarios; la calidad de sus bases de datos e información; su papel en la educación ambiental; además de la función fundamental de los jardines botánicos y sus aportaciones ante la pérdida de biodiversidad, la destrucción de selvas y bosques y el cambio climático. No de menor importancia es que los jardines han impulsado esfuerzos coordinados



en red a partir de la Asociación Mexicana de Jardines Botánicos y adoptado en su marco el concepto de Colecciones Nacionales. Otros trabajos dan cuenta de este proceso (De Ávila *et al.*, 2003; Vovides *et al.*, 2010; Hernández Peña y Castro Castro, 2023; Arias Montes, 2023). Todo lo anterior en su conjunto constituye un referente ante el crítico momento socioambiental que atravesamos como país, región y planeta.

POR QUÉ LA DIMENSIÓN ETNOBIOLÓGICA

Ahora bien, aproximarse a los jardines botánicos desde una perspectiva etnobiológica, como denota éste término mixto, implica una expansión ecológica y epistemológica del horizonte de referencia; dicho mejor, se reconoce que en

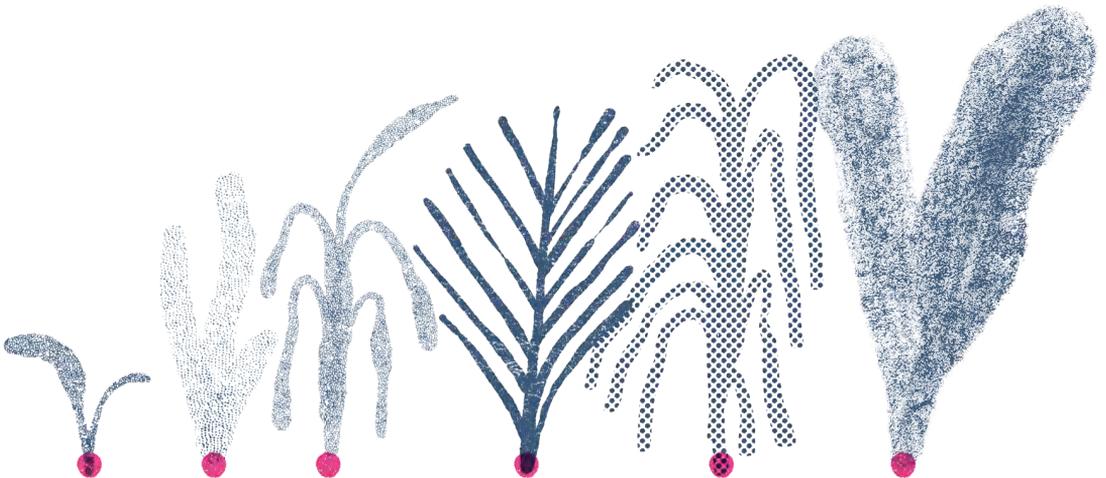


todo jardín hay una diversidad de seres vivos, incluidos unos que vegetan, otros que se desplazan y, entre éstos, unos más que, lo quieran o no, portan consigo cultura y sociedad. Todo jardín forma parte del mundo, y este mundo es a la vez físico, biológico y social.

En mayor o menor grado, todo jardín es etnobiológico desde su nacimiento. No hay jardines estrictamente botánicos: son espacios que los seres humanos crean, motivados por su interés en el mundo vegetal, y eso nos remite a la naturaleza como un sistema que comprende diversas formas de vida relacionadas y nos sugiere que el jardín es una expresión biocultural, dada la estrecha asociación entre la naturaleza que surge del medio físico y la cultura que es generada en el medio social, en cuyo marco se transmiten y comparten representaciones y prácticas del mundo y de la vida. Así, *natura* y *cultura* se articulan y se funden sinérgicamente, lo cual se manifiesta en

otras numerosas expresiones, como el arte popular o el lenguaje. Esta sinergia entre la naturaleza y la cultura cuestiona la segregación histórica entre ambas, erigida sobre la construcción de la primera como si fuese algo externo a la sociedad, separación que provino de la exigencia de establecer un sistema económico centrado en la explotación intensiva del medio en el que vivimos, al verlo como un mero depósito de recursos incondicionalmente disponibles (Santos *et al.*, 2004).

La perspectiva etnobiológica de los jardines nos remite a la dinámica biocultural del país. Todo proceso civilizatorio tiene como base el conocimiento que los seres humanos desarrollan a partir del medio físico y biológico del territorio donde viven. Una confluencia milenaria que es de diversidades, tanto de seres vivos como de culturas, ha presidido la diversificación genética, agrícola y lingüística en un proceso evolutivo. De todo ello, los saberes inherentes y



transmitidos por generaciones son su expresión, en alusión a un pasado común (Toledo *et al.*, 2019). Lo anterior pone de manifiesto la vigencia de un proceso natural y cultural de larga data, con repercusiones profundas en muchos ámbitos del mundo actual. Esta dimensión biocultural siempre estuvo presente, pero permaneció invisible al interés de las sociedades (Toledo *et al.*, 2019).

La biocultura es una categoría mixta y una realidad ancestral que cuestiona no sólo la degradación instrumental de la naturaleza, sino la negación de los saberes locales de los pueblos, al asociar dos lecturas, impuestas de tiempo atrás por la modernidad: la del lugar de exterioridad del mundo natural y la del lugar de inferioridad de quien lo habita. Dado que lo exterior no pertenece y lo que no pertenece no es reconocido como igual, el lugar de exterioridad es a su vez un lugar de inferioridad (Santos *et al.*, 2004). De lo anterior se colige que la superación de esta exterioridad-inferioridad es una tarea que se debe colocar en la agenda de una red de jardines etnobiológicos, ante las imposiciones jerarquizantes pero naturalizadas de la colonialidad como ordenamiento social persistente heredado de la Colonia (Restrepo y Rojas, 2010) que vulnera, precisamente, la pluralidad de vida, de saberes y de territorios que sustentan la diversidad biocultural.

CONFIGURACIÓN ACTUAL DE LA RED

Configurándose de manera progresiva desde el 2020, hoy la Renajeb se encuentra conformada por 24 jardines, en igual número de entidades federativas del país (Tabla 1). Los estados que aún no cuentan con un integrante de la Red son: Aguascalientes, Baja California Norte, Chihuahua, Hidalgo, Michoacán, Tabasco, Tamaulipas y Zacatecas. Éstos abarcan ambientes tropicales del sureste (Tabasco) y ambientes áridos y templados del norte (Baja California Norte, Chihuahua, Zacatecas, Hidalgo) (Arias Montes, 2023), y dos entidades también ambientalmente significativas con litoral: una en el occidente y otra en el nororiente del país (Michoacán y Tamaulipas).

Tabla 1. Relación de jardines integrantes de la Red Nacional de Jardines Etnobiológicos, México, 2024.

ENTIDAD	NOMBRE Y UBICACIÓN
Baja California Sur	Guyiaqui. Jardín Etnobiológico de Baja California Sur, La Paz
Campeche	Jardín Etnobiológico Campeche, Chiná
Coahuila	Jardín Etnobotánico del Semidesierto de Coahuila, Viesca
Colima	Jardín Etnobiológico La Campana, Colima
Chiapas	Jardín Etnobiológico de las Selvas del Soconusco, Tuzantán
Ciudad de México	Jardín Etnobiológico de la Ciudad de México
Durango	Jardín Etnobiológico Estatal de Durango
Estado de México	Jardín Etnobiológico Totláli, San Pablo Tejalpa
Guanajuato	Jardín Etnobiológico de Guanajuato El Charco del Ingenio, San Miguel de Allende
Guerrero	Jardín Etnobiológico de la Universidad Autónoma de Guerrero, Chilpancingo
Jalisco	Jardín Etnobiológico de Jalisco, Ameca
Morelos	Jardín Etnobotánico y Museo de Medicina Tradicional y Herbolaria, Cuernavaca
Nayarit	Jardín Etnobiológico Tachi'i de Nayarit, Tepic
Nuevo León	Jardín Etnobiológico de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Marín y Linares
Oaxaca	Jardín Etnobotánico de Oaxaca
Puebla	Jardín Etnobiológico de los Siete Pueblos Originarios del Estado de Puebla, Lipuntahuaca
Querétaro	Jardín Etnoecológico Concá, Arroyo Seco
Quintana Roo	Jardín Etnobiológico de Quintana Roo, San Felipe Bacalar
San Luis Potosí	Jardín Etnobiológico San Luis Potosí, Soledad de Graciano Sánchez
Sinaloa	Jardín Etnobiológico Juyya Ánnia, Los Mochis
Sonora	Renatura Sonora. Jardín Etnobiológico del Desierto, Kino
Tlaxcala	Jardín Etnobiológico Tlaxcallan, Tlaxcala
Veracruz	Jardín Botánico Francisco Javier Clavijero, Xalapa
Yucatán	Jardín Botánico Regional Roger Orellana, Mérida

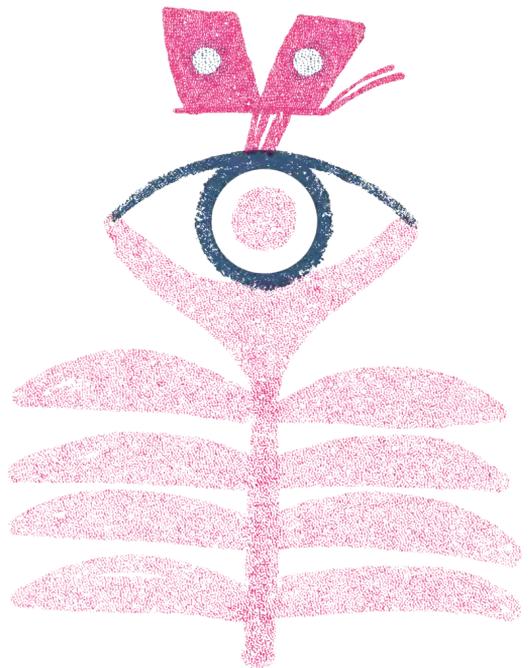
Estos jardines están adscritos a universidades públicas, Centros Públicos de investigación, asociaciones civiles, gobiernos estatales, etc. La diversidad de instituciones involucradas constituye una fortaleza de la Red, pero también implica limitaciones de gestión, pues a menudo no hay una armonización entre los ordenamientos administrativos de las instituciones a las que pertenecen los jardines y los propios del Conahcyt, por lo que se dificulta la fluidez, continuidad y disponibilidad de recursos. Éste es un rubro crítico que cabe atender para su resolución.

Con el fin de orientar su desempeño en el marco de la Renajeb, en su desarrollo se han establecido seis líneas rectoras susceptibles de seguimiento y evaluación para cada jardín participante: Sistemática, Lingüística, Comunidades, Repositorios, Acceso universal al conocimiento y Sustentabilidad. Estas líneas operan como referentes en la marcha y el alcance de los trabajos. Sin embargo, resulta esencial generar un proceso de interlocución que permita adecuar y enriquecer las líneas rectoras y otros lineamientos de manera horizontal y desde la experiencia de los propios integrantes de la Red. En ese mismo sentido, hay una vertiente que de manera determinante demanda atención y seguimiento específicos: la vinculación entre jardines, la cual no sólo puede delegarse a la dinámica entre ellos, sino que debe impulsarse deliberadamente al constituir un

rubro esencial para la construcción de la Red como tal. La articulación y el afianzamiento entre los distintos jardines con una destacable diversidad de orígenes e historias, de configuraciones vegetales y animales, de geografías, instituciones y contextos sociales, implica un reto organizativo, logístico y relacional, y al mismo tiempo el de crear y actualizar una razón común de ser que oriente sus programas.

EL PARA QUÉ Y CON QUIÉN DE LA RED

Si la perspectiva etnobiológica de la Renajeb la emplaza necesariamente entre la dinámica ambiental y la social, su misma estructuración como red orienta su posible incidencia ante las afectaciones por la actividad humana. Es decir, ante la crisis antropogénica de la



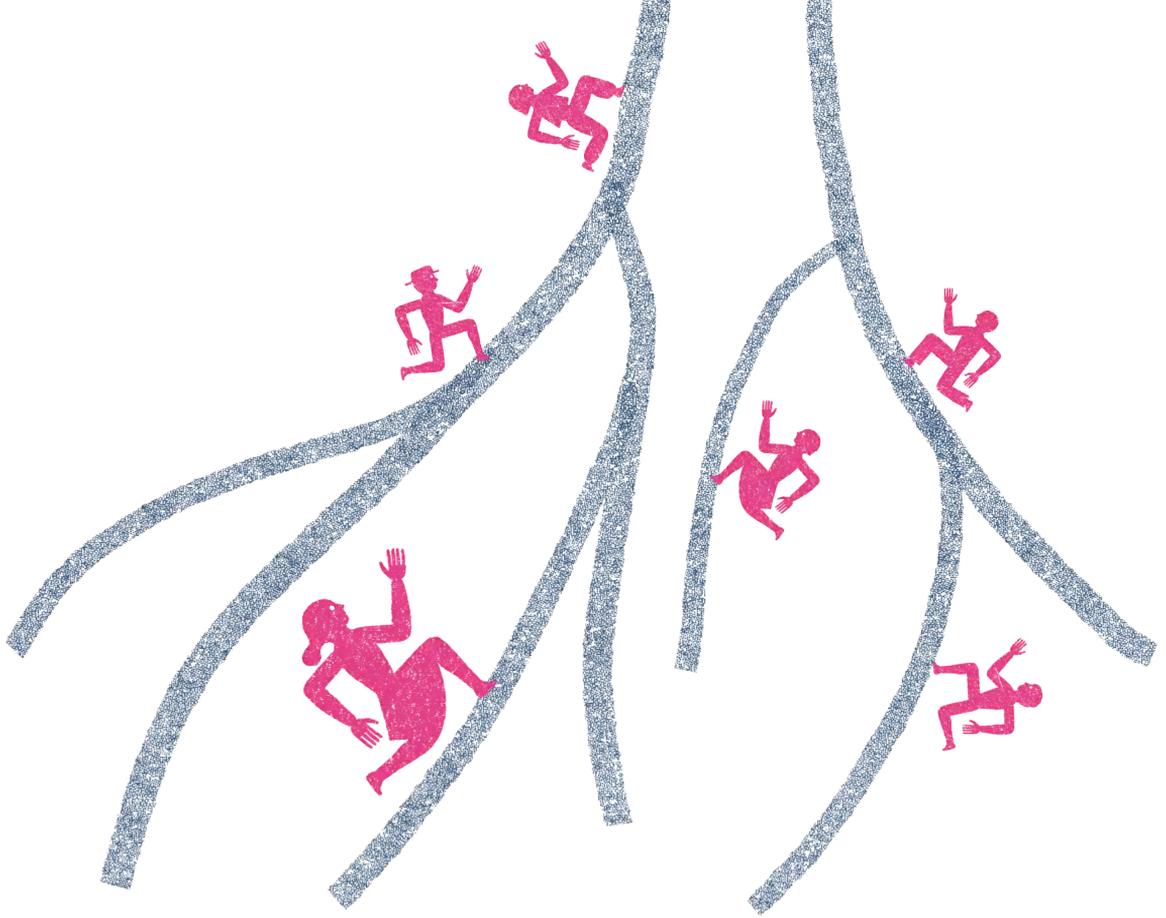
biodiversidad y los retos de conservación que de ella emanan, la confluencia entre jardines permite y a su vez demanda incorporar en su agenda los procesos locales o regionales que amenazan a la integridad biocultural como el objeto de cuidado y defensa de dicha red.

De esta manera, emerge un imperativo de incidencia para una red cuyo sentido compartido reconoce como materia de su competencia esa defensa. Así, detrás del título de «jardines etnobiológicos» se encuentra el afianzamiento necesario de la relación entre los jardines y también –de no menor importancia– entre sus comunidades y los diversos ámbitos socioculturales, ecológicos y fisiográficos en donde operan. La incidencia de los jardines tiene como base la calidad de sus acervos, sus especímenes documentados y respaldados en herbarios, sus bases de datos e información, su contribución en términos de educación ambiental, de vinculación entre jardines y del potencial de la horticultura en todo ese marco, así como sus repositorios vivos y sus metas de conservación, educación, divulgación e investigación (Vovides *et al.*, 2013; Arias Montes, 2023). A su vez, la ampliación del objeto de los jardines al incorporar explícitamente su dimensión etnobiológica abre un abanico de escenarios de vinculación, mediante el aporte diferencial y sinérgico entre asociaciones y redes.

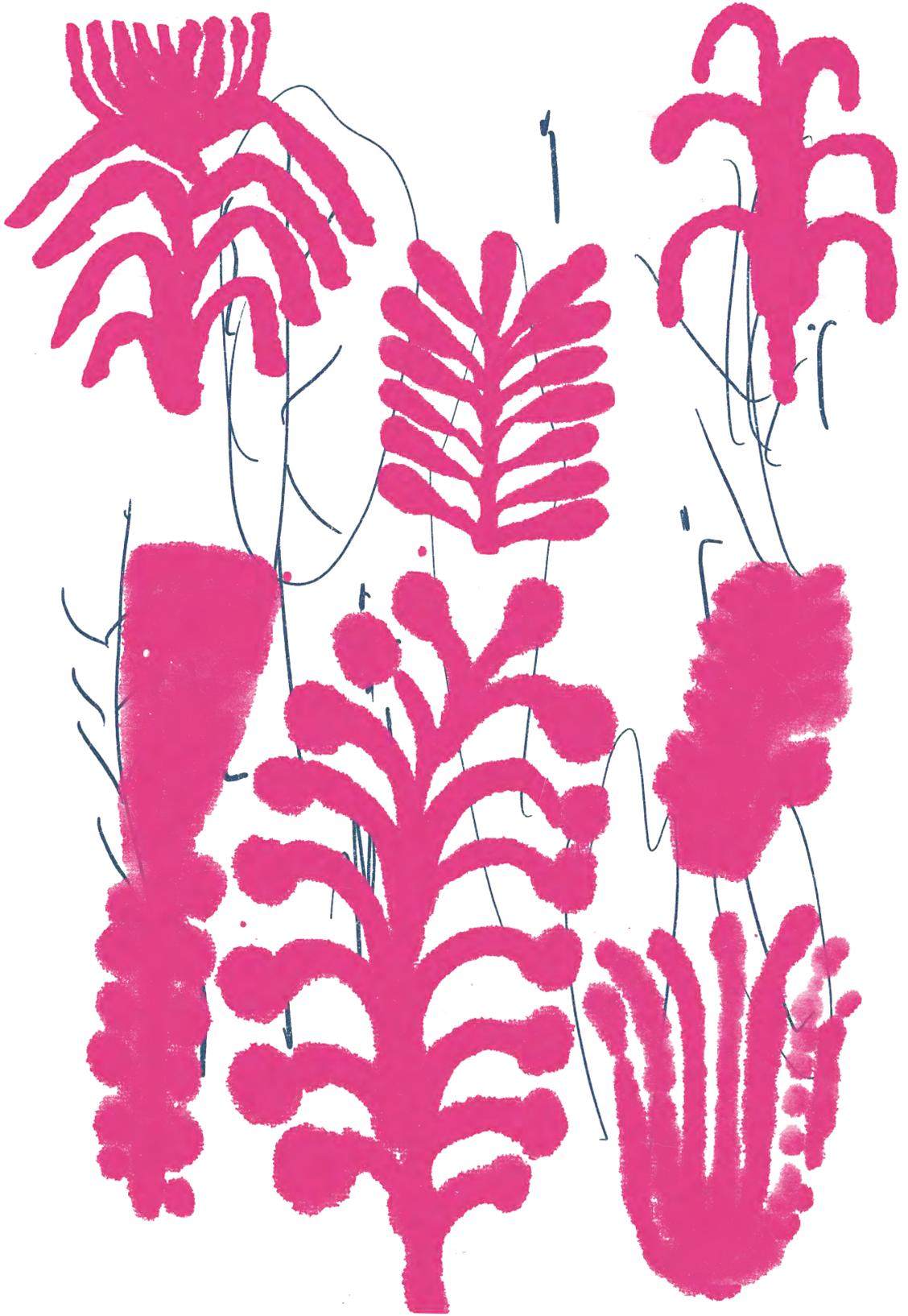
Una de las evidencias de la diversidad biocultural la encontramos en la

confluencia, en un mismo territorio, de zonas de conservación natural y de asentamientos de poblaciones originarias; de ahí se desprende una cartografía de las regiones bioculturales prioritarias para la conservación y el territorio. En particular, los pueblos indígenas coinciden con los centros de origen y diversificación de la biodiversidad y de la diversidad domesticada (Boege, 2008). A su vez, si más de la mitad de las selvas y bosques del país son de propiedad social en manos de ejidos y comunidades, ello denota la importancia de la vertiente social respecto a las condiciones del medio físico y ecológico que se habita (Madrid *et al.*, 2009).

Así, la defensa de la diversidad biocultural demanda la participación de diversos actores sociales como parte de una red de redes, en donde los jardines etnobiológicos pueden operar como referentes para una acción conjunta: redes de jardines, organizaciones y movimientos de pueblos originarios y afrodescendientes, núcleos agrarios de poblaciones comuneras y ejidatarias desde la comunalidad y la propiedad colectiva de la tierra, movimientos sociales que se erigen en defensa de los territorios ante el extractivismo. De esta manera, organizaciones como la Red Latinoamericana de Defensa del Patrimonio Biocultural (www.redlatambiocultural.org/), la Asociación Etnobiológica Mexicana o la Red de Etnoecología y Patrimonio Biocultural confluyen en un mismo cometido.



Desde este escenario, el jardín incorpora no sólo nuevas especies a las colecciones y los repositorios para su conservación: incorpora también una perspectiva amplia de su objeto, al abrir sus espacios a la experiencia humana en torno a la naturaleza. Recordemos que, etimológicamente, la palabra *jardín* viene de *gardinus* (latín), *gardo* (franco), *gardaz* (germánico); todos ellos remiten a la delimitación de una cerca. También proviene del indoeuropeo *ghor-tho*, que, por cierto, a su vez da pie a la palabra *huerto* (Gómez de Silva, 1988). Por ello, un jardín se define como un «terreno, generalmente cercado, en el que se cultivan plantas de adorno y flores» (Real Academia Española, 1992). Sin embargo, esta figura limitada y obsoleta fue rebasada hace tiempo ante un proceso relacional que propicia intercambios, abate barreras e impulsa la vinculación con las comunidades que son la fuente de la diversidad de los saberes.

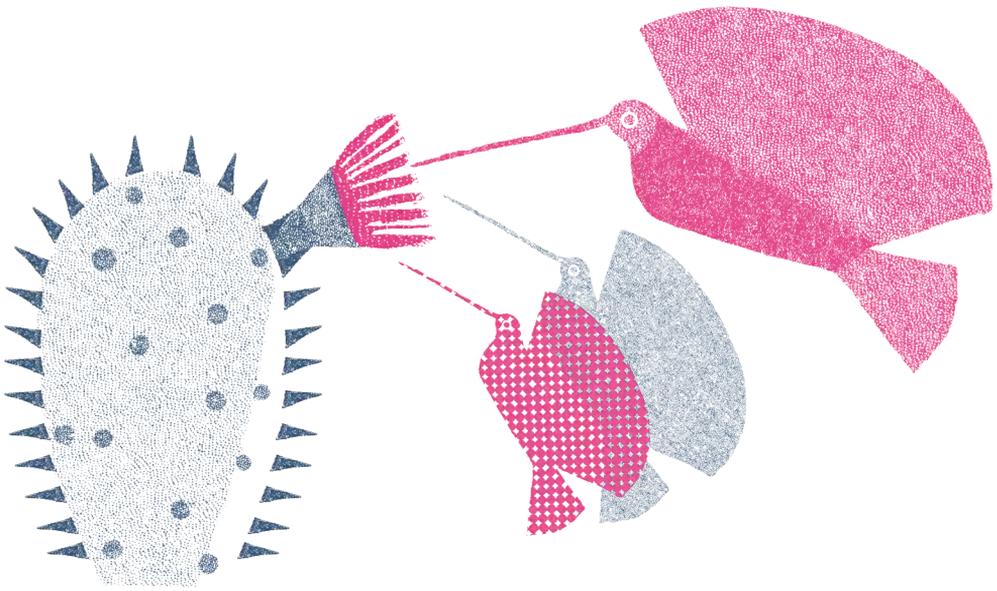


AVANCE ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE CONSOLIDACIÓN

La consolidación de los jardines etnobiológicos en una red entraña tanto un proceso organizativo y relacional como uno epistemológico y decolonial con implicaciones políticas. Respecto a esto último, es epistemológico porque conlleva la apertura a un diálogo de saberes en torno a la naturaleza; a su vez, es decolonial porque desde ahí los jardines intensifican su papel como plataformas de interlocución, espacios de inclusión de seres humanos, de lugares, de sensibilidades. Y eso es un actuar político porque involucra pensar y obrar desde las heterogeneidades (Zibechei, 2022), lo cual genera aprecio, propicia interés, destaca patrones comunes y similitudes, motiva conciencias, proyecta una sensibilidad, ayuda a construir ciudadanía cuidadora, nos descentraliza y baja del pedestal de barro desde donde nos consideramos superiores a la naturaleza de la que formamos parte.

Asimismo, los jardines en red se consolidan con la conformación de sus colecciones, pero también —y de modo central— desde la perspectiva compartida que construyen y proyectan a partir de su sentido, del cual emanan los mecanismos que lo concretan. De esta manera, el avance en la consolidación de la Renajeb pasa por comprender su potencial para el país. Su consolidación no es un asunto solamente administrativo o formal, sino de convicciones.

Por otra parte, la dimensión biocultural es una realidad tangible en los territorios, pero también un referente de sentido, una disposición que nace de la conciencia crítica de vivir hoy al tanto de un proceso de degradación socioambiental que reclama con apremio atención. Para que un jardín etnobiológico sea biocultural, ha de incorporar a sus visitantes como protagonistas a la par del vegetal o del animal no humano. Además de plantas, el jardín propaga una perspectiva integral: incide en cada visitante más allá de considerar que es un depositario o receptor de información al brindarle una experiencia presencial y vívida que estimula el pensamiento, no como una pantalla con imágenes y palabras que ahoga en un mar de información la capacidad de procesarla y de generar ideas (Zibechei, 2023).



La perspectiva etnobiológica y la estructuración reticular de los jardines tienen una connotación relacional: apelan a la conexión entre saberes, sectores y procesos organizativos. Desde ahí no se puede eludir un elemento que incide negativamente en la diversidad biocultural: la inseguridad que actualmente priva en los territorios de conservación biocultural, a menudo remotos y propicios para el trasiego de enervantes, lo que fuerza con ello la migración y el desarraigo de muchas personas expertas y depositarias de los saberes locales. Esta objetiva situación, grave en diversos sentidos, constituye por consiguiente una limitante y un reto para los jardines etnobiológicos.

Así, con derivaciones y retos como los aquí enunciados de forma somera, la Renajeb requiere la continuidad de su impulso desde las políticas públicas. La defensa de la diversidad biocultural no es un cometido político transitorio o sexenal, sino un asunto de sobrevivencia. Su afianzamiento corre parejo con el progresivo fortalecimiento de la conciencia colectiva sobre la relevancia de esa diversidad biocultural, que hoy es crítica y que aún es insuficientemente comprendida en circuitos académicos que no tienen en su horizonte ni agenda al pluralismo epistemológico y al imperativo de vinculación para la incidencia social. Sin una base social, las instituciones no tienen la capacidad de enfrentar los desafíos actuales.

REFERENCIAS

- Arias Montes, S.** (2023). Introducción. En J. Viccon Esquivel, S. Arias Montes, S. Cristians Niizawa, M. A. Hernández Peña, A. Castro Castro, W. Cetzal Ix, M. Rivas Avendaño, J. R. Escalante Castro, J. G. Luna Zuñiga y M. H. Díaz Toribio (coords.), *México megadiverso visto a través de sus jardines y sus protagonistas* (pp. 15-17). Asociación Mexicana de Jardines Etnobiológicos, A. C./Red Nacional de Jardines Etnobiológicos, Conahcyt.
- Boege, E.** (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrodiversidad en los territorios indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Bye, R.** (1994). Historia de los jardines botánicos: evolución de estilos, ideas y funciones. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 2, 43-53.
- Conahcyt.** (s. f.). *Red Nacional de Jardines Etnobiológicos*. <https://conahcyt.mx/acceso-universal-al-conocimiento/jardines-etnobiologicos/>
- De Ávila, A., Bye, R., Lascurain, M., García, A. y Chávez, V.** (2003). *Declaración Oaxaca: principios sobre el acceso a los recursos genéticos y el conocimiento tradicional de la flora mexicana, y el reparto de beneficios derivados de ellos en los jardines botánicos*. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, A. C.
- Fresquet, J. L.** (1999). La fundación y desarrollo de los jardines botánicos. En E. Martínez Ruiz (coord.), *Felipe II, la Ciencia y la Técnica* (pp. 163-196). Editorial Actas.
- Gómez de Silva, G.** (1988). *Breve diccionario etimológico de la lengua española*. Fondo de Cultura Económica.
- Hernández Peña, M. C. y Castro Castro, A.** (2023). Presentación. En J. Viccon Esquivel, S. Arias Montes, S. Cristians Niizawa, M. A. Hernández Peña, A. Castro Castro, W. Cetzal Ix, M. Rivas Avendaño, J. R. Escalante Castro, J. G. Luna Zuñiga y M. H. Díaz Toribio (coords.), *México megadiverso visto a través de sus jardines y sus protagonistas* (pp. 13-14). Asociación Mexicana de Jardines Etnobiológicos, A. C./Red Nacional de Jardines Etnobiológicos, Conahcyt.
- Nieto Olarte, M.** (2006). *Remedios para el imperio. Historia natural y la apropiación del nuevo mundo*. Universidad de los Andes.

- Madrid, L., Núñez, J. M., Quiroz, G. y Aldabe, Y. R.** (2009). La propiedad social forestal en México. *Investigación Ambiental, Ciencia y Política Pública*, 1(2): 179-196.
- Real Academia Española.** (1992). Jardín. *Diccionario de la lengua española*. Real Academia Española.
- Restrepo, E. y Rojas, A. A.** (2010). *Inflexión decolonial: fuentes, conceptos y cuestionamientos*. Universidad del Cauca.
- Rodríguez Figueroa, A. B., Urquijo, P. S. y Rodríguez Soriano, R. I.** (2022). ¿Jardines “botánicos” prehispánicos? Naturaleza como discurso histórico en los casos de Tetzcotzingo y Oaxtepec, México. *Ciencia Nueva, Revista de Historia y Política*, 6(2), 74-96.
- Santos, B. S., Meneses, M. P. y Nunes, J. A.** (2004). Introdução: para ampliar o cânone da ciência: a diversidade epistemológica do mundo. En B. S. Santos (org.), *Semear outras soluções. Os caminhos da biodiversidade e dos conhecimentos rivais* (pp. 23-101). Edições Afrontamento.
- Toledo, V. M., Barrera-Bassols, N. y Boege, E.** (2019). *¿Qué es la integridad biocultural?* Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vovides, A. P., Iglesias, C., Luna, V. y Balcázar, T.** (2013). Los jardines botánicos y la crisis de la biodiversidad. *Botanical Sciences*, 91(3), 239-250.
- Vovides, A. P., Linares, E. y Bye, R.** (2010). *Jardines botánicos de México: historia y perspectivas*. Secretaría de Educación de Veracruz.
- Zibechi, R.** (2022, 17 de junio). Pensar y actuar desde las heterogeneidades. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2022/06/17/opinion/015a1pol>
- _____ (2023, 19 de mayo). La mente piensa con ideas, no con información. *La Jornada*. <https://www.jornada.com.mx/2023/05/19/opinion/014a1pol>

CIENCIA APLICADA: ORIGEN Y DESTINO DEL PROGRAMA NACIONAL ESTRATÉGICO AGENTES TÓXICOS Y PROCESOS CONTAMINANTES



GUADALUPE PONCE-VÉLEZ

Académica del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Nacional Autónoma de México e integrante del Comité Ejecutivo del Programa Nacional Estratégico Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes, Conahcyt.

ANTECEDENTES

La economía industrializada, que favoreció la imposición de modelos depredadores de producción y de mercado en todo el mundo, se incrustó en México desde la década de 1970 (Barrera Marín *et al.*, 2019) con la dependencia petrolera y se expandió durante los siguientes 20 años hasta consolidarse con el ingreso formal de nuestro país al sistema de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico en 1994 (Flores, 1994). En este escenario, la normatividad mexicana se hizo dolosamente laxa para permitir la inversión, sobre todo industrial, en regiones consideradas apropiadas para esos fines, pero sin cumplir con regulación alguna, o bien aprovechando los vacíos normativos de entonces, lo que convirtió a estas zonas en lo que ahora se reconoce comunitaria y científicamente como Regiones de Emergencia Sanitaria y Ambiental (RESA), que desafortunadamente han aumentado en número, dimensiones y nivel de daño en el territorio mexicano.

La definición de RESA, un concepto totalmente transdisciplinario, se alcanzó gracias a la conjunción de expertas y expertos en diversos campos del conocimiento, quienes enriquecieron el análisis y la discusión hasta identificar los rasgos y las características que se presentan y dan lugar a estas regiones. El objetivo era contar con un documento oficial que las reconociera y, al hacerlo, permitiera garantizar recursos para su atención, mediante acciones de mitigación y remediación, pero sobre todo para ir al origen del problema, desde los aspectos industriales, la normatividad, la supervisión, etc. Este proceso continúa como uno de los ejes importantes que debe subsistir a la transición política que está por venir, ya que los problemas de esta índole generados por décadas, debido a la desatención, irresponsabilidad y corrupción, requieren plazos largos para recomponer y compensar el deterioro.

A finales de 2019, un grupo de observadores nacionales e internacionales con el interés de conocer la grave situación ambiental que padece el país organizaron la Caravana Toxi-tour. Este recorrido por las zonas más contaminadas de México recogió abundante información ciudadana y científica



(Barreda Marín, 2020), y puso de manifiesto la imperante necesidad de abordar de forma integral la problemática toxicológica, de deterioro ambiental y de impacto a la salud humana en las RESA. En esta iniciativa participaron organizaciones sociales de las comunidades afectadas, con la presencia de personas científicas, tanto de las RESA visitadas como foráneas, así como periodistas, fotógrafas, académicas nacionales e internacionales y algunos parlamentarios europeos y estadounidenses (Barreda Marín, 2020).

CONFORMACIÓN

Por su parte, para atender, analizar y buscar remediar la compleja y grave realidad de las RESA, el Conacyt (2020), con base en el objetivo de favorecer la incidencia del conocimiento en la resolución de problemas de alta relevancia en México, estableció el Programa Nacional Estratégico Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes (Pronace ATPC). A partir de la conformación de un grupo de especialistas coordinado por

el doctor Andrés Barreda Marín, quien estuvo involucrado en la organización de la Caravana Toxitour, se integraron personas con perfiles complementarios entre sí, de disciplinas como economía, medicina, toxicología, biología, antropología, sociología, ingeniería, matemáticas, entre otras. Este grupo, constituido en Comité Ejecutivo, contó con la experiencia y el talento de la doctora Lilia A. Albert Palacios como asesora principal, quien contribuyó de forma significativa a definir las primeras acciones que llevaría a cabo este Pronace. También participaron el doctor Juan Tamayo, con sus aportaciones en torno a la salud humana y los padecimientos prevalentes en zonas industriales; la

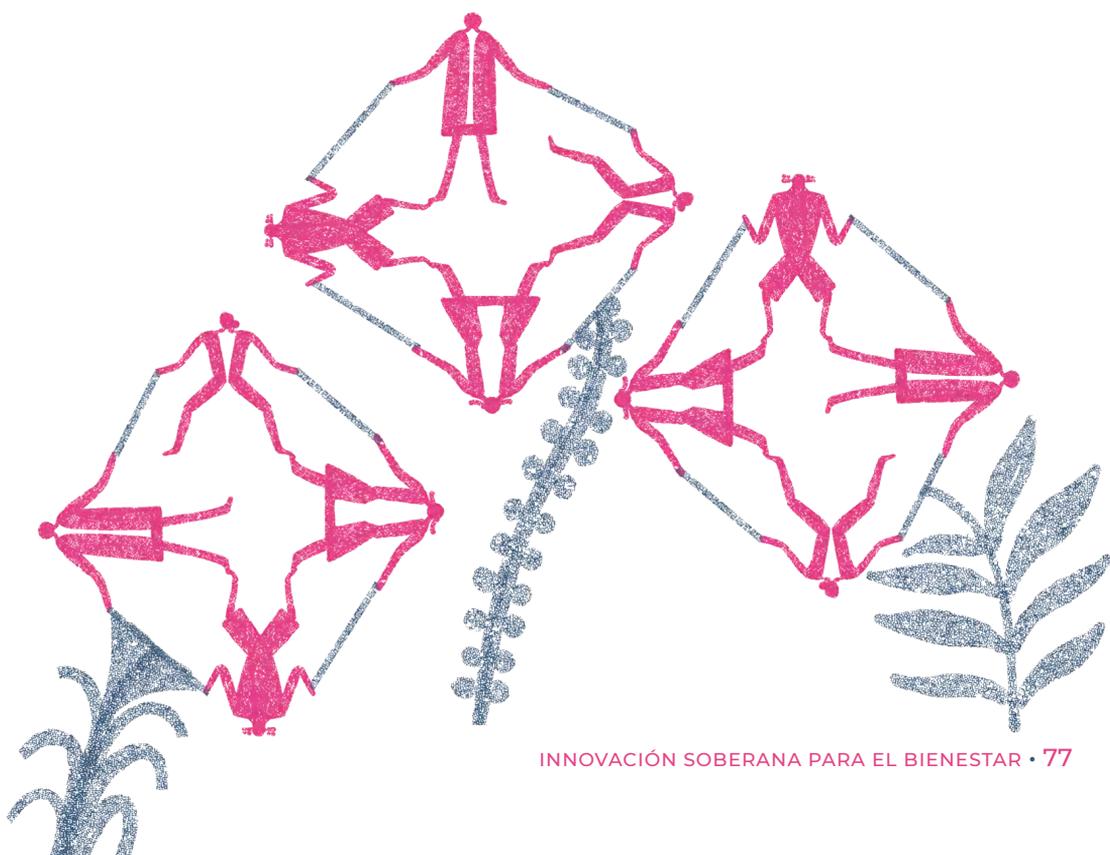
doctora Georgina Calderón y el antropólogo Gustavo Ampugnani, quienes aboraron al análisis desde las dinámicas comunitarias y la organización social; la maestra en ciencias Inés Navarro, con su enorme experiencia en calidad de agua, su impacto y posible remediación; así como la doctora Guadalupe Ponce-Vélez (autora de este texto), con una visión sobre la contaminación ambiental ecosistémica y su relevancia para las poblaciones humanas, además de la importancia de la confiabilidad de los datos científicos. Asimismo, la socióloga Marisa Jacott, aunque por poco tiempo, colaboró de manera fundamental para articular lo establecido en la normatividad ambiental relacionada.

Desde un inicio, el Pronace ATPC asumió la tarea de definir estrategias para contribuir al diagnóstico del estado actual de las RESA, mediante la investigación científica y la incidencia social. De esta manera, se encaminaron los esfuerzos para contar con Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) cuyos objetivos principales fueran obtener información confiable sobre la presencia de agentes tóxicos tanto en los ecosistemas como en las personas de las comunidades afectadas, y para asociar los efectos de las sustancias contaminantes con los padecimientos preponderantes en estos lugares. De forma equiparable, los objetivos primordiales de incidencia se enfocaron en lograr la comunicación y la retroalimentación



equilibrada entre el personal científico y los saberes comunitarios para, de forma conjunta, definir acciones factibles en estas RESA y, con el sector gubernamental correspondiente, proponer políticas públicas adecuadas para mitigar y disminuir el deterioro ambiental y el impacto en la salud de estas poblaciones.

Por otro lado, dado que la problemática toxicológica en México no es una situación de un único campo del conocimiento ni solamente de la administración pública, el Pronace ATPC ha fomentado la interacción con los demás programas pertenecientes al Conahcyt, principalmente con el de Salud y el de Agua, además del correspondiente a la Soberanía Alimentaria. En este sentido, también ha alentado la conexión entre personas científicas a nivel nacional y con laboratorios públicos especializados en estos asuntos, además de realizar esfuerzos para que ocurra un trabajo articulado entre las comunidades con las y los funcionarios públicos federales de los sectores de salud y ambiental, todo ello con el objetivo de ayudar a brindar atención ordenada y sostenible a las RESA.

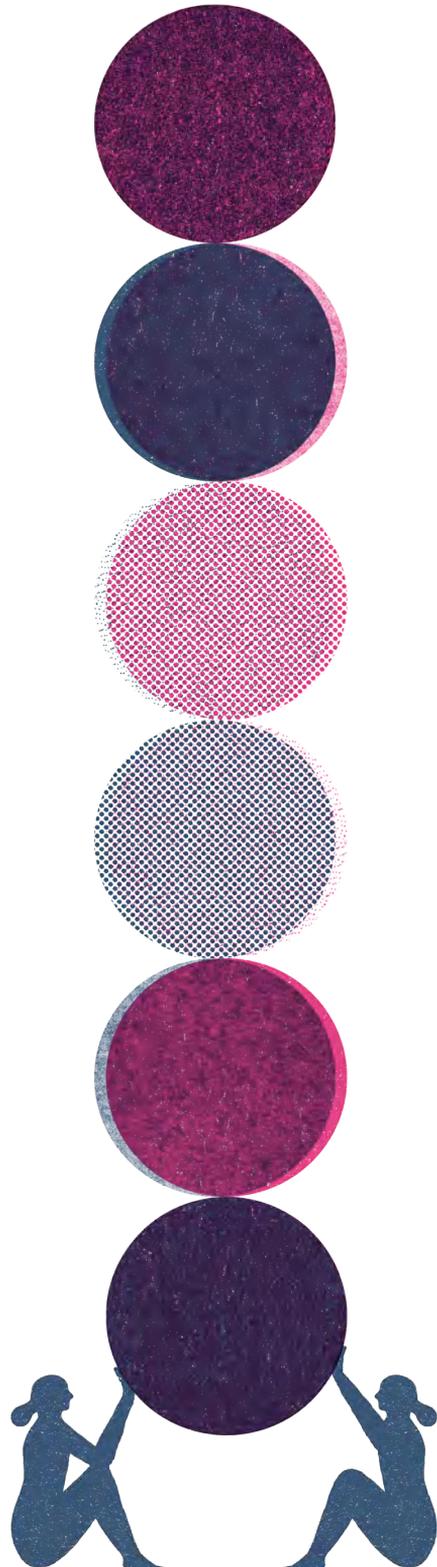


PROYECTOS Y COLABORACIONES

La experiencia de la Caravana Toxitour contribuyó a la definición de objetivos y metas para conformar la primera convocatoria del Pronace ATPC hacia los diversos grupos de investigación interesados en participar para incidir en las regiones de mayor relevancia por el grado de deterioro ambiental y de impacto en la salud humana. Así, se estructuró y se publicó la convocatoria inicial 2019-2020 y, en el primer bimestre de 2020, se llevó a cabo el proceso de evaluación que culminó con la aprobación de 19 proyectos en marzo del mismo año. Esta etapa semilla tuvo como objetivo fundamental estructurar una propuesta extensa y completa de investigación e incidencia sobre determinadas RESA, para poder participar en la convocatoria de 2020-2021 y tener un apoyo financiero durante años que permitiera lograr las metas establecidas.

Así, por medio de una convocatoria final, de las 19 propuestas en extenso sometidas, se aprobaron seis proyectos (dos en la cuenca del Alto Atoyac, en Tlaxcala-Puebla; y uno en cada una de las siguientes RESA: la región Tolteca, en Hidalgo; el Bajío, en San Luis Potosí, Querétaro y Guanajuato; la zona de Barrientos, en el Estado de México, y el Istmo, en Veracruz), los cuales se convirtieron en los primeros Pronaii del Pronace ATPC.

A partir de esta etapa se comenzó un proceso de acompañamiento hacia estos proyectos, sobre todo en los



aspectos de incidencia social, ya que a lo largo de la historia de la investigación científica nacional era común dejar de lado el beneficio social derivado de la inversión pública en este rubro, sin contribuciones verdaderas y sostenibles para solucionar problemas complejos como los que hay en las RESA y que durante años no se han abordado –y mucho menos atendido– con la inclusión equiparable de las comunidades afectadas. En este sentido, el Pronace ATPC contó con el apoyo de dos Pronaii fundamentales, conocidos operativamente como plataforma social y plataforma técnica. El primero, a cargo del doctor Gonzalo Flores, comenzó la articulación de las organizaciones sociales maduras de las RESA para vincularlas entre ellas y con la comunidad científica participante de los proyectos aprobados, con el fin de definir las acciones estratégicas que dieran paso a la atención necesaria en estas localidades mexicanas.

Un avance importante en el camino del diálogo entre las comunidades y el gobierno federal se derivó del Toxitour, en el cual las organizaciones sociales exigieron la creación de grupos de análisis, discusión y acuerdos para el surgimiento del Grupo de Coordinación Interinstitucional (GCI) con la participación comprometida de la Secretaría de Salud, de la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios, del Conahcyt y, en menor grado, de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, de la Comisión Nacional del Agua y de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.

El compromiso fundamental fue establecer una serie de acciones desde la federación en regiones prioritarias, como la cuenca del Alto Atoyac, El Salto en Jalisco, y la región Tolteca (norte del Estado de México y sur de Hidalgo), para dar atención a la salud de las poblaciones más afectadas con diagnósticos graves, como leucemia y enfermedad renal crónica, así como la identificación de sitios con presencia elevada de agentes tóxicos de riesgo, principalmente en los cauces de ríos y pozos de los que se abastecen las comunidades. Además, se hizo una revisión exhaustiva de las competencias normativas; con ello se logró conformar un documento conocido como el protocolo unificado,

que contiene alrededor de 90 acciones federales necesarias para lograr la efectividad de la atención exigida.

GRUPOS DE ESPECIALISTAS

Por otro lado, para tener un panorama más claro de hacia dónde dirigir las propuestas factibles desde el Conahcyt a las áreas federales y estatales que tuvieran la competencia para llevarlas a cabo, el Pronace ATPC comenzó a integrar grupos de especialistas, sobre todo del sector médico y de la toxicología ambiental y humana, para identificar los contaminantes relacionados con una mayor presencia y riesgo en diversas regiones del país mediante la experiencia y los trabajos previos de investigación, al considerar primordialmente las afectaciones más relacionadas con estas sustancias.

Algunas personas participantes en este grupo son: la doctora Margarita Castillejos, experta en contaminación atmosférica y daño a la salud de habitantes urbanos; la doctora Aurora Rojas García, especialista en el impacto de los plaguicidas en diversas poblaciones del noroeste de México; la doctora Edna Rico Escobar, quien ha trabajado en el problema de la salud y su relación con la basura tóxica en la frontera norte; la doctora Lourdes Garza Ocañas, dedicada a la investigación sobre las partículas atmosféricas y el riesgo a la salud respiratoria; así como otras personas especialistas que contribuyeron en el ejercicio colectivo de análisis toxicológico, necesario para tener una perspectiva clara de la situación actual y definir la ruta que se debe seguir.

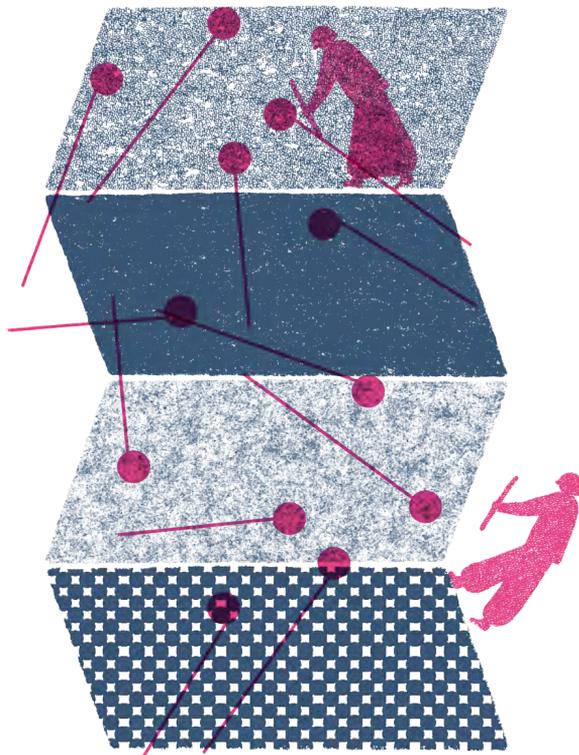
Como ya se señaló, el Pronace ATPC tuvo el apoyo de dos Pronaii estratégicos que representaron el sostén de investigación e incidencia. La principal contribución del denominado plataforma técnica fue un diagnóstico de las capacidades analíticas de los laboratorios públicos para determinar una amplia variedad de agentes tóxicos y, con ello, tener la perspectiva actual del potencial para abordar técnicamente el problema de las RESA. Esta labor estuvo a cargo del doctor Octavio Gaspar Ramírez y, ahora, el Pronaii plataforma técnica dio paso al establecimiento del Laboratorio Nacional Conahcyt

de Toxicología Socioambiental, donde se articuló un grupo inicial de laboratorios adscritos tanto a algunos Centros Públicos de investigación como a diversas universidades e instituciones de educación superior públicas, con el objetivo de brindar servicios analíticos a la federación con calidad aprobada, así como ayudar a las comunidades de las RESA que requieran registrar la presencia de estos contaminantes peligrosos.

A nivel federal, el Pronace ATPC apoyó la existencia de diversos Pronaii debido a la emergencia ambiental y al daño tóxico para la salud humana en regiones como Cananea y la zona de influencia del río Sonora; La Laguna, en el área de la Comarca Lagunera; la región de Manzanillo en Colima, por la conjunción de la actividad portuaria (zona de entrada de productos más importante del Pacífico mexicano), urbana y agropecuaria; así como El Salto en Jalisco, debido al daño tan grave documentado desde hace una década y el compromiso de la federación de atender a esta región durante las reuniones ocurridas en el seno del GCI. De esta manera, se incrementaron los Pronaii asociados a este Pronace, lo que exigió una mayor dedicación en el acompañamiento hacia el desarrollo de los diferentes proyectos.

LÍNEAS DE ACCIÓN

Como parte de los compromisos del Pronace ATPC con el Conahcyt se condujo una serie de actividades y se generaron



diversos productos relacionados entre sí y conforme al objetivo de existencia del propio Pronace. Por ejemplo, se comenzó a conformar un expediente con información científica y proveniente de las comunidades en torno a los reportes de agentes tóxicos, padecimientos, estadísticas, eventos críticos, fuentes de residuos, anomalías normativas, entre otros aspectos. De esta forma, enriqueciéndose y fortaleciéndose de manera continua, se construye el macroexpediente que dejará este Pronace como una enorme recopilación para ser consultada y utilizada, en la cual se puedan basar estrategias y decisiones de intervención asertiva en las RESA. Cabe mencionar que es un documento «vivo», ya



que se sigue compilando información actualizada.

A raíz de lo anterior, se ha estructurado un documento sobre las necesidades de investigación toxicológica, donde el foco principal es establecer y transmitir que se requiere un abordaje con una visión sobre las mezclas complejas de contaminantes en las RESA y dejar de lado la investigación de agentes tóxicos individuales con escasos registros

que no reflejan el escenario real de descomposición en esas zonas. Esto es muy valioso para identificar las fuentes y responsabilidades de quienes causan este impacto de grandes proporciones.

De igual manera, este Pronace se ha dedicado a la difusión de la información sobre la problemática de las RESA, para lo cual ha organizado diversos seminarios virtuales sobre estas regiones en México, con la participación de las

organizaciones sociales y las personas científicas que trabajan conjuntamente. Estas dinámicas de difusión virtual también se hicieron acerca de temáticas específicas, como la situación de los plaguicidas en México, con expertas y expertos de la academia, de las organizaciones no gubernamentales, de las alianzas sociales y del gobierno federal. También se incluyó el tema de metales y metaloides tóxicos en otra serie de sesiones que conformaron un webinar en torno a esta problemática, ya que es uno de los aspectos que cuenta con más información científica, y se contribuyó con datos de padecimientos renales asociados. Otros temas importantes abordados desde los seminarios virtuales fueron los del asbesto y el cáncer, la salud en el trabajo y las enfermedades mortales e incapacitantes. Con ello, se aportaron elementos del impacto provocado por la industria obsoleta, «chatarra», importada o migrada desde países desarrollados hacia naciones como la nuestra, con las implicaciones que eso tiene. En conjunto con otros Pronaces, sobre todo con el de Agua, se hicieron seminarios virtuales como el relacionado con el agua y la industria, así como el avance, balance crítico y perspectivas a futuro de las RESA en México.

En esta labor de difusión y divulgación conjunta, el Pronace ATPC también participó en seminarios virtuales para la formación de sujetos sociales del agua, la gestión y el gobierno de este recurso vital, la importancia de la confiabilidad analítica en la toxicología socioambiental, entre otros asuntos, todos estrechamente relacionados con la problemática ambiental y de salud humana.

Por otra parte, el acercamiento del Pronace ATPC con las comunidades afectadas, con las organizaciones sociales maduras o en formación que ahí actúan, dio paso a la realización de foros y reuniones magnas. Por ejemplo, la cuenca del Alto Atoyac es una de las RESA más complejas, pero mejor organizada socialmente; por ello, ha sido anfitriona de dos foros con presencia social, científica y gubernamental. En esta región se cuenta con diversos Pronaces de varios Pronaces que han confluído para llevar a cabo un trabajo integral,

el cual ha permitido generar el primer informe estratégico que considera las afectaciones a la salud y al ambiente, las fuentes, los agentes tóxicos, las enfermedades, la cartografía, la normatividad faltante o mal aplicada, los esfuerzos truncos y los derechos humanos. Todo ello se encamina a establecer una serie de recomendaciones pertinentes y ser el primer ejemplo de integración de este tipo que podrá replicarse en otras RESA y que ha dado pie a definir y llevar a cabo acciones de salud comunitaria por primera vez en México, con el respaldo del secretario de salud federal, el doctor Jorge Alcocer Varela, y a cargo de la doctora Gabriela Domínguez, lo cual demuestra que es posible atender lo que durante tantos años se olvidó.

Además, el Pronace ATPC logró convocar a comunidades y personas científicas de todo el país y del extranjero en un gran coloquio internacional donde se analizó de forma integral la problemática en las materias de salud ambiental y salud laboral asociada a la importación y generación de procesos contaminantes y sustancias tóxicas. Allí se puso sobre la mesa la urgente necesidad de transformar las instituciones y la regulación nacional para adecuarlas a esta realidad tóxica que se vive en México y en el mundo. Esta reunión permitió acercamientos que no hubieran ocurrido tan expeditamente, lo que derivó en compromisos como el de realizar un estudio piloto, a cargo del doctor Omar Amador Muñoz, sobre contaminantes orgánicos no regulados de alto riesgo en la atmósfera del Istmo veracruzano, con la participación activa de las comunidades de esa región afectada. De igual forma, se acompañó la dinámica de las organizaciones sociales donde ellas y ellos reconocieron y acordaron los pasos por seguir para continuar con la visibilización de los problemas y la exigencia de su adecuada atención.

PERSPECTIVA A FUTURO

Recientemente, el Pronace ATPC contempló la necesidad de dejar una memoria impresa y audiovisual del trabajo que ha realizado, para garantizar su continuidad en el futuro

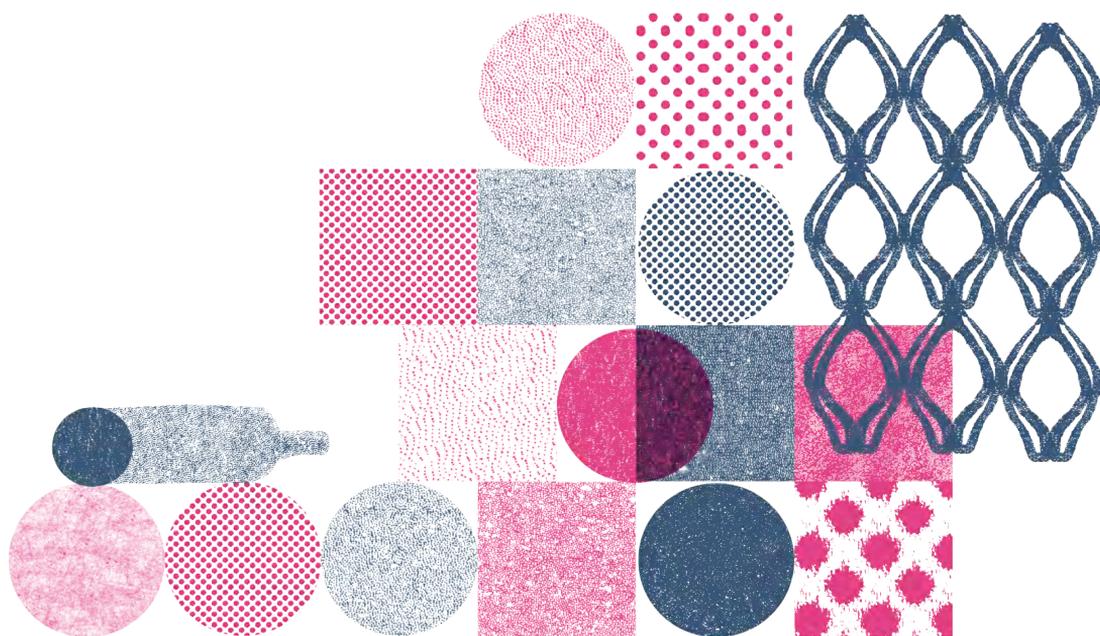
próximo. Así, se generaron diversos materiales documentales sobre la experiencia compartida por integrantes de algunas RESA, como el Alto Atoyac, Chapala-Santiago, río Tula-región Tolteca; además del cortometraje sobre la historia de la doctora Lilia Albert y su visión recopilatoria del México tóxico. También se creó la gaceta *Contratóxicos*, que publica información útil e interesante acerca de la contaminación y los daños a la salud y al ambiente, y se integró un número especial en la revista *Ciencias y Humanidades* del Conahcyt para compartir la perspectiva global de este Pronace y de la realidad de la devastación ambiental y humana por los agentes tóxicos en las RESA. Más adelante, se aportará una serie de libros que compilan las participaciones y las experiencias de los seminarios virtuales, del trabajo del Pronace y de las RESA, para ser considerados como material de apoyo en la formación de recursos humanos de licenciatura y posgrado, así como para consulta del público en general interesado en estos temas y en esta realidad, pero sobre todo para las comunidades afectadas.

El futuro del Pronace ATPC se relaciona directamente con el compromiso de continuar, desde el gobierno federal, desde el Conahcyt y desde sus alianzas, con la atención a las diversas problemáticas que aquejan a un gran número de comunidades mexicanas en aspectos fundamentales como salud, agua, soberanía alimentaria, vida libre de violencias, educación igualitaria y –en este caso particular– para disminuir al mínimo el riesgo de seguir muriendo en zonas con gran presencia de mezclas tóxicas complejas y de continuar deteriorando y perdiendo recursos naturales tan necesarios para la vida. Para ello, se requiere garantizar periodos largos, financiamientos grandes y principalmente una voluntad política para continuar con el trabajo y el esfuerzo que se está haciendo, ya que con el aprendizaje logrado se tiene la seguridad de que todavía es posible mejorar, con mayores posibilidades de impulsar acciones positivas, integradas y transversales en favor de las y los más afectados de la nación.

REFERENCIAS

- Barreda Marín, A.** (2020). Toxitour México: Un registro geográfico de la devastación socioambiental. *Diálogos Ambientales*, 7(1), 35-40. https://mia.semarnat.gob.mx:8443/dialogosAmbientales/documentos/DialogosAmbientales_Anio1_no1.pdf
- _____, **Enríquez Valencia, L. y Espinoza Hernández, R.** (2019). *Economía política de la devastación ambiental y conflictos socio ambientales en México*. Ítaca Editorial/Facultad de Economía-Universidad Nacional Autónoma de México.
- Conacyt.** (2020, 23 de junio). Acuerdo por el que se expide el Programa Institucional 2020- 2024 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. *Diario Oficial de la Federación*. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595309&fecha=23/06/2020#gsc.tab=0
- Flores, V. D.** (1994). El ingreso de México a la OCDE. *Revista Comercio Exterior*, 44(6), 517-523.

LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS MUNICIPALES, UN PROBLEMA DE INTERDISCIPLINA



HIPÓLITO RODRÍGUEZ HERRERO

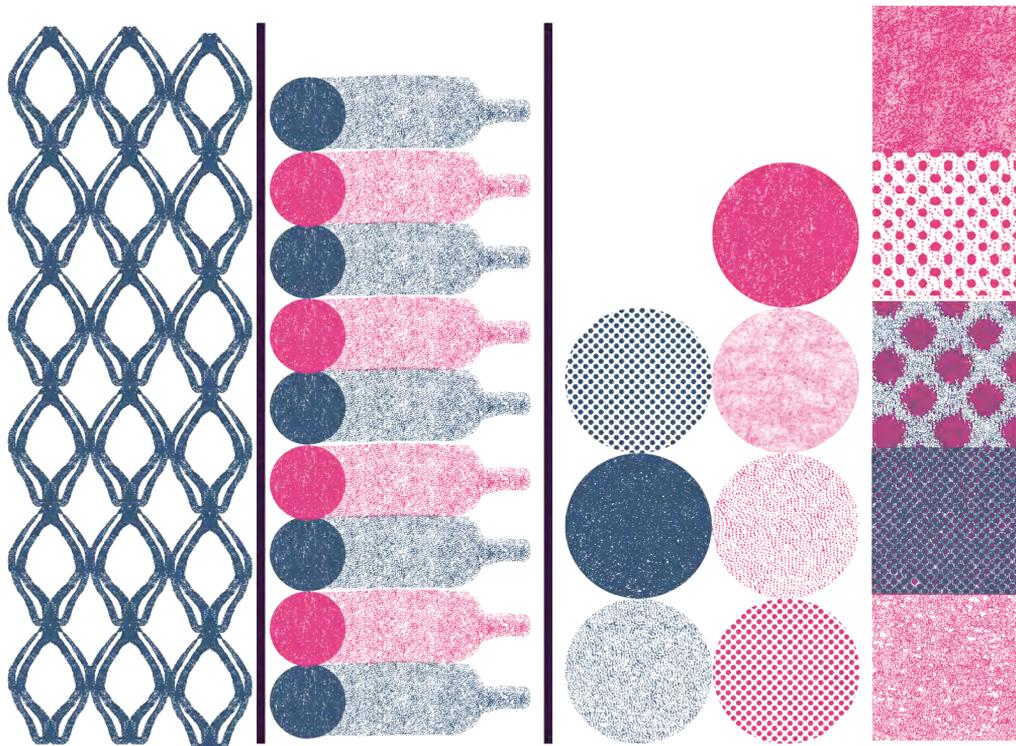
Profesor-investigador del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, y coordinador técnico del Programa Nacional de Investigación e Incidencia «Estrategia transdisciplinaria de investigación y resolución en la problemática nacional de los residuos sólidos urbanos».

Todos los días la sociedad actual genera millones de toneladas de basura. Por las calles de las grandes urbes se ven pasar cientos de vehículos que transportan alimentos y materias primas, minerales y combustibles, para proveer a los procesos de trabajo y a los hogares. Sin embargo, ese mismo flujo de materia y energía que ingresa a la ciudad se convierte, una vez que cumple su función útil, en una fuente de desechos. El proceso se repite de modo interminable y el volumen de los bienes y de los desperdicios parece que no puede dejar de crecer.

En 2016 se estimó que toda la población humana generó 2 010 millones de toneladas de basura, y que para el 2050 esa cifra podría crecer hasta 3 400 millones (Kaza *et al.*, 2018). Por su parte, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2023), en 2021 la producción de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe ascendió a 230 millones de toneladas, lo cual equivale en promedio a la generación de 361 kg por habitante al año. Los datos históricos evidencian que este indicador presenta una tendencia de crecimiento positivo, lo que corrobora que la generación de los desechos en esta región del mundo aumenta en proporción al crecimiento económico y a la tasa de urbanización.

Desde la perspectiva económica, la prosperidad en el mundo moderno se puede medir por el volumen de mercancías y de basura que genera una sociedad. Sin embargo, por ello, las ciudades enfrentan dos problemas cada día más inquietantes: ¿de dónde extraer más recursos y energía para sostener su patrón de producción y consumo? y ¿cómo reducir la masa creciente de desechos que ese patrón exige?

En el presente texto examinamos la última interrogante mediante las bases generadas en un proyecto de investigación e incidencia: Programa Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) «Estrategia transdisciplinaria de investigación y resolución en la problemática nacional de los residuos sólidos urbanos», auspiciado por el Conahcyt desde 2022, que está dedicado a explorar alternativas para transitar hacia nuevos modelos de gestión de los residuos. Como veremos, un problema básico es construir una visión interdisciplinaria que supere la



larga tradición de fragmentación del conocimiento, la cual ha impedido tener una solución integral.

Si bien el asunto puede abordarse desde diferentes puntos de vista, ante todo, los desechos de la vida diaria provienen de diversas actividades de transformación y consumo. Por la manera en que tiramos nuestros desperdicios, es decir, cómo los mezclamos y dejamos que se revuelvan –ponemos cosas que se pudren en la misma bolsa donde colocamos materias que parecen menos sujetas a descomposición–, los restos se convierten en un problema sanitario y ambiental, pues en poco tiempo huelen mal y contaminan el entorno.

El sociólogo Baptiste Monsaingeon (2017) en *Homo detritus* afirma que la cultura moderna ha normalizado el diario abandono y desentendimiento de los desechos. Nuestras dificultades para poner orden en el manejo de los residuos nos llevan a considerar la forma en que se organiza la vida cotidiana y, en particular, las maneras de gobernar la ciudad. El urgente llamado a depositar la basura en los lugares apropiados pone

en evidencia la importancia de la educación cívica y de la responsabilidad ambiental; se trata de cuidar que el espacio de convivencia esté limpio.

Sin embargo, las soluciones que las autoridades municipales ponen en práctica para disponer de un sitio donde colocar los desperdicios exigen que se contraten empresas de ingeniería, cuya especialidad es gestionar inmensos vertederos. La recolección de los residuos es otro problema: todos los días esperamos que no falle el camión que los recoge, pero en muchos lugares esta actividad no está en manos de la autoridad municipal, sino de compañías e incluso personas que, individualmente y bajo el respectivo riesgo para su salud, deambulan explorando qué cosas todavía pueden tener una vida útil y, por lo tanto, algo de valor comercial, para reciclarlas. Si, por alguna razón, nadie se ocupa de recoger la basura, entonces no faltará quien decida quemarla, para transformarla de su estado sólido al gaseoso, con las consecuencias ambientales que cada día nos preocupan más: no sólo la contaminación del aire, también la creciente emisión de gases de efecto invernadero.

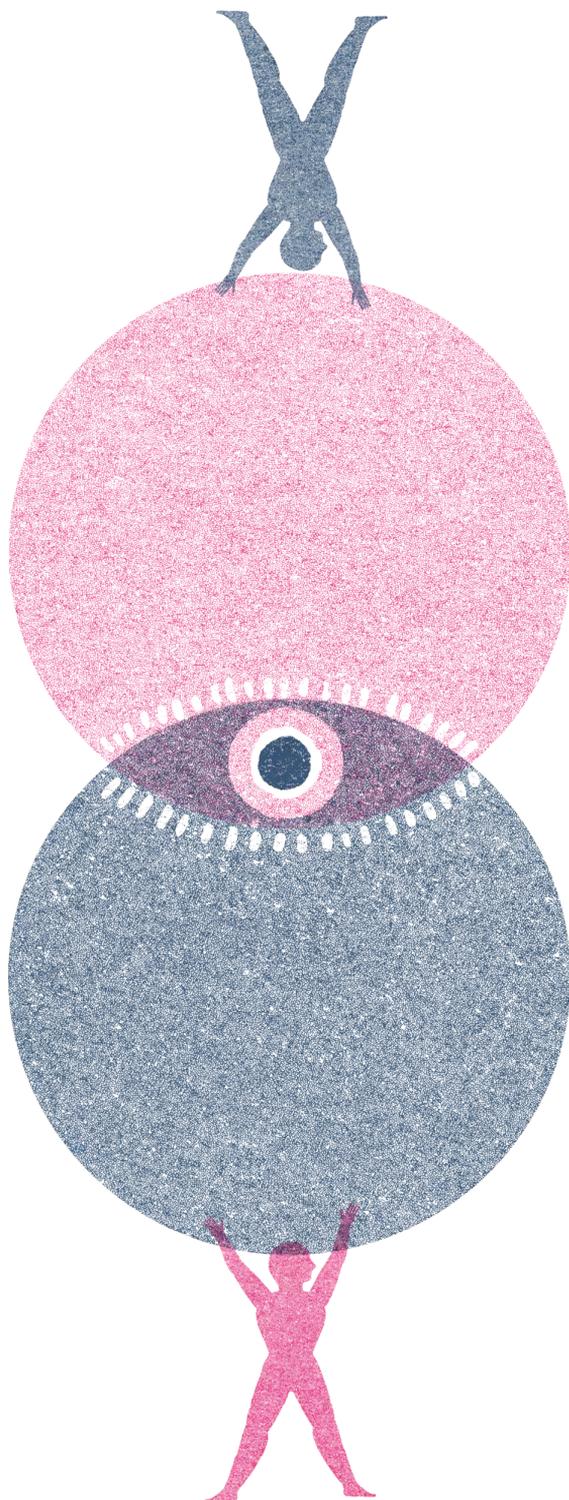
El flujo de los desechos, de una u otra manera, nos coloca ante un fenómeno que, como vemos, implica la participación desde diversas perspectivas. Por supuesto, la que más pesa es la económica, pero cada día importan más la ambiental y la sanitaria. Sólo cuando enfrentamos alguna crisis, nos preocupa la calidad de la gestión gubernamental, el comportamiento de nuestros vecinos, las implicaciones éticas de que nadie asuma sus responsabilidades, los daños que ocasiona la proliferación del plástico y las limitaciones de las opciones de ingeniería que no van al fondo del problema (reducir los desechos), sino a su aparente disolución (incineración). ¿Pero no hay alguna posibilidad de que se integren las múltiples perspectivas?

UN FENÓMENO COMPLEJO

La basura forma parte del universo de situaciones que algunos investigadores consideran híbridas. Nos enfrentamos a fenómenos que incumben tanto al mundo natural como al social; son a la vez del orden físico y del cultural. Su posición en

el campo de la reflexión plantea debates fundamentales, ya que exige que tanto quienes se dedican a las humanidades como quienes se ocupan de las ciencias entren en contacto y mediten sobre los límites de sus disciplinas y las posibilidades de su integración.

Este asunto tiene una historia que se extiende hacia una buena parte del ciclo inaugurado por nuestra modernidad. Superar la escisión entre las ciencias y las humanidades constituye uno de los desafíos que más preocupan a las mentes filosóficas de nuestra época. En el estudio de los problemas socioambientales, el reto está en configurar una perspectiva que trascienda ese divorcio y permita avanzar hacia una visión integral y superadora. La gestión de los residuos sólidos urbanos, un problema que tienen todas las ciudades del planeta, se enfrenta precisamente a esta necesidad de superar una fragmentación o escisión entre diversos campos del saber. El manejo de la basura plantea desafíos no sólo para el mundo de las ciencias sociales (qué implica el crecimiento de la población urbana, cuáles son los problemas de organización social y de articulación gubernamental, así como de ordenamiento de estructuras jurídicas, que detonan el incremento de los desperdicios), sino también para el de las ciencias naturales (cuáles son los procesos químicos que explican la fermentación de la materia orgánica, qué problemas implica la química de los residuos plásticos, qué



procesos detona la descomposición de los desechos y cuál es su impacto en el cambio climático). En general, escribe Joan Martínez Alier, al referirse a la complejidad emergente y la ciencia posnormal, «hace falta investigar no sólo las complejas relaciones físicas y químicas, sino también la demografía humana, la sociología ambiental, la economía y la política» (Martínez Alier, 2004, p. 57). Articular los saberes producidos por los diversos campos científicos supone entonces la superación de un divorcio, pues en ello se juega la construcción de conocimientos pertinentes para enfrentar la creciente complejidad de los problemas socioambientales, derivados muchos de ellos de la visión sectorizada del mundo real.

En uno de sus brillantes ensayos, Isaiah Berlin (1983) señala cómo Giambattista Vico (1668-1744) puede ser considerado el fundador de ese divorcio que aqueja al saber moderno. Frente al poderoso avance del método científico, las matemáticas, las ciencias físicas y las naturales, Vico reivindicó el territorio que éstas no pueden comprender: los mundos de Homero o de la Biblia no se pueden explicar en términos de los criterios empleados por las ciencias exactas; las creencias, los sistemas de valores, la cultura y el mundo espiritual que subyace a todas las prácticas humanas no pueden reducirse a los métodos empleados para abordar los hechos de la naturaleza. Mientras que las ciencias descifran el aspecto exterior y abstracto de los procesos vitales, las humanidades captan el mundo interior, específico y cualitativo.

Muchos años después, Michel Serres, quien nació en 1930 y vivió en carne propia la escisión que de algún modo afectaba a la comunidad científica respecto a la que cultivaba las humanidades, relató los dilemas que la situación planteaba. En uno de sus maravillosos libros, *El paso del Noroeste* (Serres, 1991), evoca su trayectoria. En 1980 escribe:

he navegado desde hace treinta años, en estas aguas, en el noroeste canadiense, es decir, las aguas que separan al Atlántico y al Pacífico, un laberinto de hielos donde se extravían o quedan atrapados aquellos que buscan el paso de uno a otro océano.



Se yuxtaponen dos culturas, dos grupos, dos colectividades hablan dos familias de lenguas. Aquellos que, desde la infancia, fueron formados para las ciencias suelen excluir de su pensamiento, de su vida, de sus acciones comunes, lo que puede parecerse a la historia y a las artes, a las obras de lengua, a las obras del tiempo. Instruidos incultos, se les forma para olvidar a los hombres, sus relaciones, sus sufrimientos, la mortalidad. Aquellos que, desde la infancia, fueron formados para las letras son arrojados en lo que suele llamarse ciencias humanas, donde pierden para siempre el mundo: obras sin árbol ni mar, sin nube ni tierra, salvo en los sueños o en los diccionarios. Cultos ignorantes, se dedican a las renchillas sin objeto, nunca conocieron más que apuestas, fetiches o mercancías. Mucho me temo que estos dos grupos no pugnen más que por posesiones hace tiempo hurtadas por un tercero, parásito, ignorante e inculto a la vez que las ordena y gestiona, que goza de su división y la alimenta. (Serres, 1991, p. 17)

Dos décadas antes de este libro extraordinario, hacia 1959, el escritor y científico inglés Charles Percy Snow dictó una conferencia en la Universidad de Cambridge, publicada en la obra, *Las dos culturas* (Snow, 2006), en la que se refería precisamente a esos dos universos desconectados de los que habla Serres: el campo de las humanidades y el de las ciencias. Él también experimentó esa situación: de un lado, una comunidad que ignoraba los hechos sociales y culturales; del otro, un colectivo que desconocía la vida práctica de la revolución científico-técnica. A su juicio, la distancia entre ambos grupos era en verdad alarmante. No podía ser que las personas ocupadas en comprender la vida social, los sueños y las fatigas de la humanidad no supieran que estaba en curso una transformación que afectaría todos los órdenes del planeta. «Creo que la sociedad industrial de la electrónica, la energía atómica y la automatización tiene diferencias de fondo de cualquier otra ocurrida antes y que cambiará al mundo de manera mucho más radical» (Snow, 2006, p. 55).

El cambio tecnológico en curso –hoy lo sabemos muy bien– tendría, en efecto, consecuencias de fondo. Si el

llamado de atención de Snow lo repite Serres, 20 años después, es porque el problema parece no encontrar solución. Bruno Latour, quien había dedicado buena parte de su trabajo antropológico a estudiar a la comunidad científica (Latour y Woolgar, 1995), reitera la misma advertencia en *Politiques de la Nature* (Latour, 1999), obra que propone examinar las consecuencias que tiene el divorcio entre las ciencias naturales y las ciencias sociales para la solución de los problemas del mundo moderno.

Ahora ya no estamos ante revoluciones que afectan la electrónica, la automatización o la energía nuclear, sino que encaramos procesos que inciden en la ingeniería genética, la inteligencia artificial, el cambio climático y el surgimiento de nuevas epidemias. A juicio de Latour, en el umbral del siglo XXI asistimos a un fenómeno quizás más inquietante: la comunidad de especialistas en el estudio de la atmósfera, la salud y la ecología parece constituir una nueva asamblea de «sabios» que toman las decisiones al margen de la asamblea ciudadana. El divorcio entre el campo de las ciencias respecto del campo donde la ciudadanía toma decisiones, es decir, el mundo de la democracia, nos coloca ante un desafío muy problemático: ¿cómo se decide en la modernidad tardía con respecto al mundo común?

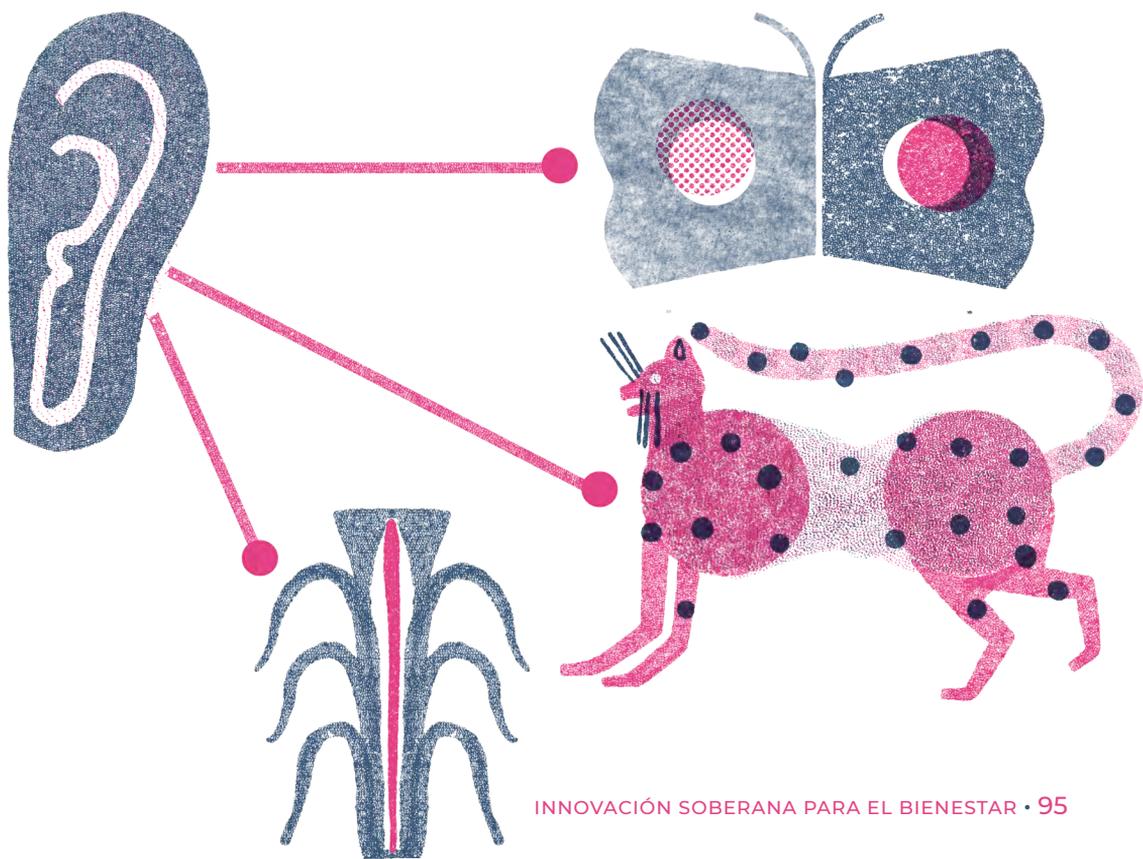
Para Latour, la ecología política podría reunir las dos asambleas, es decir, un espacio donde la política podría retomar su curso sin prescindir de la naturaleza. La globalización ha hecho evidente que las crisis ecológicas se generan y profundizan por la desaparición o falta de integración de ese espacio exterior al mundo humano. La expansión económica suele postularse como uno de los factores que explica el crecimiento del mercado, del consumo y, por tanto, de los desperdicios. Sin embargo, la ciencia económica convencional, ante esa realidad, se limita a considerar a los residuos como una externalidad, una suerte de daño colateral. En ese contexto, la preocupación por el ambiente se extiende cuando ya no hay manera de desembarazarnos de las consecuencias de la vida económica en el orden natural. La filosofía política se encuentra cara a cara con

la obligación de internalizar el ambiente que consideró que formaba parte de otro mundo.

En el curso de la segunda mitad del siglo xx, se produjo un cambio profundo en el campo epistemológico: no pueden seguir escindidas las ciencias y las humanidades. En lugar de tener una ciencia de objetos y una política de sujetos, es tiempo de disponer de un solo plano, tal vez una ecología política de colectivos humanos y no humanos. Latour formula de modo singular la naturaleza de este nuevo diálogo. Cada disciplina puede definirse como un mecanismo complejo para convertir en palabras, cifras y gráficas aquello que no pueden decir por sí mismos los entes no humanos. Es una

suerte de alfabetización general de entidades mudas.

Los no humanos no son objetos, sino entidades nuevas, a las que hacen hablar los conjuntos que se reúnen alrededor de ellas. En lugar de una distinción absoluta impuesta por la ciencia, entre cuestiones epistemológicas y representaciones sociales, encontramos por el contrario en las ciencias la fusión más intensa entre dos formas de lenguaje, hasta hace poco extrañas. La democracia no puede pensarse más que a condición de atravesar libremente la frontera ahora desmantelada entre la ciencia y la política, con el fin de añadir a la discusión una serie de voces nuevas, inaudibles hasta hace poco, aun cuando su clamor



pretendía cubrir todo el debate: la voz de los no humanos.

Asimismo, para superar el antropocentrismo, Latour propone ampliar el debate. No podemos limitar la discusión sin percibir que hay un sinnúmero de aparatos sutiles capaces de integrar a las voces nuevas. Prescindir de ellas equivale a privarse por prejuicio del formidable poder de las ciencias. Entonces, una buena parte de la discusión pública se encuentra en los laboratorios científicos; quienes ahí trabajan se han convertido en representantes de entidades no humanas. Su fidelidad a esos entes, la objetividad con la que transmiten los hechos, forma parte del debate.

Así como nos parece que puede existir un dilema cuando una persona habla en nombre de otras traduciendo con mayor o menor fidelidad sus preocupaciones, también observamos la posibilidad del mismo problema con aquellos que proceden como representantes del mundo no humano. Para Latour, no hay dos problemas (el de la representación política y el de la representación científica), sino uno solo. La ecología política no pertenece ni a la política ni a la epistemología, ni a su mezcla. El mundo no humano es un mundo tan actante como el humano. «Buscamos solamente de qué equipamiento los seres deben disponer para reunirse en un colectivo vivible, en lugar de separarse en dos asambleas ilícitas que se hacen mutuamente impotentes e impiden el ejercicio de la vida pública» (Latour, 1999, pp. 117-118).

Así como no hay sujetos que estén desprendidos de la naturaleza, tampoco hay entidades no humanas desprendidas de la sociedad. En 1999, Latour estimaba que solemos asociar la noción de realidad exterior con la sorpresa y el acontecimiento. En ese horizonte, los entes no humanos irrumpen de manera sorprendente. Las crisis ecológicas y sanitarias se advierten o destacan por la ignorancia de las conexiones entre los actores y por la imposibilidad súbita de dominarlos. La verdadera virtud de la ecología militante es la sorpresa siempre reiniciada de ver a un nuevo actor, humano o no humano, hacer irrupción en el curso de la acción, cuando menos se lo espera (Latour, 1999). En este sentido, la crisis sanitaria y social que en 2019 detonó la súbita presencia de un virus, el SARS-CoV-2, confirmaría las tesis de Latour.

A medida que nos adentramos en el siglo XXI, las crisis ecológicas y los avances científicos vuelven a suscitar nuevas controversias. Ante las querrelas, se esbozan dos actitudes: o esperar a que un suplemento de ciencia ponga fin a las incertidumbres o considerar la incertidumbre como un ingrediente inevitable de las crisis ecológicas y sanitarias. De hecho, Ulrich Beck (1998), uno de los grandes sociólogos de la modernidad, afirmaba que nos hallamos en una sociedad del riesgo. La irrupción de controversias científicas sobre la escena pública no prueba que se haya pasado de hechos establecidos a ficciones sin

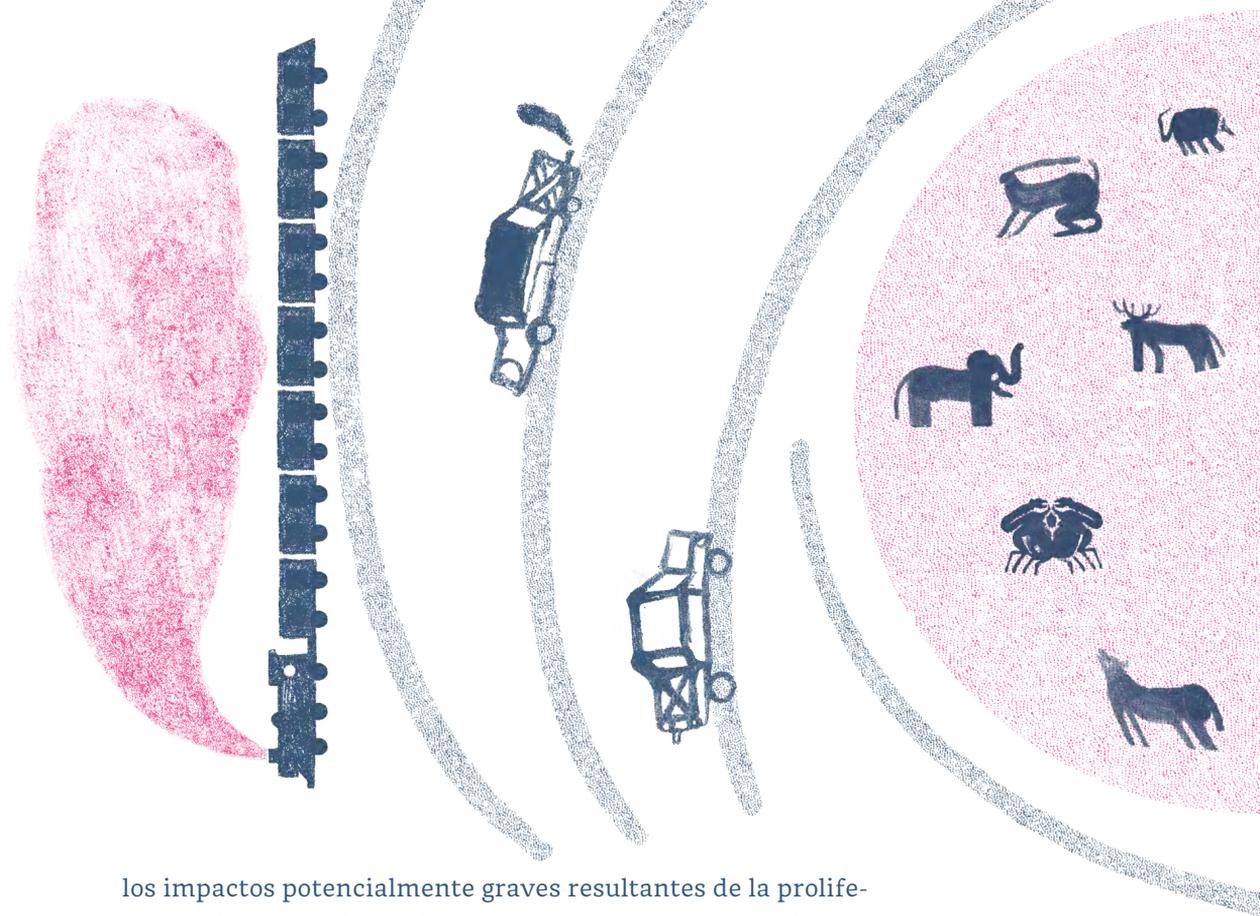
fundamento, sino que la distinción entre el interior y el exterior de las disciplinas científicas ha desaparecido. No se puede ya oponer el mundo científico de los hechos indudables al mundo político de las discusiones eternas.

De algún modo, se asiste a una nueva crisis del positivismo y del humanismo: la distinción entre hechos y normas, una que separa a la razón instrumental de la comunicación humana, puesta en tela de juicio. Desde 1999, Peter Sloterdijk (2003) formuló el problema que plantea ante el humanismo la presencia de nuevas tecnologías que se proponen clonar al ser humano. Giorgio Agamben, uno de los filósofos más importantes de nuestra modernidad tardía, observa que ante la pandemia por covid-19 se están tomando decisiones que afectan no sólo al mundo de la vida, sino también al orden político de la organización social (Agamben *et al.*, 2020); su llamado de atención, nuevamente, señala un problema que no cesa de hacerse más complejo. Al igual, la biopolítica, que Michel Foucault (2007) había planteado como un problema clave para nuestra época, nos formula una pregunta de fondo: ¿cómo vamos a enfrentar los problemas en los que está en juego no sólo el mundo de la vida, sino el mundo de la política? ¿De qué manera los conocimientos que produce el campo científico afectan al diseño de políticas públicas?

ALTERNATIVAS DESDE LA INTERDISCIPLINA

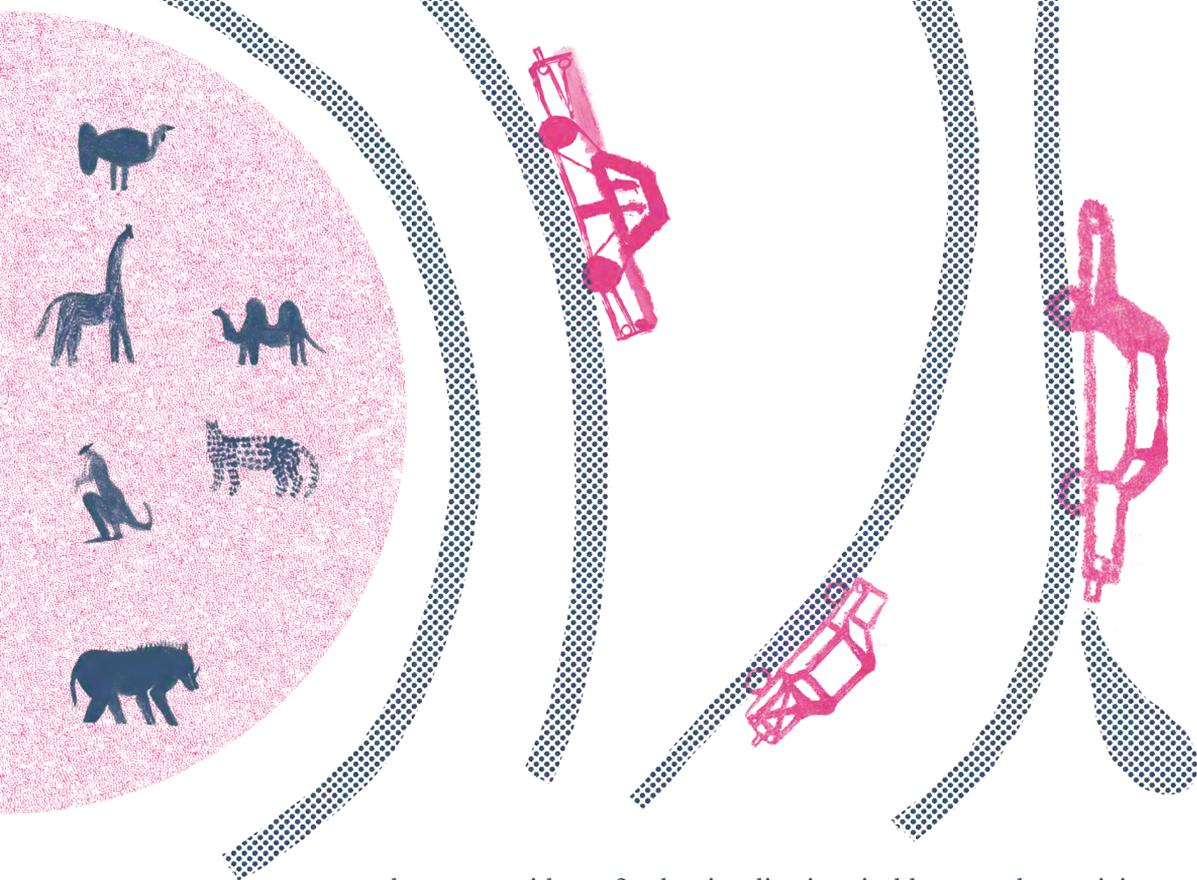
Volvamos la mirada a nuestro punto de partida. La basura oculta más problemas de los que esconde una bolsa de plástico al pie de nuestras calles. Los residuos nos colocan ante un panorama complejo: biológico y social, cultural y económico, sanitario y político. Su adecuada gestión exige no sólo la colaboración, sino la integración de las diversas disciplinas que pueden aportar con sus conocimientos especializados a la solución del problema.

La contaminación que ocasiona su mala gestión es un asunto político, pues los residuos siempre han sido un subproducto de las civilizaciones humanas. Lo que sí es nuevo son las enormes cantidades que generan las sociedades opulentas y



los impactos potencialmente graves resultantes de la proliferación de sustancias peligrosas en los desechos engendrados por la modernidad técnica. Así, las relaciones entre las sociedades humanas y la naturaleza se están convirtiendo en algo cada vez más problemático a medida que se multiplica la producción y el uso de nuevos compuestos químicos, cuando se liberan al ambiente organismos manipulados genéticamente o sigue aumentando el incesante tráfico de mercancías y basura que afectan a la salud pública y a los ecosistemas.

La proliferación de sustancias sintéticas, decenas de miles de compuestos químicos, pone en peligro la vida en el planeta (Colborn *et al.*, 2001), ya que la globalización ha extendido su presencia a todos los rincones del mundo. Al mismo tiempo, su adecuado manejo se ignora y las instalaciones para su tratamiento se han vuelto cada vez más complejas y costosas. La gestión de residuos tiende a ser un proceso laborioso porque la cadena que va desde la «cuna» (la extracción de recursos) hasta la «tumba», una vez satisfechas las necesidades de



los consumidores finales, implica inevitablemente la participación de una multitud de actores y organismos normativos.

Por ello, no es de extrañar que los desechos ocupen un lugar destacado en las agendas, tanto de los actores políticos responsables como de las empresas. De acuerdo con el BID (2023), es prioritario asumir el reto de incrementar las capacidades de gestión de los residuos sólidos municipales en nuestro continente, sobre todo si se considera que únicamente se aprovechó el 4.39% de todo lo que se generó en 2021, y que el destino preponderante es la acumulación en rellenos sanitarios, que abarca el 46 % del total, seguido de los flujos de desechos emitidos al ambiente (41%), mientras que la basura recolectada con un destino no identificado representa casi el 9%. Sin duda, estamos ante una situación crítica. Es muy poco lo que se consigue introducir a la economía circular y es mucho lo que no se deposita en los sitios que cumplen con la normatividad. Según la misma fuente, en 2021, el 26% de los residuos municipales generados en toda América Latina

terminó en sitios inadecuados de disposición final (tiraderos), y el 11 % no fue recolectado.

La cantidad que en promedio genera una persona diariamente oscila entre 1 y 3 kg. Esta variación se explica por el nivel de ingresos, pues las sociedades opulentas pueden desperdiciar mucho más. Con todo, se calcula que la fracción orgánica de los residuos, es decir, la que proviene de la comida, puede representar un tercio del total de los desechos generados. Este volumen es responsable de una parte de la emisión de metano, un gas de efecto invernadero que multiplica varias veces el impacto generado por el dióxido de carbono.

De todo lo que desecha la población, los restos de alimentos no tienen un mercado y, por eso, no se les presta atención para el reciclaje. No obstante, hay dos maneras de valorizarlos, recuperarlos e introducirlos en la economía circular: una consiste en darles un tratamiento que los convierta en composta (abono fértil); la otra implica aprovechar el gas que desprenden durante su descomposición para convertirlo en energía mediante un biodigestor. Ambas soluciones exigen que antes de la recolección se separe la fracción orgánica respecto de la inorgánica. Las ventajas de este procedimiento permiten no sólo asignarle valor a un recurso hasta ahora desperdiciado, sino también ampliar el volumen de la fracción inorgánica destinado al reciclaje, ya que, al separarla de la primera, se consigue evitar su contaminación y deterioro. Devolver al campo aquellos residuos que contribuyen a su fertilidad permitirá asimismo disminuir la dependencia en abonos sintéticos.

La discusión que busca reconciliar a las ciencias y las humanidades, que aspira a una nueva síntesis entre ambas, forma parte de una batería de opciones para construir una alternativa al deterioro ambiental y abrir el camino hacia una economía circular que sea solidaria y popular. Este viaje nos llevará, según escribe Dominique Bourg (2020), a esbozar la figura de otra modernidad, ya no dualista sino monista, al haber renunciado al mito del crecimiento infinito y reinterpretado los derechos humanos dándole la espalda tanto a un antropocentrismo frenético como al individualismo, para

redescubrir la colaboración del conocimiento científico con la construcción de la democracia, y discernir en las técnicas más un acompañamiento de la naturaleza que una dominación-destrucción.

En las ciudades, la preocupación ambiental suele concentrar su mirada en el tema de los hidrocarburos y su creciente presencia asociada a la multiplicación de los vehículos motorizados. Sin embargo, los residuos son un fenómeno urbano tan importante como el extraordinario incremento del parque vehicular. Así como el metano originado por los restos orgánicos no debe subestimarse, tampoco puede desdeñarse el potencial de recuperación de minerales metálicos y no metálicos en la masa de bienes reciclados; al menos, ampliar el reciclaje de los minerales ayudaría a reducir el extractivismo.

Hay que considerar que los desechos urbanos forman parte de un sistema global en el que dominan tendencias como el consumismo, el desperdicio de alimentos, la obsolescencia tecnológica, las emisiones de metano, los contaminantes químicos, el extractivismo y la pérdida de biodiversidad. Las ciudades pueden hacer mucho por la sustentabilidad si sus habitantes y las empresas asumen su responsabilidad. Disminuir los millones de toneladas de desechos que en el mundo urbano se generan es viable si se incide en todos los eslabones de la cadena: desde la producción hasta el consumo, pero también desde la gestión privada y gubernamental, para impulsar la separación de los residuos y su canalización hacia la economía circular.

El trabajo que lleva a cabo el colectivo de investigadores que participamos en este proyecto de investigación e incidencia, cuya misión es ofrecer opciones para una política pública que extienda de forma contundente nuestras capacidades de reciclaje y composteo, se rige por el anhelo de superar los dualismos y brindar soluciones integrales para el bienestar de nuestra sociedad. Actuar localmente, desde las ciudades, en los flujos de materia y energía, es una forma de incidir en el ciclo biogeoquímico global y contribuir a mitigar el cambio climático.



REFERENCIAS

- Agamben, G., Zizek, S., Nancy, J. L., Berardi, F., López Petit, S., Butler, J., Badiou, A., Harvey, D., Han, B. C., Zibechi, R., Galindo, M., Gabriel, M., Yañez González, G., Manrique, P. y Preciado, P. B. (2020). *Sopa de Wuhan*. Editorial Aspo.
- Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2023). *Evaluación regional del flujo de materiales y residuos sólidos municipales*.
- Berlin, I. (1983). *Contra la corriente. Ensayos sobre historia de las ideas*. Fondo de Cultura Económica.
- Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*. Ediciones Paidós Ibérica.
- Bourg, D. (2020). *Une nouvelle Terre*. Cahiers.
- Colborn, T., Myers, J. P. y Dumanoski, D. (2001). *Nuestro futuro robado*. Ecoespaña editorial.
- Foucault, M. (2007). *Nacimiento de la biopolítica* (Horacio Pons, trad.). Fondo de Cultura Económica.
- Kaza, S., Yao, L. C., Bhada-Tata, P. y Van Woerden, F. (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. World Bank. <http://hdl.handle.net/10986/30317>
- Latour, B. (1999). *Politiques de la Nature. Comment faire entrer les sciences en démocratie*. La Decouverte.
- _____ y Woolgar, S. (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Alianza Editorial.
- Martínez Alier, J. (2004). *El ecologismo de los pobres*. Icaria.
- Monsaingeon, B. (2017). *Homo detritus, critique de la société du déchet*. Seuil.
- Serres, M. (1991). *El paso del Noroeste*. Debate.
- Sloterdijk, P. (2003). *Normas para el parque humano. Una respuesta a la Carta sobre el Humanismo de Heidegger*. Siruela.
- Snow, C. P. (2006). *Las dos culturas*. Colección Pequeños Grandes. Universidad Nacional Autónoma de México.

ACCESO ABIERTO O PROPIEDAD INTELECTUAL

VÍCTOR IRVING AYALA CUEVAS

Profesionista de la Asociación Nacional de Universidades
e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).

LUIS ARMANDO GONZÁLEZ PLACENCIA

Secretario general ejecutivo de la ANUIES.



La Declaración Universal de los Derechos Humanos (DUDH) (Asamblea General de la Naciones Unidas, 1948), artículo 27, y el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC) (Asamblea General de la Naciones Unidas, 1966), en su artículo 15, afirman el derecho de toda persona a participar en la vida cultural de la comunidad y a disfrutar de los beneficios y aplicaciones de las ciencias y las artes. De forma implícita, la DUDH y el PIDESC reconocen el carácter social y positivo de las ciencias y las artes: toda persona puede participar en su desarrollo, y sus resultados siempre son benéficos para la sociedad en su conjunto.

No obstante, tanto el artículo 27 de la DUDH como el 15 del PIDESC afirman la protección de intereses morales y materiales de las personas que sean autoras de producciones científicas o artísticas. Esta segunda aseveración, que encontramos en ambos artículos, se trata, en esencia, de un principio liberal de protección a la creación de una obra original; es decir, la protección de la integridad de la propiedad y contra el robo. Esto provoca una tensión entre los derechos que se intentan proteger, ya que, por una parte, se afirma el derecho que tienen todas las personas de gozar de los resultados y aplicaciones de la ciencia, pero, por otro lado, se afirma el derecho a la protección de la obra de un individuo, esto es, su acceso puede estar restringido.

SOBRE LA PROPIEDAD INTELECTUAL

En el siglo XVII, John Locke, a quien podemos considerar el padre espiritual del liberalismo político, elaboró el argumento que justifica la propiedad individual. El filósofo inglés, en su *Segundo tratado sobre el gobierno civil*, argumentó cómo las personas en un hipotético estado de naturaleza (un estado prepolítico) podrían llegar a reclamar algo como suyo, como de su propiedad:

El trabajo de cuerpo y la labor producida por sus manos podemos decir que son suyos. Cualquier cosa que él [la persona] saca del estado en que la naturaleza la produjo y la dejó, y la modifica con su labor y añade a ella algo que es de sí mismo, es, por consiguiente, propiedad suya. (Locke, 2004, pp. 56-57)

Para el filósofo, en un estado de naturaleza en el que no existe ninguna institución política o jurídica, las personas sólo pueden reclamar como suyo, de su propiedad, su cuerpo; por lo tanto, para adquirir propiedad sobre otros objetos es necesaria la transferencia de la propiedad del cuerpo al objeto mediante la labor física. Con este argumento, Locke derivó una de las principales responsabilidades de todo Estado: proteger la propiedad individual. Las ideas, teorías o métodos, a pesar de

su inmaterialidad, no surgen de la nada, son el producto de la labor humana, y las formas en que se materializan constituyen una extensión de la labor del pensamiento. Por lo anterior, su creador puede reclamarlas como suyas y el Estado tiene la responsabilidad de protegerlas.

Por otra parte, Helle Porsdam (2022) señala que la justificación moderna de la propiedad intelectual es económica y utilitaria, ya que considera que no se tendría la suficiente motivación para crear, desarrollar o estudiar algo sin que hubiera un incentivo económico para hacerlo. Sin embargo, no es del todo claro que la justificación sea utilitaria, ya que se podría contraargumentar que el libre acceso al conocimiento le proporcionaría un mayor



nivel de felicidad a una sociedad y, por tanto, sería más útil no defender la propiedad intelectual.

No obstante, es innegable que la justificación de la propiedad intelectual parte primordialmente de un interés económico. Autores como Antoni Furió (2011) consideran que las empresas que le destinan más dinero a su propiedad intelectual se vuelven más competitivas, porque constantemente están invirtiendo en el desarrollo tecnológico, el cual enseguida buscan proteger mediante patentes y esto reeditúa en mejores servicios y productos para sus consumidores. Furió extiende el argumento al campo de la ciencia al considerar que si no existiera la protección de la propiedad intelectual y de los derechos de autor, el



conocimiento científico avanzaría con mucha lentitud, ya que los recursos materiales, el trabajo y el tiempo que se invierten para generar una obra podrían no redituarse en un pago a su creador, quien, por lo tanto, no tendría ninguna motivación para investigar o desarrollar.

GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO

En general, no se puede estar de acuerdo con las afirmaciones anteriores, ya que la competencia entre las empresas no sólo depende del desarrollo tecnológico; por ejemplo, el Estado debe intervenir en el mercado para impedir que surjan monopolios y, de este modo, permitir que haya competencia. Además, el conocimiento científico y humanístico ha avanzado con mayor velocidad en los últimos dos siglos no sólo por la creación de la propiedad intelectual, sino que ha dependido de varias condiciones adicionales: la protección a la libertad de expresión, largos periodos de paz entre los países, la consolidación de sistemas de educación superior públicos, la inversión pública en ciencia, humanidades y tecnología, entre otros.

No obstante, más allá de si la propiedad intelectual puede considerarse parte del motor del progreso científico, humanístico y tecnológico, hay un argumento más fuerte para defenderla; a saber: es justo pagar por el trabajo realizado. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la

Cultura, en su *Recomendación sobre la ciencia y los investigadores científicos* (2017), artículo 16, inciso V, reafirma la importancia del acceso público a los datos y resultados de la ciencia, pero siempre en consideración de los derechos de propiedad intelectual de las y los investigadores, los cuales deben respetarse plenamente.

También cabe considerar que los resultados derivados de las ciencias, las humanidades y el arte son principalmente abstractos; es decir, no se agotan en los objetos que producen o en los problemas que resuelven, sino que las ideas, teorías o métodos desarrollados que posibilitan la creación de ciertos objetos o la solución de algún problema siguen siendo útiles o benéficos por muchos años más. Por esta razón, la propiedad intelectual de estas obras se tiende a proteger durante largos periodos de tiempo.

De esta manera, la protección de la propiedad intelectual entra en conflicto directo con el derecho de participar de la vida cultural cuando hay una barrera económica o legal para poder acceder a ella o cuando ésta se mantiene en secreto con el fin de protegerla. La propiedad intelectual es un resultado paradójico respecto al cómo se desarrolla el conocimiento científico, humanístico y artístico, ya que todas las personas dedicadas a estos ámbitos se forman intelectualmente y desarrollan sus investigaciones gracias a la gran variedad de conocimiento, tecnología, datos y técni-

cas desarrolladas por generaciones anteriores en sus sociedades y alrededor del mundo. La imagen de la o el genio creador alejado de la sociedad es un mito, ya que la investigación en cualquier área del conocimiento jamás inicia desde cero ni se desarrolla de manera ajena a las comunidades locales, nacionales o internacionales. El conocimiento en su desarrollo siempre es colectivo; sin embargo, lo paradójico es que sus resultados se protegen como si fuera el resultado de esfuerzos individuales.

ARGUMENTOS SOBRE LA PROTECCIÓN

Uno de los movimientos internacionales más significativos que reconocen el carácter colectivo del conocimiento y el derecho de todas las personas para tener acceso a él sin restricciones económicas o legales es el de las tres B del acceso abierto: las Declaraciones de Budapest (2002), Berlín (2003) y Bethesda (2003). En general, las tres Declaraciones reivindican el espíritu altruista de la investigación científica al considerar que su fin principal no son las ganancias, sino el bien público. Impulsados a inicios del siglo XXI por diversas instituciones científicas que notaron el importantísimo papel que desempeñaría el uso masivo del internet para la difusión y el intercambio del conocimiento a escala global, estos tres documentos representan los pilares normativos del proyecto de acceso abierto al conocimiento en gran parte del mundo, en particular, en lo referente al acceso a artículos científicos y repositorios.

Asimismo, subrayan que el internet es el medio principal por el cual se puede realizar el intercambio del conocimiento a nivel mundial, ya que mediante él se tiene un alcance potencialmente global. Por la razón anterior, también exhortan a los gobiernos a mejorar la cobertura y el acceso gratuito al servicio.

Respecto a la protección moral y material de las obras científicas y humanísticas, las Declaraciones coinciden en que los derechos de autor siempre tendrán que ser respetados y las personas que usen el material científico siempre deberán reconocer la autoría de la obra que utilicen; empero, las personas que sean autoras de la obra científica deberán garantizar





el derecho gratuito, mundial e irrevocable para que todas las personas interesadas puedan tener acceso a ella, y, además, el derecho de usarla, distribuirla y exhibirla de forma pública.

Aunque el modelo de acceso abierto ha tenido un éxito relativo en la actualidad, ya que muchas universidades alrededor del mundo cuentan con repositorios abiertos a todo el público de manera gratuita, aún hay una disputa respecto al control y la propiedad, en especial, de los artículos científicos. La mayoría de la información que se encuentra en acceso abierto son tesis, conferencias, materiales educativos, entre otros; es decir, se trata de material que, en ocasiones, no fue revisado por pares, o cuyos criterios o métodos de revisión son desconocidos.

La explicación de lo anterior está en la reacción del mercado editorial en los años posteriores a las tres declaraciones sobre acceso abierto. Así como una parte de la comunidad científica internacional se percató del potencial del internet a inicios de los años 2000 para el intercambio de información,

también lo hizo la industria editorial dedicada a las ciencias. Esta industria notó que era inminente la difusión de artículos científicos de forma gratuita mediante el uso masivo del internet. Esto implicaría enormes pérdidas económicas para la industria editorial dedicada a la publicación y difusión de la ciencia; por tanto, transformaron su modelo de negocio. Así surgió el modelo de publicación científica APC (por las siglas en inglés de *article processing charge*), es decir, artículos con cargo de procesamiento o publicación. El modelo se basa en la siguiente premisa: si no se cobra por leer, se cobrará por publicar. De esta manera, se configuró gran parte de la industria editorial dedicada a las ciencias en la actualidad. No sólo se busca cobrarle al público el acceso a la publicación, sino que en caso de que ésta se difunda sin restricciones en internet, las editoriales aseguran un ingreso al hacer que las y los autores paguen por los costos que implica publicar su artículo en dicha editorial e indexar su artículo en ciertas bases de datos.

Revistas como *PLOS Biology*, *Scientific Reports*, *eLife*, *Springer Nature*, entre otras, adoptaron el modelo APC. Junto con él aparecieron los modelos dominantes para la búsqueda de revistas científicas: Web of Science y Scopus, los cuales indexan los artículos «de calidad», pero la manera en que deciden qué es «de calidad» se basa en un criterio sesgado, ya que depende de:

las citas recibidas durante los dos años anteriores a la publicación en el Factor de Impacto (JCR-WoS-Clarivate Analytics) y de tres años anteriores en el SJR (Scopus-Elsevier), reconociendo exclusivamente a las citas en las revistas incluidas en dichas bases. (Aguado-López, 2021, p. 46)

En otras palabras, la «calidad» depende, primordialmente, de que las y los autores le paguen a una revista de prestigio para que las citas de su artículo sean localizables y que otras personas refieran a su trabajo en revistas del mismo tipo. Sumado a esto, la mayoría de los artículos que aparecen en Web of Science y Scopus tienen claros sesgos de representatividad geográfica, disciplinar y de idioma; a saber: los artículos alojados en estas bases por lo general pertenecen a personas investigadoras del Norte global, son artículos de ciencias exactas y, mayoritariamente, están escritos en inglés.

CONCLUSIONES

Por otra parte, la barrera que representa la propiedad intelectual también puede tener implicaciones éticas. El PIDESC no sólo busca garantizar que todas las personas tengan el derecho a realizar libremente investigaciones científicas y a disfrutar de sus resultados, también quiere proteger a la sociedad de los efectos adversos que la ciencia pueda tener en la vida de las personas. Como

considera Porsdam (2022), la ciencia no es buena *per se*, sino que los resultados positivos o negativos de la ciencia dependen en mayor medida de cómo sea implementada y cuáles sean sus propósitos.

Si los resultados del desarrollo científico se mantienen por completo en secreto, debido a que están protegidos, se corre el riesgo de que nadie pueda advertir el mal uso que se puede hacer de una teoría, técnica o dispositivo. Tomemos como ejemplo el sistema de edición genética de CRISPR, el cual puede ayudar a tratar una enorme variedad de enfermedades; pero sin información suficiente acerca de los avances en su uso y los experimentos que se realizan utilizando esta técnica y sus propósitos, éste podría ser usado para intentar proyectos eugenésicos. De la misma forma en que ocurre con las decisiones gubernamentales, es necesario que la ciencia esté sometida a un principio de publicidad que permita y promueva el debate público sobre los beneficios y riesgos de ciertos desarrollos científicos.

En conclusión, gran parte del sistema académico occidental alrededor del mundo se encuentra en una tensión entre el libre acceso al conocimiento científico, humanístico y artístico; la defensa de los derechos de autor y la propiedad intelectual de las y los autores, además de los criterios de «calidad» afectados por el neoliberalismo. Para comenzar a resolver esta tensión, es imprescindible considerar el origen del financiamiento, los recursos materiales y el marco institucional (público o privado) que hicieron posible una obra. El Estado mexicano, en años recientes, ha actuado en esta dirección al reivindicar los resultados de la investigación científica que es financiada por el erario como un bien público; por ejemplo, se han revalorizado o implementado criterios en el ingreso al Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNI) y en la retribución social de las personas becarias del Conahcyt, por lo que se les solicita a las personas investigadoras o en formación que realicen actividades que promuevan el acceso universal del conocimiento generado por ellas y ellos.

Es muy importante seguir defendiendo el principio de que el conocimiento es un bien público y el acceso a él no puede

estar sometido a las dinámicas del mercado. Por ejemplo, si durante la pandemia de la covid-19 las y los investigadores no hubieran compartido sus datos y avances sobre cómo prevenir los contagios, tratar la enfermedad y qué progresos hacían en el desarrollo de la vacuna, el mundo muy probablemente viviría aún en confinamiento. De igual forma, si una farmacéutica se hubiera adjudicado la creación de la vacuna y el monopolio de su producción, únicamente en los países más ricos la población estaría vacunada.

También es relevante revalorizar el proyecto del acceso abierto y gratuito a artículos, libros, bases de datos, etc. Asimismo, se deben revisar los criterios que deciden sobre la «calidad» de los artículos para, así, reconocer el conocimiento

que se genera en latitudes distintas a las del Norte global. Aunque el proyecto de las tres Declaraciones sobre el acceso abierto nació en Europa, en América Latina se mantiene más vivo; según datos de Eduardo Aguado-López (2021), entre 2014 y 2019, el 40.1% de los documentos científicos publicados en el mundo con auténtico acceso abierto y gratuito provinieron de nuestra región, los cuales, en su mayoría, se alojaron en servidores académico-universitarios. La academia sigue siendo uno de los principales baluartes para preservar el acceso abierto al conocimiento, por lo que es de suma importancia continuar con el fomento a la labor editorial universitaria y el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica para alojar estos materiales.



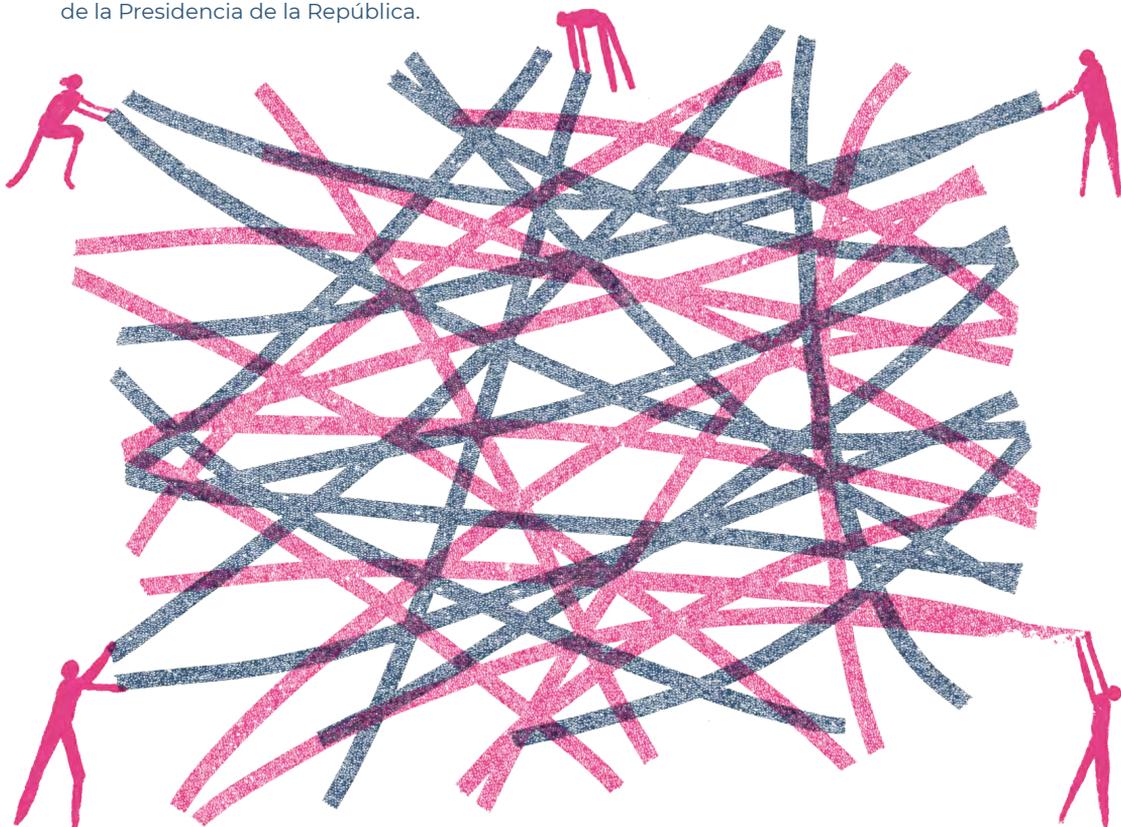
REFERENCIAS

- Aguado-López, E.** (2021). La privatización del acceso abierto a veinte años de las tres B. En A. Becerril-García y S. Córdoba González (eds.), *De la esperanza al fracaso* (pp. 37-78). Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales.
- Asamblea General de la Naciones Unidas.** (1948). *Declaración Universal de los Derechos Humanos*.
- Asamblea General de la Naciones Unidas.** (1966). *Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales*.
- Declaración de Berlín sobre Acceso Abierto al Conocimiento en Ciencias y Humanidades.** (2003). https://openaccess.mpg.de/67627/Berlin_sp.pdf
- Declaración de Bethesda sobre Publicación de Acceso Abierto.** (2003). https://ictlogy.net/articles/bethesda_es.html
- Declaración de Budapest.** (2002). <https://www.budapestopenaccessinitiative.org/read/>
- Furió, A.** (2011). Entre los derechos del autor y el interés público. *Revista de Pensamiento Contemporáneo*, 36, 55-69.
- Locke, J.** (2004). *Segundo tratado sobre el gobierno civil*. Alianza editorial.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación y la Ciencia y la Cultura.** (2019). *Recomendación sobre la ciencia y los investigadores científicos*.
- Porsdam, H.** (2022). *Science as a Cultural Human Right*. Pennsylvania Studies in Human Rights.

ESTRATEGIA DIGITAL PARA MÉXICO: «INTERNET PARA TODOS»¹

CARLOS EMILIANO CALDERÓN MERCADO

Coordinador de Estrategia Digital Nacional de la Oficina
de la Presidencia de la República.

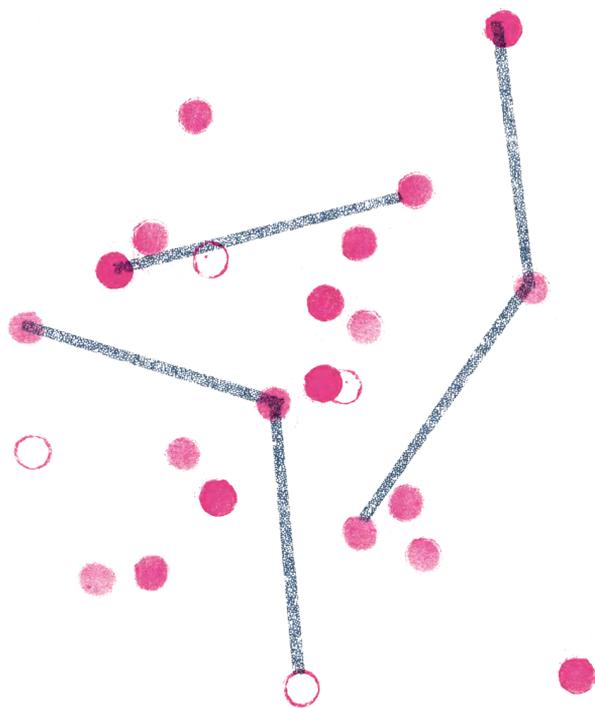


¹ Este texto fue publicado en la revista *Ciencias y Humanidades* número 13 especial, Innovación soberana para el bienestar.

En México, el desarrollo de las telecomunicaciones ha experimentado transformaciones significativas a lo largo de su historia. Su control transitó por instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras, incluida la creación de Teléfonos de México, su nacionalización y su privatización. Además, el panorama actual es complejo, caracterizado por una gran diversidad de actividades económicas, diferencias socioculturales y distintos niveles de penetración tecnológica. Por ello, la búsqueda por la igualdad en el acceso a la comunicación y conectividad para toda la sociedad persiste como un objetivo prioritario para el desarrollo del país.

El acceso, uso y apropiación social de tecnologías como internet son pilares fundamentales para contar con un recurso de primera categoría: la información, la cual, con los medios necesarios, les permite a las personas tomar decisiones sustentadas y participar de manera activa en el desarrollo de las sociedades. No obstante, los estudios acerca de las barreras de acceso y hábitos de uso de internet en México señalan que las principales dificultades radican en la falta de cobertura, las conexiones lentas y los altos costos, lo que genera una profunda brecha digital.

Durante tres décadas de política neoliberal, no sólo se privatizó la principal empresa de telecomunicaciones del país, lo que fue crucial porque eliminó la capacidad del Estado para garantizar el acceso universal a estas tecnologías y socavó su papel como protector de los derechos tecnológicos de la ciudadanía, sino que también el gobierno invirtió en infraestructura sin planeación y con un diseño inadecuado. Por otro lado, la omisión de factores sociales clave, como la comunicación, puesta en manos de empresas privadas, permitió que en mayor medida se priorizaran áreas con potencial lucrativo (donde hay un retorno de inversión). Todo esto amplió la brecha digital y la marginación de millones de mexicanas y mexicanos, pues se descuidaron las necesidades de la población en general y se originaron desigualdades digitales y sociales al dejar sin conexión a las regiones menos pobladas, más remotas y mayormente empobrecidas.



«INTERNET PARA TODOS»

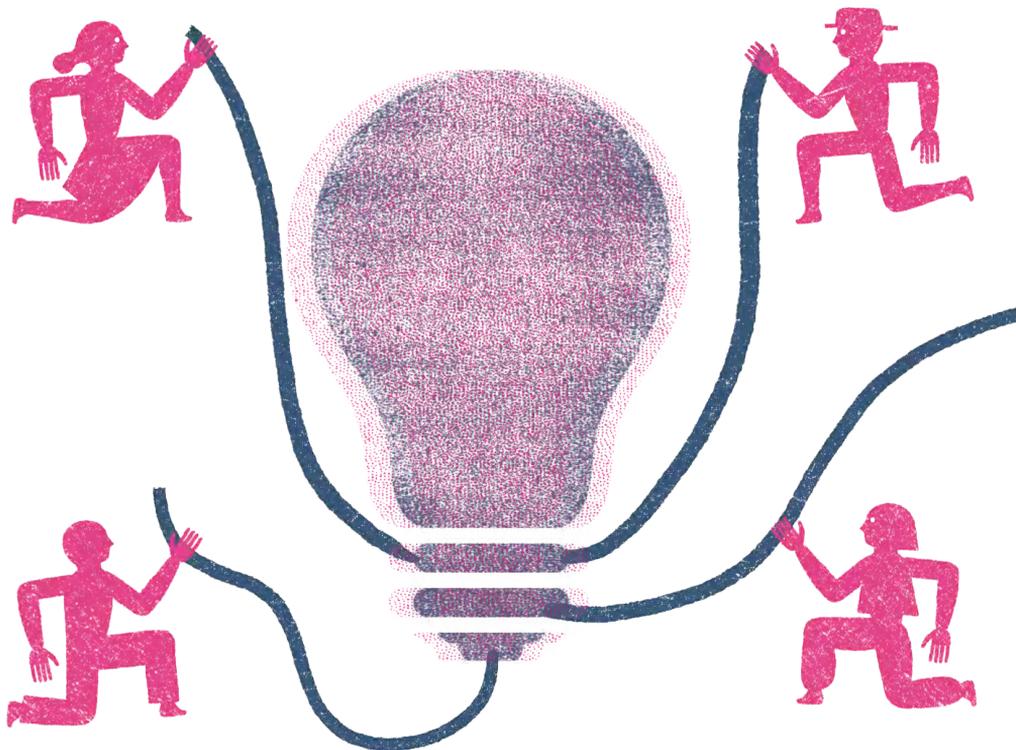
Es esencial comprender la estrecha relación entre la tecnología y las estructuras sociales y económicas, lo que resalta la necesidad de establecer políticas que garanticen un acceso equitativo para toda la ciudadanía, en lugar de priorizar intereses privados. Para atender esta situación, el gobierno federal puso en marcha «Internet para todos», un proyecto nacional de conectividad en el que participan diversos organismos, instituciones y empresas, con el objetivo de brindar acceso a internet y telefonía en todo el país, especialmente en las comunidades históricamente excluidas.

México tiene una notable diversidad cultural y geográfica, con una población

cercana a 126 millones y una extensión territorial de casi dos millones de kilómetros cuadrados. En términos generales, el 20% del territorio alberga al 80% de la población. Aproximadamente 26 millones de personas residen en unas 150 000 localidades dispersas, en tanto que los restantes 100 millones de habitantes se distribuyen en unas 39 000 ciudades, las cuales suelen estar considerablemente alejadas de las comunidades más pequeñas. Esta distribución demográfica presenta varios escenarios complejos respecto a la infraestructura de telecomunicaciones, ya que conectar a las zonas urbanas implica desafíos muy distintos a los de llevar la infraestructura a áreas extremadamente remotas y de difícil acceso.

De esta manera, el proyecto de conectividad en México «Internet para todos» enfrenta desafíos importantes, especialmente debido a la dispersión de la población en áreas muy alejadas. En un país con una geografía tan diversa y extensa, muchas comunidades se encuentran distantes de los centros urbanos y de los servicios básicos, incluido el de la conectividad digital. Esto dificulta enormemente la tarea de llevar herramientas tecnológicas de conectividad a todas las regiones.

A pesar de ello, se ha logrado establecer la cobertura, con operadores comerciales y gubernamentales, en 117 471 localidades de los 32 estados de la República, lo que representa el 95.2%



de cobertura poblacional. De estas localidades, 93 794 que antes de la implementación de esta estrategia estaban completamente incomunicadas ahora cuentan con los servicios proporcionados por la empresa subsidiaria Comisión Federal de Electricidad-Telecomunicaciones e Internet para Todos (CFE-TEIT). Como parte de este gran despliegue, también se tienen 97 000 puntos de acceso a internet gratuito que le dan servicio a la población en plazas y edificios públicos de todo el territorio nacional, y un gran número de ellos se encuentran en comunidades alejadas.

De igual manera, en esta administración se ha construido una red de fibra óptica de alta capacidad que le dará cobertura a todo el país, incluso a los municipios más remotos que actualmente carecen de este servicio. Ésta es una red de transporte esencial para manejar grandes cantidades de datos que después son distribuidos a las y los usuarios finales por medio de la llamada «última milla», que se refiere al último trayecto de la entrega del servicio, que va desde los nodos

de gran capacidad hasta las personas que se conectan por medio de dispositivos al internet; una parte importante de esta red de datos queda instalada en los cables de guarda de las torres de alta tensión de la CFE.

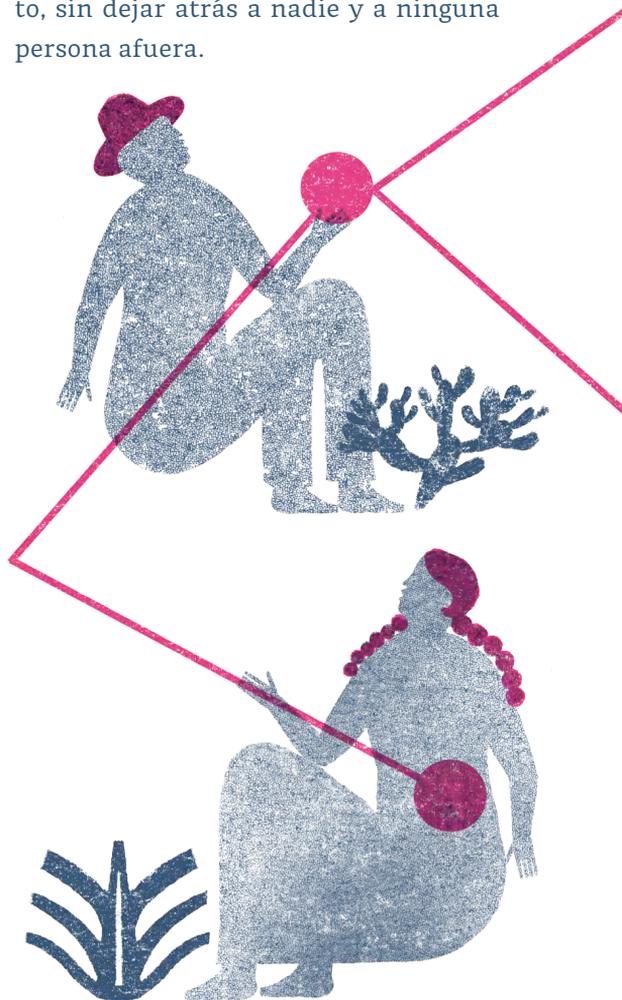
BENEFICIOS AL AMPLIAR LA COBERTURA

En la actualidad, el progreso social está cada vez más vinculado al grado de avance de la infraestructura de telecomunicaciones de un país. Este sector es uno de los motores más importantes de la economía; sin embargo, la infraestructura aún implica retos significativos, que se podrán materializar sólo bajo un esquema legal favorable. Por ello, alcanzar la cobertura universal en telecomunicaciones es un objetivo clave para los países de la región.

En México, la *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2022) estimó que, en 2022 (a dos años del inicio de «Internet para todos»), el 83.8% de la población de seis años o más en el ámbito urbano utilizó internet, mientras que en las localidades rurales, usó dicha herramienta el 62.3% del mismo grupo poblacional. Esto representa un crecimiento del 7.2% en las áreas urbanas y del 14.6% en las rurales.

Así, la implementación de esta estrategia se ha dirigido a los sectores de la ciudadanía que padecen los efectos de la brecha digital y su consecuente

exclusión social. Para ello, ha estado caracterizada por una mejor asignación de los recursos: mediante la entrega directa y sin intermediarios de las soluciones a estas carencias a la población beneficiada y, por lo tanto, con un esquema libre de corrupción. En este punto, el papel del Estado se hace patente desde un enfoque en las necesidades sociales en materia de tecnologías de la información y la comunicación, con el objetivo de alcanzar el bienestar para la sociedad en su conjunto, sin dejar atrás a nadie y a ninguna persona afuera.



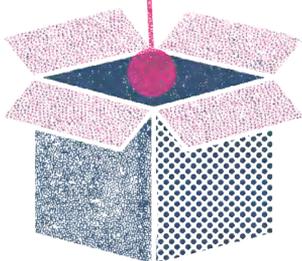
REFERENCIAS

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2022). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2022*. <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2022/>

DATOS ABIERTOS PARA MÉXICO: SOFTWARE Y PLATAFORMAS SOBERANAS

CAROLINA FRANCO ESPINOSA

Coordinadora de Repositorios, Investigación
y Prospectiva del Conahcyt.



Durante años, el modelo neoliberal priorizó la mercantilización de los conocimientos científicos, sin importar si éstos fueron producto de la inversión pública. En este sentido, no se enfocaron en resolver los problemas del país, más bien se utilizaron para enriquecer, de manera ilícita, a grupúsculos de poder. Esto, por supuesto, contribuyó a aumentar la dependencia científica y tecnológica en México del sector privado nacional e internacional. Asimismo, esta forma de utilizar la ciencia implicó la transferencia millonaria de recursos públicos sin representar un beneficio para las mexicanas y los mexicanos.

Con la transformación de la política pública para el bienestar del pueblo de México, el Conahcyt renovó su papel en la vida nacional y redirigió los esfuerzos de coordinación, implementación e inversión en humanidades, ciencias, tecnologías e innovación (HCTI) con el fin de hacer ciencia para, con y por las personas. Como aspecto medular, durante este periodo se ha abanderado el acceso universal al conocimiento, el cual no sólo comprende la difusión de los resultados de las investigaciones, sino también su incidencia en la solución de las problemáticas más urgentes.

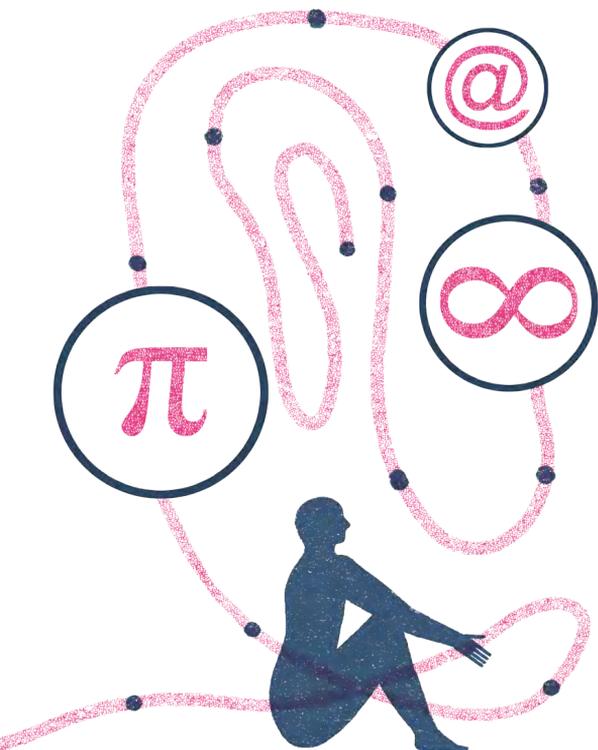
De este modo, además de transformar y fortalecer los programas o proyectos insignia, como el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores, el Sistema Nacional de Posgrados y las becas, el Consejo reformó de manera profunda el aspecto tecnológico de la ciencia nacional. A partir de desarrollos propios de infraestructura y plataformas informáticas, el Conahcyt inició el camino para dejar atrás la dependencia de licencias privadas, la obsolescencia programática, el servicio deficiente para las comunidades de HCTI y la continua pérdida de información.

De esta manera, en el primer gobierno de la Cuarta Transformación (4T) se constituyeron cuatro tecnologías insignia: la plataforma Rizoma, los Ecosistemas Nacionales Informáticos (ENI), el Sistema de Diseño y Accesibilidad para la Investigación (Sisdai) y el Gestor de mapas (Gema), todas con el firme propósito de avanzar en la soberanía tecnológica nacional y fortalecer el desarrollo colaborativo.

RIZOMA, LA BASE DE LA SOBERANÍA

Hasta 2023, las comunidades de HCTI debían registrarse en el Currículum Vitae Único (CVU), una plataforma arcaica que por años privatizó, perdió y manipuló la información de sus integrantes en manos de corporativos. Para poner un alto a esta situación, el Conahcyt comenzó a formar talento joven y puso en marcha la programación informática que prioriza el idioma español, así como el uso de herramientas libres y código abierto.

El primer logro fue Rizoma, una plataforma pública en la que actualmente el gobierno de México atiende el flujo de



solicitudes de las comunidades de HCTI, sin que su información pase por privados. Este desarrollo científico y tecnológico fue posible gracias a la colaboración entre los Centros Públicos y el Consejo, de manera concreta, con la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (entidad paraestatal, antes Comimsa y ahora InnovaBienestar de México).

De manera inicial, Rizoma migró de forma automática y masivamente más de 720 000 usuarios al Perfil Único, con el cual las y los estudiantes e investigadores pueden participar en los diversos procesos y distintas convocatorias del Conahcyt. Asimismo, la plataforma tiene un continuo crecimiento, mantenimiento y actualización, lo que permite contar

con una herramienta soberana y facilitar su difusión hacia distintas fuentes, como gobierno, instituciones de educación superior y empresas.

La inversión inicial de Rizoma fue de 89.9 millones de pesos y, anualmente, requerirá de 495 531.14 pesos para el mantenimiento y la actualización de su infraestructura, lo que representa un 65 % menos con respecto a los costos del antiguo sistema MIIC, donde se alojaba el CVU, el cual costaba 1.4 millones de pesos cada año. Con ello, se fortalece la estructura informática y la organización de la infraestructura de cómputo de alto rendimiento, a la vez que se optimizan los recursos públicos.

ECOSISTEMAS NACIONALES INFORMÁTICOS, INFORMACIÓN PARA LA INCIDENCIA

A partir de 2018, el mandato en este primer gobierno de la 4T fue fortalecer las HCTI, pero igualmente su incidencia en la vida nacional, lo que implicó que los esfuerzos de investigación se organizaran en torno a problemas nacionales concretos. En sintonía, la presente administración del Conahcyt constituyó los ENI como espacios colaborativos y de acceso libre que reúnen datos e información de investigaciones en el ámbito de las HCTI.

Los ENI permiten que las personas usuarias procesen, analicen, utilicen y compartan información que maximice la incidencia de las HCTI en la solución de

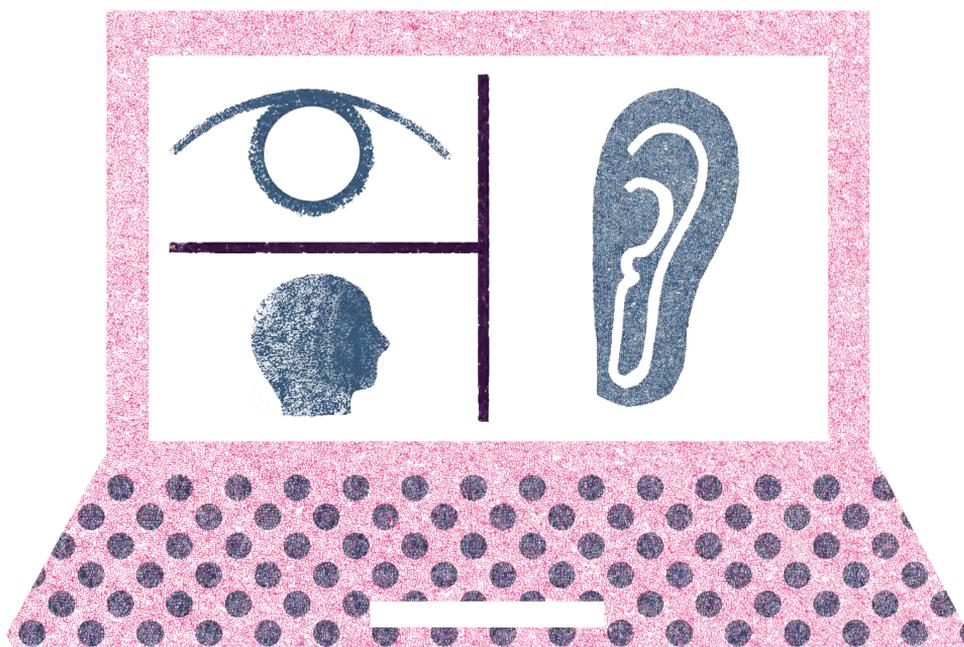
los grandes problemas nacionales, por medio de datos que pueden sustentar cambios e innovaciones en las políticas públicas. Dichos ecosistemas se alinean a los diez Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces), por lo que, en gran medida, presentan información producida por sus Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii), y la cruzan y comparan con información estadística relacionada, con lo cual se puede obtener una perspectiva transversal de la ciencia.

Actualmente, se tiene un ENI por cada Pronace, a saber: Agentes Tóxicos y Procesos Contaminantes; Agua; Cultura; Educación; Energía y Cambio Climático; Salud; Seguridad Humana; Sistemas Socioecológicos y Sustentabilidad; Soberanía Alimentaria; y Vivienda. La información se presenta en capítulos (y en algunas ocasiones subcapítulos), de manera que se visibilizan las temáticas prioritarias y la información que las integra. Los ENI albergan datos que son resultados de los Pronaii, además de tener información estadística de fuentes como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) y el Consejo Nacional de Población (Conapo). En el proceso de conceptualización y en la realización de este proyecto, el Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, A. C., fue un aliado principal.

SISTEMA PARA LA CONSTRUCCIÓN LIBRE

Los ENI se articulan con otros aplicativos que resultaron del proyecto de investigación Gema, que integra y vincula entre sí tres sistemas inteligentes; uno de ellos es el Sisdai, el cual potencia el impacto social de los Pronaii al promover la autonomía e independencia tecnológica con el uso de componentes de software libre y contenidos abiertos, reutilizables y modulares, para la elaboración de productos digitales.

Con el Sisdai se pueden desarrollar portales para los proyectos de investigación, interfaces accesibles y colaboraciones con componentes libres que privilegian el idioma español, a diferencia de otros programas que precisan del dominio de lenguas extranjeras. A la vez, se considera la inclusión de comunidades con discapacidad visual, auditiva,



motora, cognitiva o neurológica, como lo estipula el Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación, para que más personas puedan percibir, entender, navegar e interactuar con la web correctamente.

Este sistema se ha construido contemplando buenas prácticas de diseño de interfaz, de experiencia usuaria y de desarrollo, establecidas en el consorcio World Wide Web con apego a las recomendaciones de las Pautas de Accesibilidad al Contenido de la Web. Actualmente, las bibliotecas de código abierto del Sisdai ya están disponibles para ser utilizadas por los equipos de investigación.

GESTOR DE MAPAS

Otro aplicativo es Gema, un espacio construido en un entorno de acceso abierto, que posibilita transformar datos en información y conocimiento. De este modo, en la plataforma, las personas usuarias pueden intercambiar datos con el fin de



utilizarlos y redistribuirlos para desarrollar proyectos multi-sectoriales, enfocados a resolver las problemáticas nacionales y locales.

Y es que, en gran medida, los resultados de los equipos de investigación apoyados por el Conahcyt se disponen en datos geográficos, por lo que, a través de infraestructura de conocimiento geoespacial, se concentra la información de HCTI en cartografía que puede visualizarse y generarse en contraste –al mismo tiempo– con otra información o capas de contexto, datos públicos del Inegi, la Conapo, entre otras instituciones.

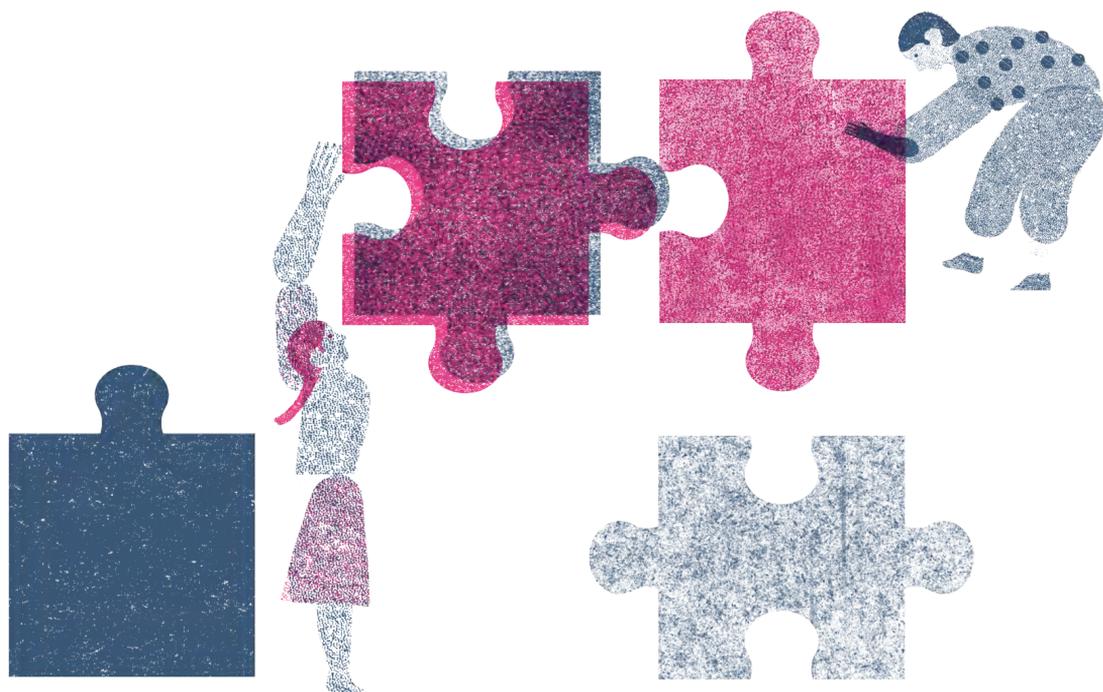
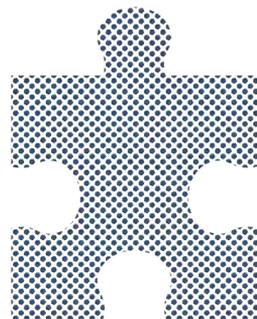
Por ejemplo, con Gema es posible visualizar las viviendas particulares habitadas en cada entidad, en un periodo concreto, y situar las problemáticas o los resultados de investigación. Adicionalmente, se ha desarrollado el proceso ETEC (estructuración, transformación, espacialización y carga) para asegurar que todas las capas de información en Gema sean interoperables entre sí, por lo que ya cuenta con cientos de capas de información que se pueden consultar en línea.

CONCLUSIÓN

En conjunto, estos sistemas inteligentes y de cómputo reúnen información sobre las investigaciones en HCTI de manera pública y mediante recursos tecnológicos propios, nacionales, soberanos, desarrollados por investigadores e investigadoras del Conahcyt y de los Centros Públicos. Asimismo, tienen la capacidad de escalar con talento nacional, e incluso de transferir las tecnologías a otras entidades de la administración pública federal y de otros países, mediante capacitaciones para ampliar su uso y alcance.

Estas acciones responden a la atención del rezago tecnológico y científico que sufrió la nación en décadas pasadas, el cual generó en la sociedad mexicana una dependencia tecnológica hacia entidades exógenas, las cuales, además de costosas, resultaron ser obsoletas e ineficientes. Ahora, mediante estos esfuerzos tecnológicos, científicos, humanísticos e innovadores, México da pasos firmes para recuperar su soberanía en el ámbito de los conocimientos, las ciencias y los saberes.

¿DE QUÉ HABLAMOS CUANDO HABLAMOS DE CIENCIA DE FRONTERA?



ANA PATRICIA TORRES CAMPOS LICASTRO

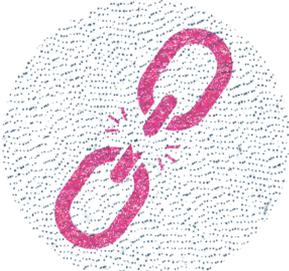
Investigadora por México en la Dirección de Ciencia de Frontera de la Dirección Adjunta de Investigación Humanística y Científica, Conahcyt.

La actual Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación establece que, además de impulsar la ciencia básica, también se debe fomentar la ciencia de frontera. Pero para comprender de qué se trata la ciencia de frontera, es necesario hablar del libro *La estructura de las revoluciones científicas*, escrito por Thomas S. Kuhn (1962/2013), uno de los filósofos de la ciencia más influyentes del siglo xx.

Kuhn comenzó su vida académica como físico, aunque al poco tiempo dio un giro hacia la historia de la ciencia, para finalmente concluir su carrera como filósofo de la ciencia. Cuando Kuhn comenzó su exploración de la historia de la ciencia, se tenía la idea de que el desarrollo científico se daba de forma lineal y acumulativa; es decir, se pensaba que toda nueva teoría o desarrollo científico se basaba en conceptos, modelos o teorías previamente desarrollados. El conocimiento aceptado fungía como la base sobre la cual se sostenían las nuevas teorías. La colección de todo el saber del universo podría imaginarse como una colección de torres (una torre por cada área del conocimiento), en las que cada bloque representaría una idea, concepto, modelo o teoría, cada una sostenida por las demás. Obviamente las torres tendrían alturas distintas, dependiendo del grado de comprensión que se tuviera en el área.

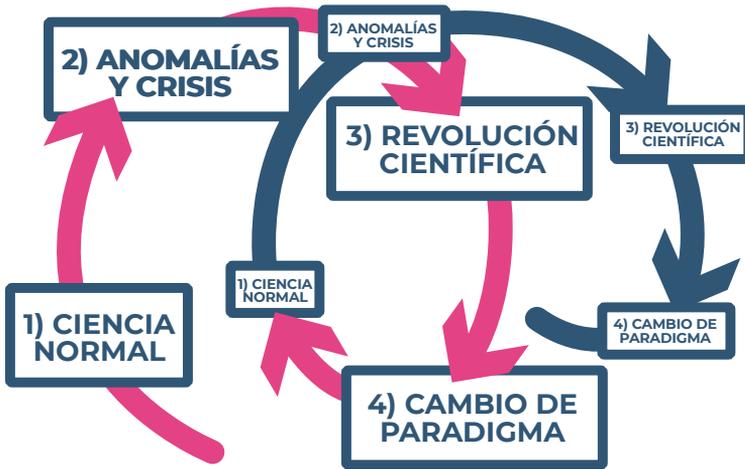
Durante su investigación, Kuhn comenzó a percibir el desarrollo de la ciencia de una forma distinta. Para él, eran dos las modalidades en las que el conocimiento podía incrementarse. En la primera, la cantidad (y profundidad) del conocimiento aumentaba de forma gradual, al utilizar las ideas y teorías aceptadas por la comunidad científica para resolver nuevos problemas. Por lo tanto, al ofrecer la solución para un problema nuevo, se profundizaba en el conocimiento al mismo tiempo que se fortalecía la validez de la teoría utilizada para resolverlo. En la segunda, el conocimiento aumentaba de forma discontinua y abrupta, al momento en que una nueva teoría revocaba a una anterior, para dar respuesta a los problemas que la vieja teoría no pudo descifrar. Por ello, la colección de ideas y conceptos que agrupaba la vieja teoría se eliminaba y sustituía por los desarrollados con la nueva teoría (Bird, 2022).

En el libro *La estructura de las revoluciones científicas*, Kuhn presentó un revolucionario modelo del desarrollo de la ciencia (Figura 1). Según dicho modelo, una vez establecido un conjunto de teorías y prácticas aceptadas por la comunidad, el progreso de éstas podía pensarse como una sucesión de cuatro etapas que avanzan en el tiempo (Kuhn, 1962/2013; Orman, 2016). Estas etapas son:



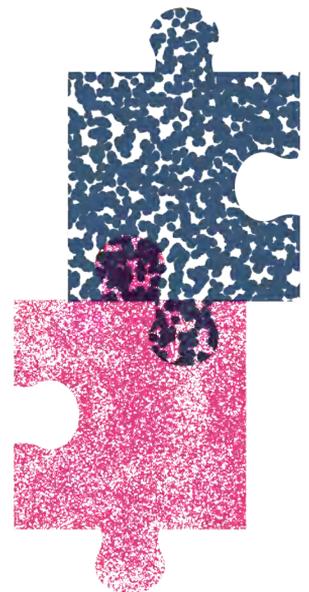
1. Ciencia normal: las ideas y teorías desarrolladas se basan en el paradigma imperante (conjunto de saberes y prácticas adoptadas por la comunidad científica de la época). Las investigaciones científicas se centran en resolver problemas a partir de las ideas y herramientas aceptadas y comúnmente utilizadas en el área de conocimiento.
2. Surgimiento de anomalías y crisis: aparecen interrogantes imposibles de resolver con las teorías y métodos de uso común entre la comunidad. Al incrementar el número de anomalías, la validez del paradigma reinante comienza a ser cuestionada, lo que genera una crisis dentro de la comunidad científica.
3. Revolución científica: se desarrollan nuevas teorías y modelos que buscan descifrar las incógnitas que el paradigma existente no ha podido explicar. La revolución científica se da en el momento en el que alguna de estas nuevas teorías demuestra ser capaz de resolver tanto los problemas que se solucionaban utilizando la teoría precedente como las interrogantes que parecían imposibles de solucionar.
4. Cambio de paradigma: la nueva teoría ha sido constantemente evaluada y ha brindado siempre resultados favorables. La nueva teoría y el conocimiento que ha desarrollado comienzan a utilizarse de forma general por la comunidad científica, por lo que se transforma la comprensión del área de estudio. Con el paso del tiempo, la teoría será tan ampliamente aceptada y difundida que se volverá el nuevo paradigma, por lo que dará inicio un nuevo ciclo en el que la nueva teoría se considerará ciencia normal.

Figura 1. Esquema del modelo del progreso de la ciencia de Thomas S. Kuhn. Esta idea de que «el progreso no es una línea recta que lleva a la verdad, sino una forma de alejarse de concepciones e interacciones con el mundo menos adecuadas» (Kuhn, 1962/2013, p. 14) generó un gran desconcierto entre la comunidad científica de todas las áreas del conocimiento.



Ahora bien, el modelo desarrollado por Kuhn se basó (principalmente) en la historia de los descubrimientos y avances de la física, por lo que se ha discutido ampliamente si dicho modelo puede utilizarse para describir el progreso del resto de las áreas del conocimiento (Laybourn-Langton y Jacobs, 2018; Thomas y Suleiman, 2019; Aryal, 2023). Las investigaciones en ciencias naturales se basan en el paradigma positivista (que indica que existe una única realidad o verdad) y utilizan, principalmente, métodos cuantitativos. Por otro lado, las investigaciones en ciencias sociales y humanidades suelen utilizar métodos cualitativos, o bien una mezcla entre cuantitativos y cualitativos.

La elección de los métodos utilizados depende del paradigma en el cual se sustenta la investigación, mismo que indica si la realidad es única o múltiple, y qué tanto depende de los actores sociales (Vasilachis de Gialdino, 2006). Entre los principales paradigmas se encuentran el positivista, el constructivista, el pragmatismo, el subjetivismo y la teoría crítica. Por ello, mientras que para las ciencias naturales una revolución



del saber conlleva un cambio total del paradigma, en las ciencias sociales y las humanidades puede darse el caso de que el nuevo paradigma coexista con el anterior (Laybourn-Langton y Jacobs, 2018; Thomas y Suleiman, 2019).

De cualquier forma, el modelo de Kuhn ha servido para comprender que, independientemente del campo del saber en el que nos encontremos, hay dos «modos» en los que se puede estimular la expansión del conocimiento:

1. Fortaleciendo las teorías aceptadas, al generar más conocimiento basado en ellas.
2. Desarrollando nuevas teorías que cambien el entendimiento de la realidad.

Si se toma como base el modelo de progreso de la ciencia propuesto por Kuhn, las investigaciones humanísticas y científicas pueden clasificarse en ciencia básica (si sus características corresponden a las de la etapa de ciencia normal) y ciencia de frontera (si corresponden a la etapa de cambio de paradigma o coexistencia con un nuevo paradigma).

Es decir, la ciencia básica es aquella que:

1. Se basa en el paradigma imperante.
2. Sirve para explicar el estado de aquello que se estudia y profundizar el conocimiento actual.
3. Es acumulativa.

Mientras que la ciencia de frontera:

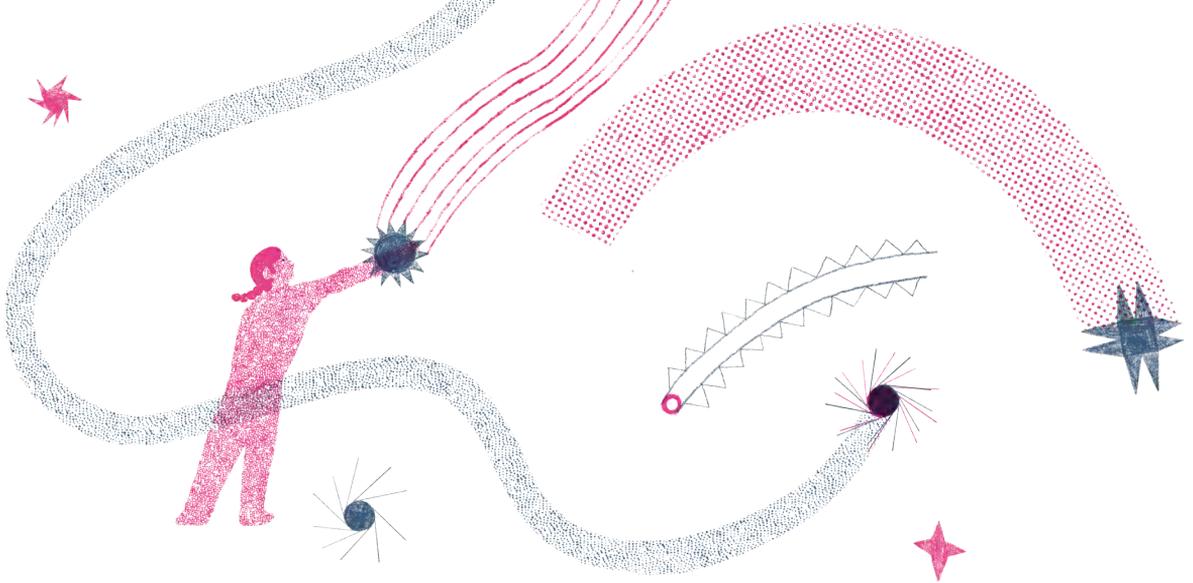
1. Se basa en ideas controversiales o utiliza metodologías atípicas.
2. Sirve para transformar el modo de pensar y delinear nuevos caminos para explorar el mundo.
3. Es disruptiva.

INVESTIGACIONES DE FRONTERA

A continuación, se describen tres investigaciones que ilustran las características de la ciencia de frontera.

Una investigación de frontera que se basó en ideas controversiales fue realizada en la década de 1920 por Edwin Hubble, quien buscó poner fin a la discusión sobre si en el universo existían más galaxias como la nuestra (la Vía Láctea) o si la galaxia en la que vivimos «era» el universo en sí. Dicha controversia llegó a su punto máximo en lo que hoy se conoce como «el gran debate»: un par de conferencias en las que se discutieron los dos modelos rivales, uno propuesto por Harlow Shapley y el otro por Herbert Curtis (Trimble, 1995).

El modelo de Shapley establecía que nuestra galaxia «era» el universo completo, por lo que los objetos nebulares que se observaban en el cielo estaban contenidos dentro de nuestra galaxia. Por el contrario, el modelo de Curtis establecía que dichos objetos nebulares eran «universos islas», y que nuestra galaxia era uno más de ellos. La controversia llegó a su fin cuando Edwin Hubble,



con un novedoso método de cálculo de distancias desarrollado por Henrietta S. Leavitt, concluyó que el modelo de Curtis era el correcto, y así desechó la idea de que la galaxia en la que vivimos tuviera un papel especial en el universo.

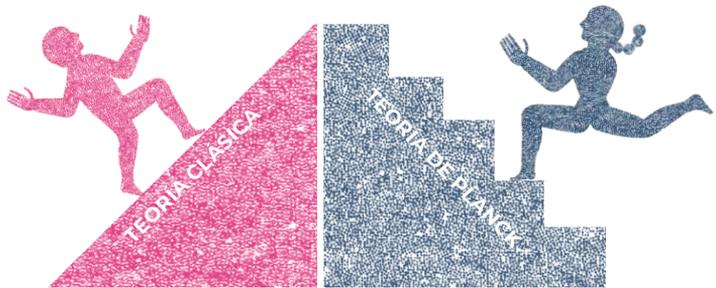
Por otro lado, como ejemplo de una investigación de frontera que delineó un nuevo camino tenemos el de los llamados algoritmos genéticos, una creativa metodología de cómputo diseñada para resolver problemas de optimización con base en las ramas de la genética y la evolución, desarrollada por John H. Holland. Estos algoritmos buscan la solución óptima para un problema al simular el proceso de «evolución natural» (Holland, 1962; Kuri y Galaviz, 2002). Los pasos de este algoritmo pueden simplificarse como:

1. Crear individuos de forma aleatoria para formar una población inicial.
2. Seleccionar a los mejores individuos, después de haberlos calificado utilizando una función de aptitud.
3. Reproducir (cruzar) a algunos de los individuos seleccionados mezclando su código genético.
4. Mutar, de forma aleatoria, a algunos individuos seleccionados.
5. Seleccionar a los mejores individuos de la última generación, y con ellos volver a realizar el cruce y la mutación para construir una nueva generación.

El ciclo continúa hasta que alguno de los individuos creados alcanza la calificación mínima requerida para ser aceptado como solución válida del problema.

Finalmente, un ejemplo de una investigación de frontera disruptiva es el descubrimiento, hecho por Max Planck, de que la energía sólo puede existir en paquetes (o cuantos discretos). Ello contradijo la teoría clásica que asume que la energía podía tomar cualquier valor imaginable (Figura 2).

Figura 2. En la teoría clásica, la energía puede adquirir cualquier valor, de forma similar a la distancia entre nuestras pisadas cuando caminamos por una rampa, en donde nuestros pasos pueden ser tan cortos o tan largos como queramos. En cambio, Planck postuló que la energía debe tomar valores «fijos», como cuando la distancia de nuestras pisadas está determinada por la altura de los peldaños de una escalera.



Para introducirnos al descubrimiento de Planck, debemos recordar que:

1. Los átomos emiten energía en forma de ondas electromagnéticas.
2. La luz es una onda electromagnética, y el «tipo» y «color» de la luz dependerá de la distancia que existe entre las crestas de la onda (longitud de onda). La luz ultravioleta presenta distancias cortas entre sus crestas, mientras que la luz infrarroja presenta distancias (o longitudes de onda) grandes.
3. Algunos objetos, como las bombillas incandescentes y las estrellas del firmamento, se caracterizan por emitir luz en todas las longitudes de onda posibles.

La teoría clásica predecía que la cantidad de energía emitida en forma de luz, por una estrella o una bombilla incandescente, aumentaba conforme disminuía la longitud de onda de la luz en que era emitida. Es decir, la energía irradiada por el objeto era descrita por una curva que incrementaba su valor, de forma exponencial, al dirigirse hacia las longitudes de onda del ultravioleta. El gran problema es que llegaba a adquirir valores infinitos de energía (Figura 3). ¡Imposible! A esta situación se le conocía como catástrofe ultravioleta (Beiser, 2003).

Planck optó por contradecir la teoría clásica al postular que la energía solamente puede tomar ciertos valores cuantificables, esto es, valores bien acotados. De esta forma consiguió resolver el problema de la catástrofe ultravioleta, ya que al momento de acotar los valores que puede tomar la energía, la curva que describe la cantidad de energía irradiada por el objeto en cuestión cambia. En vez de incrementar hasta el infinito, la curva adquiere un valor máximo (determinado por la temperatura del objeto), para luego decrecer (Figura 3).

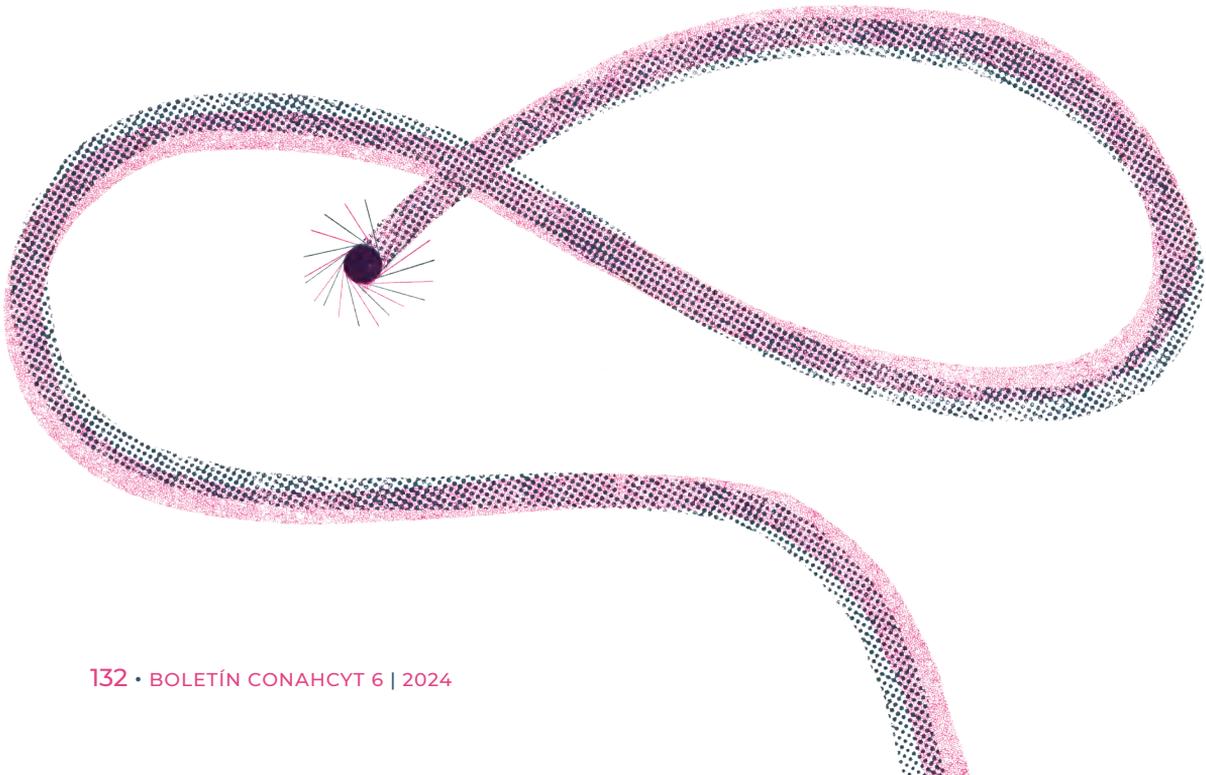
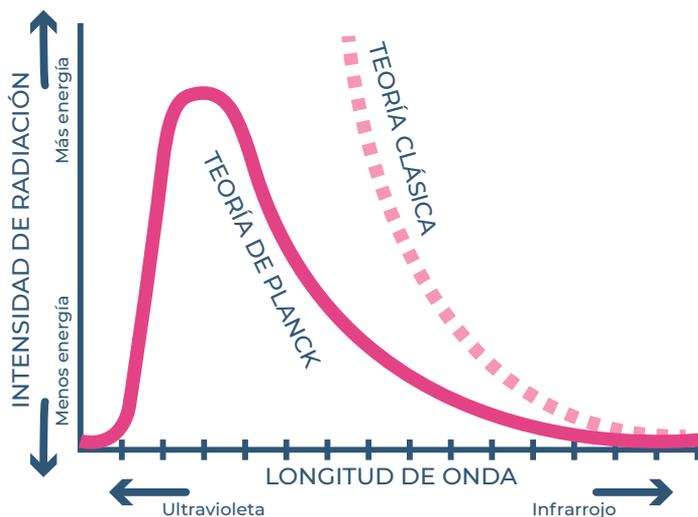


Figura 3. Gráfica que representa la cantidad de energía emitida, por longitud de onda, de acuerdo con la teoría clásica y la teoría de Planck. La línea discontinua (rosa claro) presenta la aproximación de la teoría clásica, en donde se observa que la curva que describe la emisión de energía tiende a irse a infinito conforme la longitud de onda se acerca a la región del ultravioleta. La línea continua (rosa mexicano) presenta la aproximación de la teoría de Planck, en donde se observa que conforme la longitud de onda se acerca a la región del ultravioleta, la curva adquiere un valor máximo, para después caer rápidamente.



CIENCIA SOSLAYADA

A pesar de lo asombrosas que son las investigaciones de ciencia de frontera, éstas suelen ser un tanto soslayadas por la academia. Este rechazo se debe, principalmente, a que, al no estar sustentadas en las teorías e ideas aceptadas por la comunidad científica, suelen presentar un alto nivel de incertidumbre sobre su éxito, lo que las vuelve «poco atractivas».

Asimismo, suelen ser investigaciones que requieren de un alto costo económico para su realización. Para dimensionar lo complicado que puede llegar a ser una investigación de frontera, se pueden tomar como ejemplos algunos de los retos que enfrentó la colaboración del Telescopio del Horizonte de Eventos para observar, de una forma «directa», la sombra proyectada por un agujero negro (The Event Horizon Telescope Collaboration *et al.*, 2019):

1. Equipar con el mismo tipo de instrumentos ocho radiotelescopios, distribuidos en distintos lugares del mundo, para simular un solo radiotelescopio del diámetro de la Tierra.
2. Identificar que las condiciones climáticas de los ocho sitios de observación fueran las adecuadas (baja humedad ambiental y cielo sin nubes ni turbulencia) para hacer las observaciones.
3. Crear discos duros especiales para almacenar la enorme cantidad de información que se recolectaría en cada observación.
4. Desarrollar técnicas de procesamiento de datos para poder «reconstruir» la imagen completa al unir los «pedacitos» observados por cada uno de los radiotelescopios.



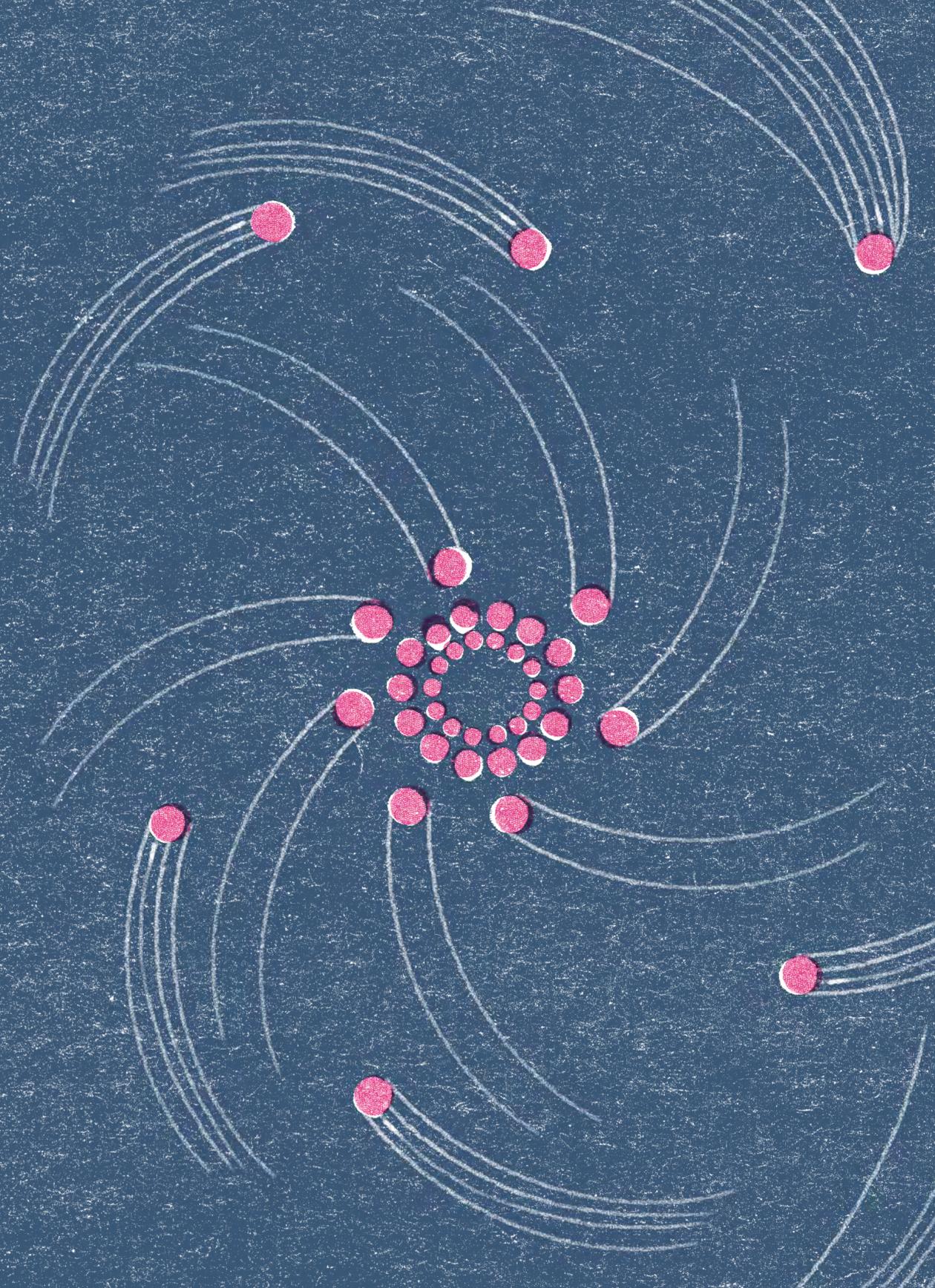
Una investigación de tal envergadura requirió de la formación de una robusta colaboración internacional (conformada por cientos de investigadoras e investigadores de más de 20 países), en la que destacó la participación de México con el Laboratorio Nacional del Gran Telescopio Milimétrico, así como la comunidad académica y estudiantil de diversas universidades y Centros Públicos de investigación en el país.

Finalmente, se puede concluir que cuando hablamos de ciencia básica, nos referimos a investigaciones humanísticas y científicas que buscan explicar el mundo en el que vivimos y responder las incógnitas que se formulan con base en el conocimiento aceptado por la comunidad especializada; mientras que cuando hablamos de ciencia de frontera nos referimos a investigaciones que buscan transformar nuestra comprensión del mundo, al dar solución a las preguntas que el conjunto de ideas y metodologías aceptadas por la comunidad científica no pueden resolver. Por lo tanto, tal y como lo reconoce la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, el progreso real y sustantivo del conocimiento depende del desarrollo de la ciencia básica y de frontera en todas las áreas y campos del saber científico.

REFERENCIAS

- Aryal, V.** (2023). Paradigm Shift in Social Science Research: A General Perspective. *Journal of Political Science*, 23(1), 111-123. <https://doi.org/10.3126/jps.v23i1.52289>
- Beiser, A.** (2003). *Concepts of modern physics* (6.ª ed.). Mc Graw Hill.
- Bird, A.** (2022). Thomas Kuhn. En E. N. Zalta (ed.), *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. <https://plato.stanford.edu/archives/spr2022/entries/thomas-kuhn/>
- Holland, J.** (1962). Outline for a Logical Theory of Adaptive Systems. *Journal of the ACM*, 9(3), 297-314. <https://doi.org/10.1145/321127.321128>
- Kuhn, T. S.** (2013). *La estructura de las revoluciones científicas* (ensayo preliminar de I. Hacking; trad. de C. Solís Santos; trad. del ensayo de D. Peña). Fondo de Cultura Económica. (Original publicado en 1962).
- Kuri, Á. y Galaviz, J.** (2002). *Algoritmos genéticos*. Fondo de Cultura Económica.
- Laybourn-Langton, L. y Jacobs, M.** (2018). Paradigm Shifts in Economic Theory and Policy. *Intereconomics*, 53, 113-118. <https://doi.org/10.1007/s10272-018-0737-4>
- Orman, T. F.** (2016). «Paradigm» as a Central Concept in Thomas Kuhn's Thought. *International Journal of Humanities and Social Science*, 6(10), 47-52. https://www.ijhssnet.com/journals/Vol_6_No_10_October_2016/8.pdf
- Thomas, J. y Suleiman, S. M.** (2019). Thomas Kuhn's Paradigm Shift and Social Science: A Theoretical Analysis. *International Journal of Comparative Studies in International Relations and Development*, 5(1), 84-95. <https://internationalpolicybrief.org/wp-content/uploads/2023/10/ARTICLE8-95.pdf>
- The Event Horizon Telescope Collaboration, Akiyama, K., Alberdi, A., Alef, W., Asada, K., Azulay, R., Baczkó, A. K., Ball, D., Baloković, M., Barrett, J., Bintley, D., Blackburn, L., Boland, W., Bouman, K. L., Bower, G. C., Bremer, M., Brinkerink, C. D., Brissenden, R., Britzen, S., Broderick, A. E., ... y Ziurys, L.** (2019) First M87 Event Horizon Telescope Results. I. The Shadow of the Supermassive Black Hole. *The Astrophysical Journal Letters*, 875(1), 875 L1. <https://doi.org/10.3847/2041-8213/ab0ec7>

- Trimble, V.** (1995). The 1920 Shapley-Curtis Discussion: Background, Issues, and Aftermath. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 107(718), 1133-1144. <https://doi.org/10.1086/133671>
- Vasilachis de Gialdino, I.** (2006). La investigación cualitativa. En I. Vasilachis de Gialdino (coord.), *Estrategias de investigación cualitativa* (pp. 23-64). Gedisa.



GRATUIDAD DE LA EDUCACIÓN DE POSGRADO

ANTONIO SALDÍVAR MORENO

Director general e investigador titular B del Grupo Académico Procesos Culturales y Construcción Social de Alternativas, Departamento Sociedad y Cultura, El Colegio de la Frontera Sur.



La gratuidad de la educación en nuestro país representa, sin lugar a duda, uno de los pilares fundamentales emanados de las luchas históricas por la justicia social en México. La Constitución de 1824 y la de 1857 señalan que la educación es libre, y la Constitución de 1917, emanada de la Revolución mexicana, refrenda la obligatoriedad de la educación y la responsabilidad del Estado de impartirla.

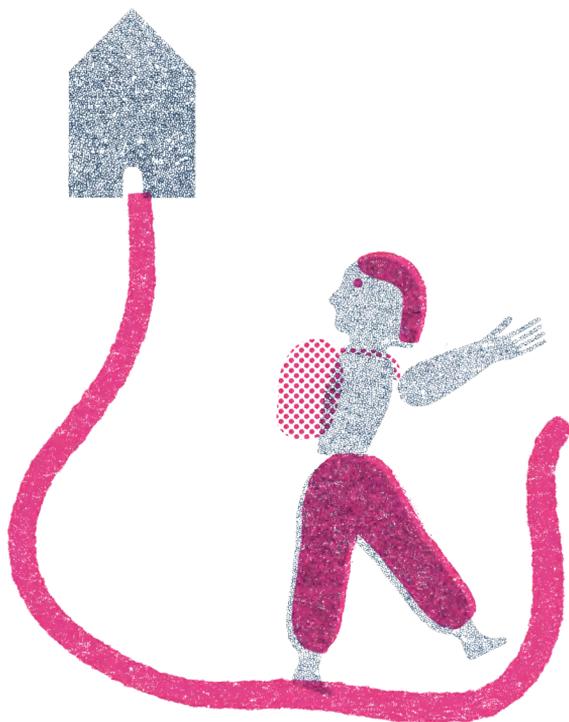
Por otra parte, el Pacto Internacional de Derechos Económicos y Sociales, que entró en vigor a partir de 1976, indica que la educación superior y de posgrado debe ser accesible para todas las personas y, por lo tanto, se deben generar las condiciones de progresividad en su gratuidad. De manera más reciente, en el Foro Mundial sobre la Educación 2015, se señaló su relación con otros derechos fundamentales, como la salud, el crecimiento y la producción sostenible, el empleo y el cambio climático, por lo que la educación ocupa un lugar central para avanzar en la Agenda 2030.

De esta manera, a partir de la reforma de 2019, la base de la gratuidad se establece claramente en el artículo 3.º constitucional y se integra con los artículos 62, 63, 66 y 67 de la Ley General de Educación Superior, así como también con el 86 de la Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, por lo que el Estado está obligado a establecerla progresivamente en sus procesos educativos en los niveles superior y de posgrado.

EDUCACIÓN SUPERIOR Y DE POSGRADO

El crecimiento de la oferta de este nivel educativo en nuestro país benefició claramente desde sus primeras etapas a las juventudes de las zonas urbanas, por las posibilidades de acceso a la educación que tuvieron; en la capital del país contaron con instituciones emblemáticas como la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional y, de manera más reciente, la Universidad Autónoma Metropolitana. Esta última fue uno de los primeros esfuerzos para ampliar la matrícula y descentralizar la educación superior y de posgrado.

No obstante, los gobiernos neoliberales pusieron en riesgo la posibilidad de ampliar y completar los estudios superiores y de posgrado para el estudiantado, al limitar los apoyos y el crecimiento de las instituciones de educación superior públicas y los otrora Centros Públicos de Investigación. En cambio, les otorgaron facilidades a las universidades privadas para asumir esta función, las cuales, al trasladar el costo de la



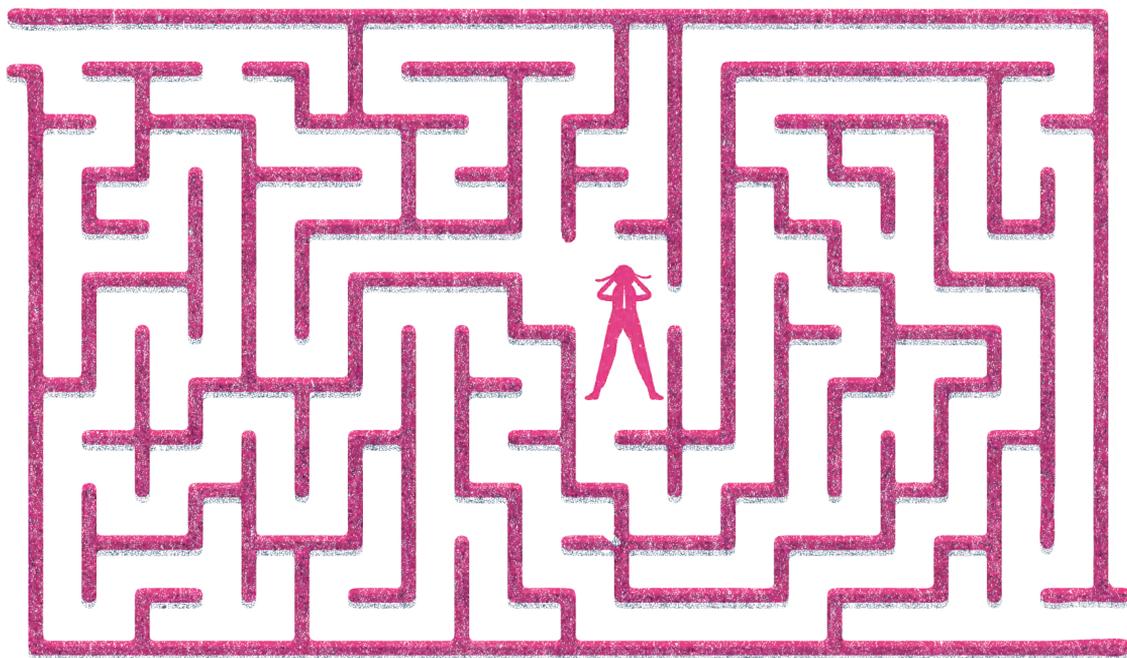
educación a las familias que tenían condiciones para cubrirlo, profundizaron la desigualdad en el acceso a la educación superior.

La migración de jóvenes (hombres y mujeres) fuera de sus estados y pueblos para cursar sus estudios universitarios y de posgrado fue una tendencia clara durante las últimas décadas ante la imposibilidad de contar con instituciones reconocidas y por la limitación de acceder a estudios en ciertos temas humanísticos, científicos y tecnológicos en sus lugares de origen. Sin embargo, los costos asociados para completar su formación, además del pago de las matrículas, dificultaban la posibilidad de terminar sus estudios, ya que, si bien se otorgaban becas para ciertos programas

de posgrado, parte de esos recursos debían utilizarse para la manutención y los costos de traslado, así como las colegiaturas que se cobraban incluso en instituciones públicas.

Al mismo tiempo, las universidades privadas crecieron de manera desproporcionada al generar en muchos casos procesos simulados de formación que atendían más a una lógica de negocio que a un esfuerzo de investigación y educación integral profesionalizante. Las llamadas universidades «patito» – como se les conoce a los centros educativos sin control de calidad, con muy bajo nivel educativo– otorgaron títulos de manera irresponsable a personas que prácticamente compraban sus diplomas al asegurar el pago de sus estudios, mientras





simulaban participar en procesos educativos, muchos de ellos, en fines de semana o de forma esporádica y sin acciones relevantes de investigación y vinculación. Al estar restringidos los accesos a las principales universidades públicas por las limitaciones impuestas por los gobiernos a los presupuestos de las universidades y Centros Públicos de Investigación, los jóvenes y sus familias optaban por cursar sus estudios en instituciones privadas, algunas reconocidas y con buena calidad, pero muchas (la mayoría) con procesos formativos cuestionables y nula investigación.

TRANSFORMACIÓN EDUCATIVA

Para resarcir ese daño, las nuevas leyes generales de Educación Superior, en 2021, y de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, en 2023, han recuperado y refrendado el principio de la gratuidad, para asegurar que las juventudes puedan seguir participando de la formación y mejora de sus condiciones de vida sin distinción social, de género o por su origen étnico.

De esta manera, nuestro país ahora reconoce legalmente a la educación como un espacio de construcción de sentidos, significados, identidades y culturas, así como valores y actitudes, a la par que refrenda claramente este derecho irremplazable y esencial en la vida de las personas. La gratuidad posibilita cumplir el mandato constitucional de pensar en la educación como un bien público para las juventudes mexicanas.

Es importante reconocer que la educación ejerce un papel central en las transformaciones sociales. Por ello, la gratuidad de la educación superior y de posgrado representa la posibilidad de crear condiciones de igualdad y oportunidades para toda la población, con el fin de participar de los beneficios del derecho humano a la ciencia y demás derechos asociados, como a la educación y la salud, consagrados en la Constitución mexicana.

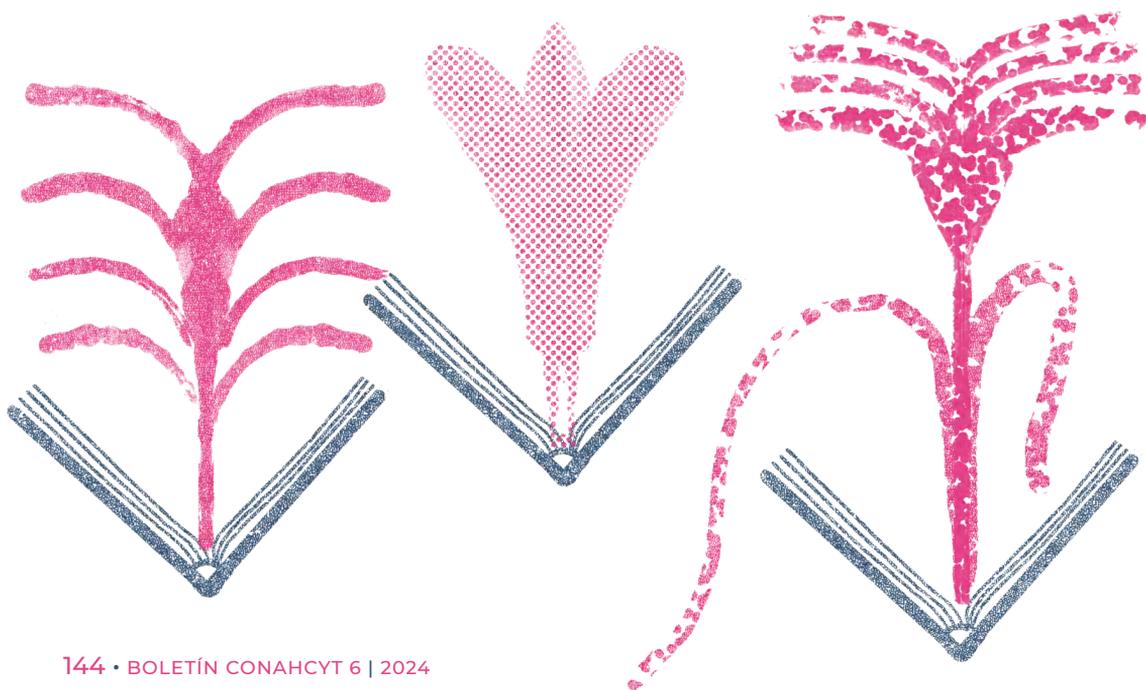
El acceso gratuito presupone que el Estado cumpla con asumir los costos que se generan en la educación superior y de posgrado, para asegurar que todas las personas tengan las oportunidades y condiciones de igualdad para acceder a ella. Asimismo, posibilita en ese sentido un país y una sociedad más justa e igualitaria, con personas preparadas para enfrentar los retos de la vida cotidiana, para integrarse a los espacios laborales, formadas con un pensamiento crítico y preparadas para luchar por su libertad, construir la paz y trabajar por la responsabilidad socioambiental, con el fin de vivir con dignidad y respeto para sus familias y en sus comunidades y pueblos.

Los posgrados son espacios donde se forma la mayoría de las y los profesores de las universidades, así como la comunidad académica y científica de nuestro país. De manera más reciente, la diversidad de los modelos educativos (profesionalizantes) en este nivel ha dado paso a que mucha más gente pueda acceder a empresas e instituciones públicas y privadas para aplicar sus conocimientos en la mejora de procesos y la atención de diferentes problemas socioambientales. De igual forma, la gratuidad asegura que personas jóvenes y adultas que han sido vulneradas, así como la población con discapacidad

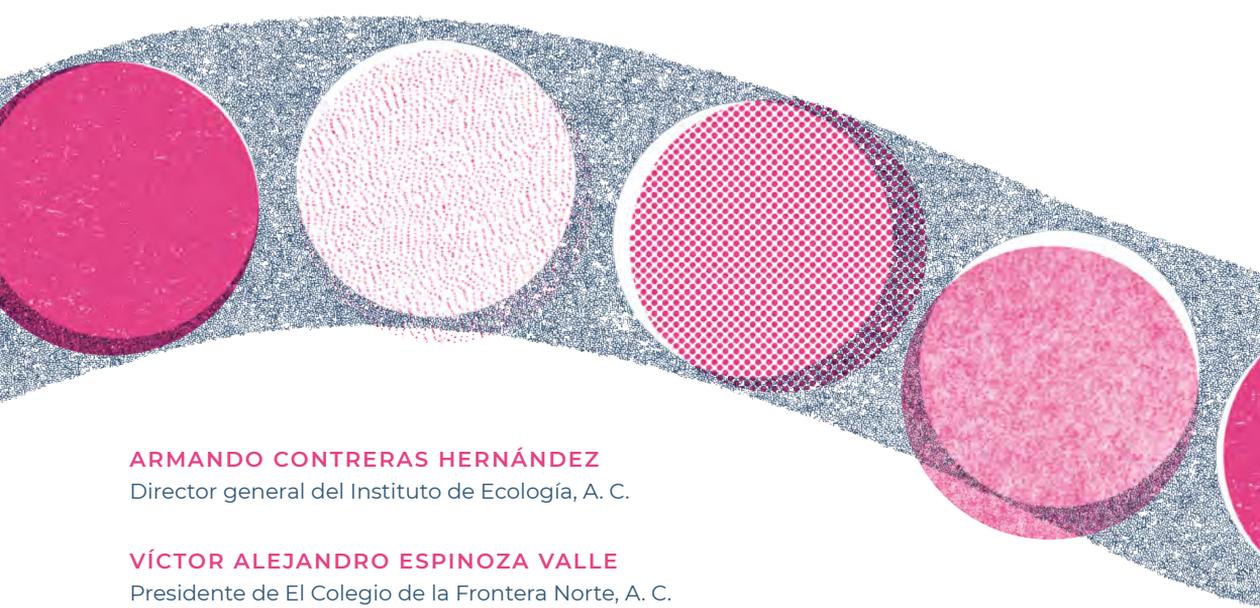


y habitantes de los pueblos originarios tengan acceso a la educación superior, para remontar a la desigualdad histórica que prevaleció durante muchos años privilegiando a las juventudes urbanas y de ciertos sectores de la población frente a las rurales e indígenas y vulneradas.

Contribuyamos para hacer de la gratuidad en la educación superior y de posgrado un espacio de oportunidad para que la inteligencia, el entusiasmo y el valor de las juventudes de nuestro país, desde la formación e investigación y colaboración social, aporten a la soberanía tecnológica y científica. El objetivo es que en conjunto construyamos la justicia, la alegría, la belleza y la responsabilidad socioambiental que requiere el mundo y México. Imaginemos todas esas capacidades, emociones, inteligencias e ilusiones de las juventudes puestas al servicio de nuestra nación, para así atender los problemas más apremiantes de la sociedad. Reconozcamos que los posgrados enriquecen sus experiencias de vida e impulsan la movilidad y transformación social y el desarrollo del conocimiento científico, tecnológico y la soberanía nacional. La gratuidad de estos estudios es clave para construir un país más justo, más incluyente, más respetuoso de la diversidad y con un mejor futuro.



EL PAPEL DE LAS COORDINACIONES DE LOS CENTROS PÚBLICOS DE INVESTIGACIÓN DEL CONAHCYT



ARMANDO CONTRERAS HERNÁNDEZ

Director general del Instituto de Ecología, A. C.

VÍCTOR ALEJANDRO ESPINOZA VALLE

Presidente de El Colegio de la Frontera Norte, A. C.

JULIETA TORRES GONZÁLEZ

Directora general del Centro de Investigación en Química Aplicada.

Pese a lo estipulado en la Ley de Ciencia y Tecnología –aprobada el 5 de junio de 2002–, la articulación de los Centros Públicos (CP) de investigación se quedó por casi 20 años en el papel. Parece que generar sinergias entre estas instancias afines no fue algo prioritario, sino que se privilegió la producción del pensamiento individual dentro de cada una de las instituciones. En cambio, bajo el Título Sexto de la nueva Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación (LGHCTI) –publicada el 8 de mayo de 2023– se estableció con claridad la integración del Sistema Nacional de Centros Públicos (SNCP). En este sentido, el artículo 75 señala los objetivos del SNCP y del renovado Conahcyt, cuyo cuarto párrafo establece que:

El Consejo Nacional podrá organizar a los Centros Públicos en grupos con el propósito de facilitar su articulación eficiente, así como el cumplimiento de los objetivos del Sistema Nacional de Centros Públicos. La persona titular de la Dirección General del Consejo Nacional podrá designar a una persona que funja como Coordinadora de cada grupo. (Cámara de Diputados, 2023, p. 40)

Derivado del mandamiento de la nueva ley, durante 2023 se construyeron la Coordinación de Salud y Ambiente, la Coordinación de Humanidades y Ciencias Sociales, y la Coordinación de Desarrollo Tecnológico e Innovación, en las cuales se agruparon los 26 CP del Conahcyt. A continuación, se presentan algunos de los retos y logros de las tres coordinaciones.

COORDINACIÓN DE SALUD Y AMBIENTE

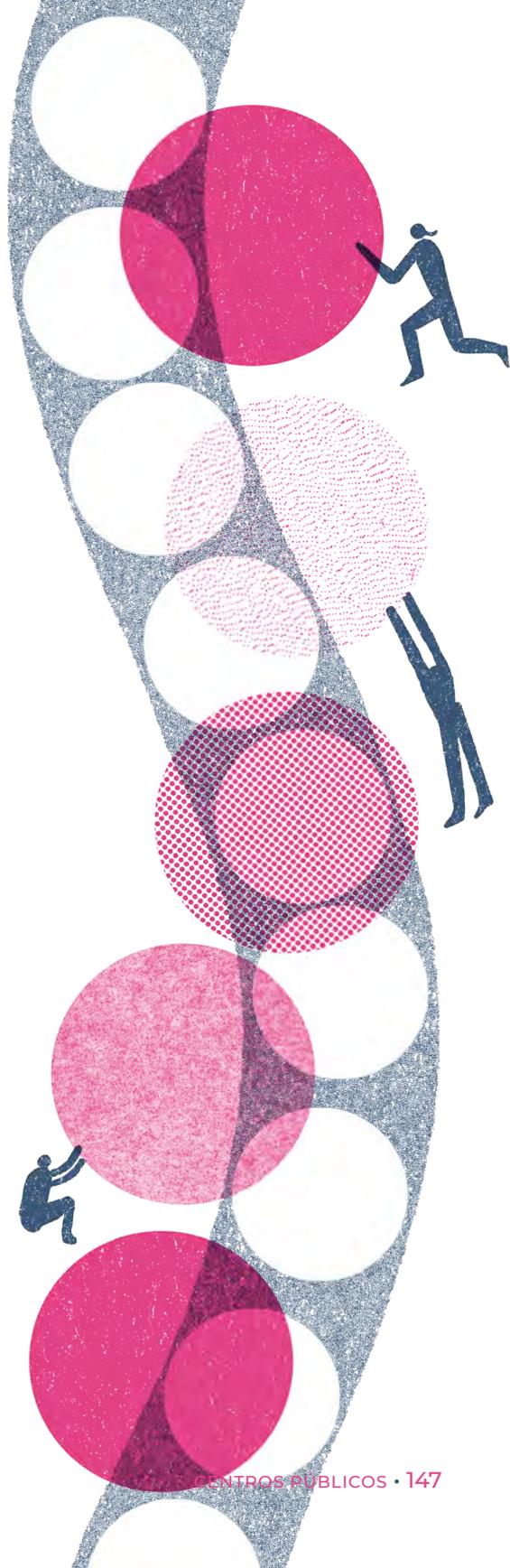
Ésta es una iniciativa de diálogo, encuentro y vinculación entre los CP, equipos de investigación y realidades regionales para mejorar el entendimiento territorial y cultural de México. Para su configuración, la Coordinación de Salud y Ambiente contó con el apoyo de la Unidad de Articulación Sectorial y Regional del Conahcyt. Actualmente está integrada por siete CP de investigación: el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD), el Centro de Investigación y

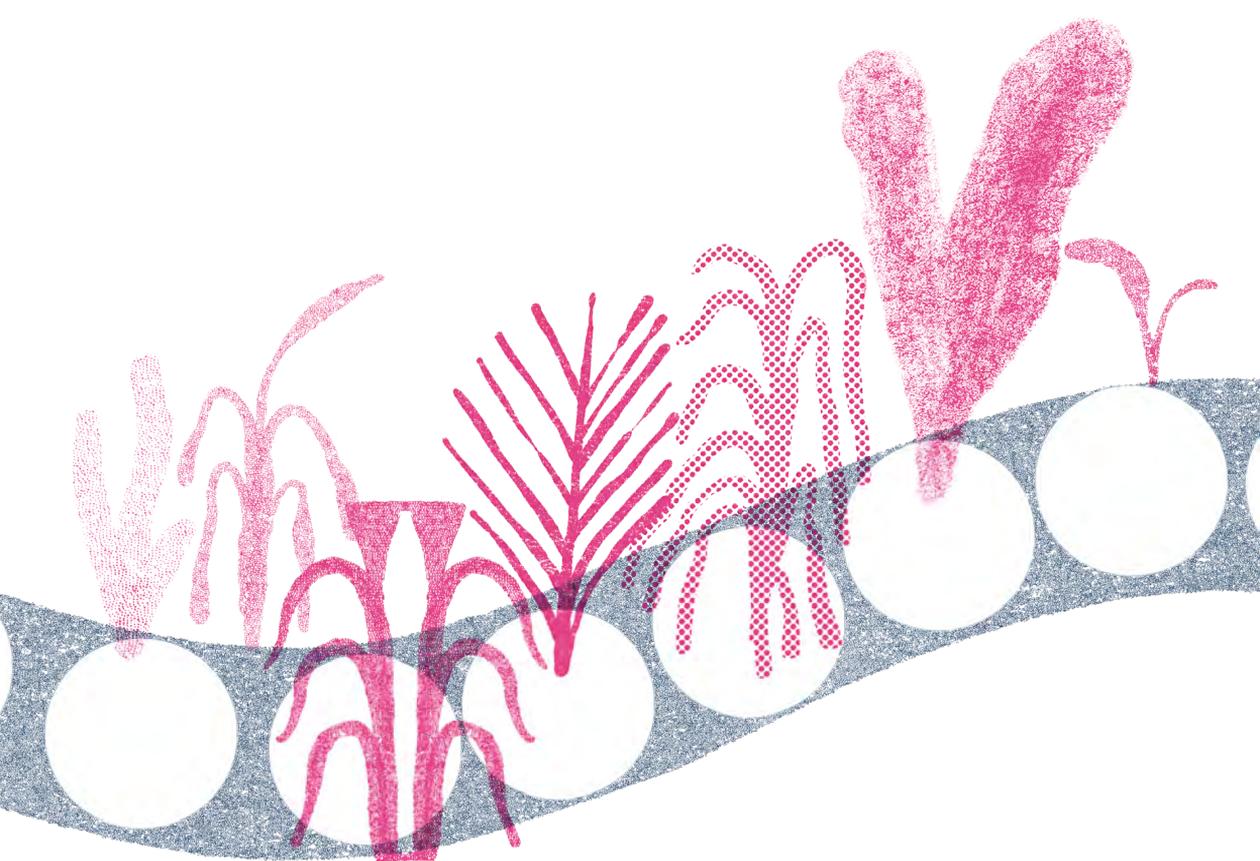
Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (Ciatej), el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C. (Cibnor), el Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. (CICY), el Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), el Instituto de Ecología, A. C. (Inecol) y el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A. C. (IPICYT).

Los CP de investigación, como entidades paraestatales, poseen una naturaleza jurídica distinta, así como diferentes perfiles académicos y tamaño –en cuanto a infraestructura y personal–, para cubrir en conjunto el territorio nacional. Esta diversidad abre la posibilidad de tener una amplia colaboración entre disciplinas y regiones para abordar, en general, los temas de salud y ambiente.

Así, la misión de la Coordinación de Salud y Ambiente es lograr que haya una colaboración efectiva entre los distintos CP para contribuir al conocimiento científico y tecnológico, a la innovación y a la formación de la comunidad científica en las áreas de alimentación, nutrición, salud, transformación social y cuidado del ambiente, con la finalidad de proponer soluciones a los problemas de la sociedad y concurrir de manera coherente y efectiva con las otras coordinaciones que conforman al SNCP del Conahcyt.

Para lograrlo, los distintos CP de investigación que forman parte de la Coordinación de Salud y Ambiente enfocan sus investigaciones en: el estudio y la recuperación de áreas socioecológicas





en estado crítico; el estudio y rescate de saberes tradicionales aplicados a la soberanía alimentaria, la conservación ambiental y la atención a la salud humana; el diagnóstico, la prevención y la atención integral de las enfermedades crónicas no transmisibles (como la obesidad, la diabetes y la hipertensión); la atención de la crisis del modelo alimentario en México; la transición hacia una soberanía alimentaria; la transformación de hábitos y prácticas saludables; además del desarrollo de estrategias para la atención, el cuidado, la conservación y la recuperación del ambiente (agua, aire, suelo y biodiversidad).

A pesar de su reciente creación, la Coordinación de Salud y Ambiente

ha demostrado que cumplir los objetivos es posible. Por ejemplo, durante la pandemia por covid-19, algunos investigadores e investigadoras de los CP coadyuvaron a garantizar el derecho humano a la salud mediante su colaboración en el proceso de análisis biológico del virus en cinco laboratorios certificados. Dos logros más son la creación del Doctorado Nacional en Agroecología, el cual permite que las juventudes de México se formen en los CP y aprovechen sus capacidades y talentos en temas de agroecología, alimentación, culturas y organizaciones sociales; así como de la Especialidad Nacional en Bienestar Comunitario, cuya propuesta educativa prioriza una apropiación del

conocimiento que responda directamente a las problemáticas sociales, sumada a la experiencia de la comunidad académica de los CP de investigación con las líneas terminales en Manejo Costero Integral, Salud Comunitaria y Agroecologías y Soberanía Alimentaria.

Otro ejemplo es el que actualmente coordinan el CICy y el Ecosur mediante un proyecto de investigación-acción transdisciplinario e interinstitucional sobre la milpa maya (Ich Kool), reconocida en 2022 por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura como uno de los 86 sistemas del patrimonio agrícola mundial. El proyecto se realiza en tres estados del sureste mexicano con la participación de 133 investigadoras e investigadores de 18 instituciones. El principal objetivo es generar información que permita mejorar el entorno productivo y la calidad de vida de las familias milperas, partiendo de las necesidades y problemáticas sentidas por la población maya.

COORDINACIÓN DE HUMANIDADES Y CIENCIAS SOCIALES

La Coordinación de Humanidades y Ciencias Sociales está integrada por seis CP de investigación del Conahcyt: El Colegio de la Frontera Norte (El Colef), El Colegio de San Luis (Colsan), El Colegio de Michoacán (Colmich), el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), el Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora (Instituto Mora) y el Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE).

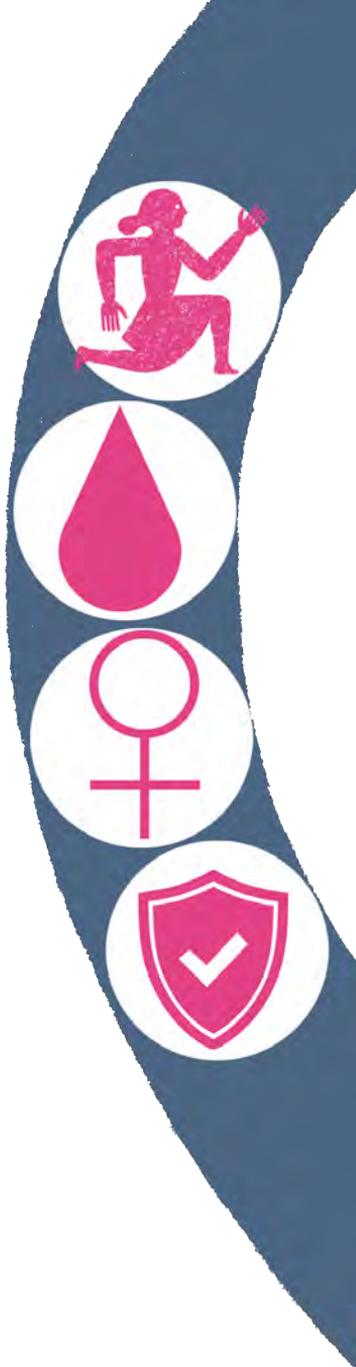
Previo a la aprobación de la LGHCTI, ya se habían iniciado los trabajos de articulación entre los CP; sin embargo, no se contaba con experiencias permanentes y sostenidas que posibilitaran la guía de un proyecto que involucrara a todos los CP de investigación. Para ello, se estableció el compromiso de celebrar seis sesiones por año en las instalaciones de cada uno, con el objetivo de conocer los activos con los que cuentan. A la fecha, se han llevado a cabo nueve reuniones presenciales de la Coordinación de Humanidades y Ciencias Sociales.

De acuerdo con lo estipulado en la conformación del Consejo General de Articulación, las tres coordinaciones de los CP del Conahcyt establecieron los temas prioritarios que tendrían que atender. En la Coordinación de Humanidades y Ciencias Sociales se decidió que el trabajo y la articulación serían en torno a cuatro ejes temáticos: migración, agua, enfoque de género y seguridad humana. Cada uno de los temas sería responsabilidad de varios de los CP; así, el de migración fue asumido por El Colef, el Instituto Mora y el Colmich; el eje del agua, por el Colsan y el CIESAS; género, por el Colsan, el CIESAS y el Instituto Mora; y seguridad humana, por el CIDE, el Colmich y el Colsan.

A la par, desde la constitución de la Coordinación de Humanidades y Ciencias Sociales, el avance ha sido significativo. La primera acción consistió en un diagnóstico general de cada uno de los CP, lo cual fue muy útil para evaluar la situación y, a partir de ello, trabajar en lo que mandata la LGHCTI respecto a la armonización estructural y normativa. En ese sentido, fue fundamental el trabajo cercano con la Unidad Sectorial y Regional del Conahcyt.

De igual forma, se ha impulsado la instalación de Unidades de Género en los CP de investigación, a partir de las experiencias exitosas de El Colef y el Instituto Mora, las cuales se han empezado a replicar no sólo en los CP de la Coordinación de Humanidades y Ciencias Sociales, sino también en los de las otras dos coordinaciones. Se trata de un gran avance en el camino hacia la igualdad y la paridad de género, así como en la salvaguarda de los derechos y en la erradicación de las violencias en nuestras instituciones.

Otro paso importante de la Coordinación de Humanidades y Ciencias Sociales fue el impulso de los Comités de Ética en el área de investigación, con el propósito de asegurar que durante los proyectos se procure que todas las personas involucradas se conduzcan con ética. Por otro lado, si bien ya se había trabajado en el plano de las publicaciones con algunos títulos editados entre dos o más de los CP de investigación, se acordó iniciar un proyecto editorial de todos los que integran la Coordinación de Humanidades y Ciencias Sociales. Para ello, se establecieron



lineamientos generales del sello editorial con el objetivo de garantizar la alta calidad de las obras resultantes. Adicionalmente, esta Coordinación comenzó a producir y difundir el primer pódcast interinstitucional, llamado *Ciencia al aire*, cuyo objetivo es dar visibilidad y divulgar los resultados de los proyectos de investigación enfocados en los grandes problemas nacionales.

Un compromiso más fue impulsar la nueva LGHCTI antes de su aprobación por el Congreso de la Unión. Para ello, las personas titulares y académicas de los CP de investigación participaron en los innumerables foros de análisis del proyecto de ley, pues nunca uno de esta naturaleza se había discutido públicamente de manera tan intensa. Asimismo, se participó en los dos parlamentos que convocó la Cámara de Diputados en marzo de 2023 y, a partir de la aprobación en mayo de ese año, las autoridades de los CP se dedicaron intensamente a defender la ley, entre otras acciones, mediante las entrevistas que tuvieron en la Suprema Corte de Justicia de la Nación.

Más allá de los avances inéditos en el proceso de articulación del SNCP, se ha establecido una agenda de trabajo que llevará a consolidar la alianza interinstitucional. Actualmente, está por concluirse el Plan Estratégico de la Coordinación de Humanidades y Ciencias Sociales, el cual sentará las bases para el trabajo en el corto y mediano plazo. Derivado del esfuerzo conjunto, se ha

iniciado la discusión respecto a la creación de cuerpos académicos o grupos de trabajo en torno a los temas centrales descritos arriba, con la finalidad de crear sinergias fundamentales, dado que el quehacer científico y humanístico colaborativo es prioritario para lograr una mayor incidencia social: generar ciencia útil es una de las principales divisas.

Asimismo, los trabajos para la armonización normativa están próximos a concluir y pronto entrarán en vigor los estatutos del personal académico y técnico, así como los instrumentos de creación –o estatutos generales– y los nuevos lineamientos de evaluación y estímulos. Al respecto, la prioridad es, sin duda alguna, mejorar las condiciones laborales y salariales del personal administrativo y de apoyo, pues, pese a que su labor es fundamental para lograr los objetivos institucionales, este sector es el que más ha visto disminuidos sus ingresos en las últimas décadas.

El otro gran tema es el de la jubilación del personal académico, administrativo y de apoyo. Los promedios de edad en los CP de investigación han crecido, debido a que en el pasado no se logró generar alternativas para una jubilación digna. Un gran paso en esa dirección es la reciente reforma del Reglamento del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII), que permite mantener la distinción hasta por 15 años sin adscripción. Los efectos positivos en los procesos de jubila-

ción son evidentes; sin embargo, no todo el personal tiene la posibilidad de acceder a estos beneficios. Entre este grupo está, sobre todo, personal administrativo, técnicos académicos, así como las y los investigadores que no tienen 15 años de permanencia ininterrumpida en el SNII. Por ello, se deben seguir buscando alternativas para lograr jubilaciones justas y dignas.

COORDINACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO E INNOVACIÓN

A partir de la publicación de la LGHCTI, así como del reglamento del SNCP, se establece la vocación de los CP de investigación como instituciones que buscan consolidar la independencia científica y tecnológica del país para coadyuvar en el avance del conocimiento, la comprensión y la atención integral de los grandes problemas nacionales, además de ser una herramienta de articulación de los recursos, infraestructuras y redes entre las instituciones.

La Coordinación de Desarrollo Tecnológico e Innovación se distingue por la diversidad de sus 13 CP de investigación: Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial (CIDESI), Centro de Tecnología Avanzada, A. C. (CIATEQ), Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, S. C. (CIDETEQ), Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Centro de Investigación en Matemáticas, A. C. (CIMAT), Centro de Investigación Científica y de Educación

Superior de Ensenada, Baja California (CICESE), Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial (Centro Geo), Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV), Centro de Investigaciones en Óptica (CIO), Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC), Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA), Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación (Infotec) y el Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE). Cada uno aporta un valor único al conjunto para fortalecer la misión mediante una colaboración efectiva.

Desde el inicio del proceso de integración se ha logrado progresar significativamente como grupo, con lo que se ha marcado un antes y un después en el enfoque colectivo hacia la investigación y el desarrollo tecnológico. Así, se reconoce la importancia de trabajar en conjunto, para no sólo encontrar puntos en común, sino también valorar las diferencias. Esta apertura permitió partir de un trabajo individual y caminar hacia una mayor integración en tres aspectos cruciales: lo administrativo, lo técnico —referente a los proyectos— y la gobernanza. Con este enfoque, se discutieron los documentos normativos de los CP de investigación de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico e Innovación, con especial énfasis en los estatutos del personal académico; asimismo, se revisaron

los instrumentos de creación, lineamientos de estímulos y programas institucionales para obtener un marco de referencia armonizado.

Derivado de las prioridades establecidas en el Plan Nacional para la Innovación (Conahcyt, 2023) para coadyuvar al desarrollo tecnológico y la innovación se planteó una matriz de capacidades y de temas para los CP de investigación de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico e Innovación, con el fin de tener una base de referencia para el trabajo conjunto. Para ello, se identificaron aquellos proyectos de corto plazo con necesidades no atendidas, tomando en cuenta las áreas críticas, como la salud, la seguridad humana, el ambiente, la energía y la soberanía alimentaria. Con vistas a la articulación, se ha trabajado para dirigir el esfuerzo científico y tecnológico hacia la resolución de problemas nacionales prioritarios y se tiene conciencia de la importancia de responder con agilidad a las necesidades emergentes, al abordarlas de una manera eficaz, eficiente y articulada.

En el ámbito de la cooperación también se han discutido algunos proyectos de mediano plazo con los que se puede incidir en conjunto. Esta colaboración estratégica refleja la dedicación a la articulación eficaz entre los CP de investigación que conforman la Coordinación de Desarrollo Tecnológico e Innovación. Como un solo ejemplo de este esfuerzo está el desarrollo de un prototipo de máquina para el tratamiento de hemodiálisis, el cual, de manera colaborativa, el CIDESI, el CIATEQ, el CIDETEQ, el CIQA y el CIMAT tienen prospectado concretar en 2025. Por otro lado, también se demostró la capacidad de respuesta rápida ante emergencias, como en el caso del huracán Otis, con el CIDETEQ y el CIATEQ, que desarrollaron un kit para la desinfección del agua y colaboraron para su distribución entre las personas afectadas por la destrucción de la infraestructura de la localidad.

Derivado de las actividades de la Coordinación de Desarrollo Tecnológico e Innovación, se contribuyó a la política pública de la LGHCTI y además se cumplieron los Objetivos de Desarrollo Sostenible al promover la investigación y el



desarrollo tecnológico, así como la formación de estudiantes de alto nivel por medio de iniciativas como el Doctorado Nacional en Agroecología.

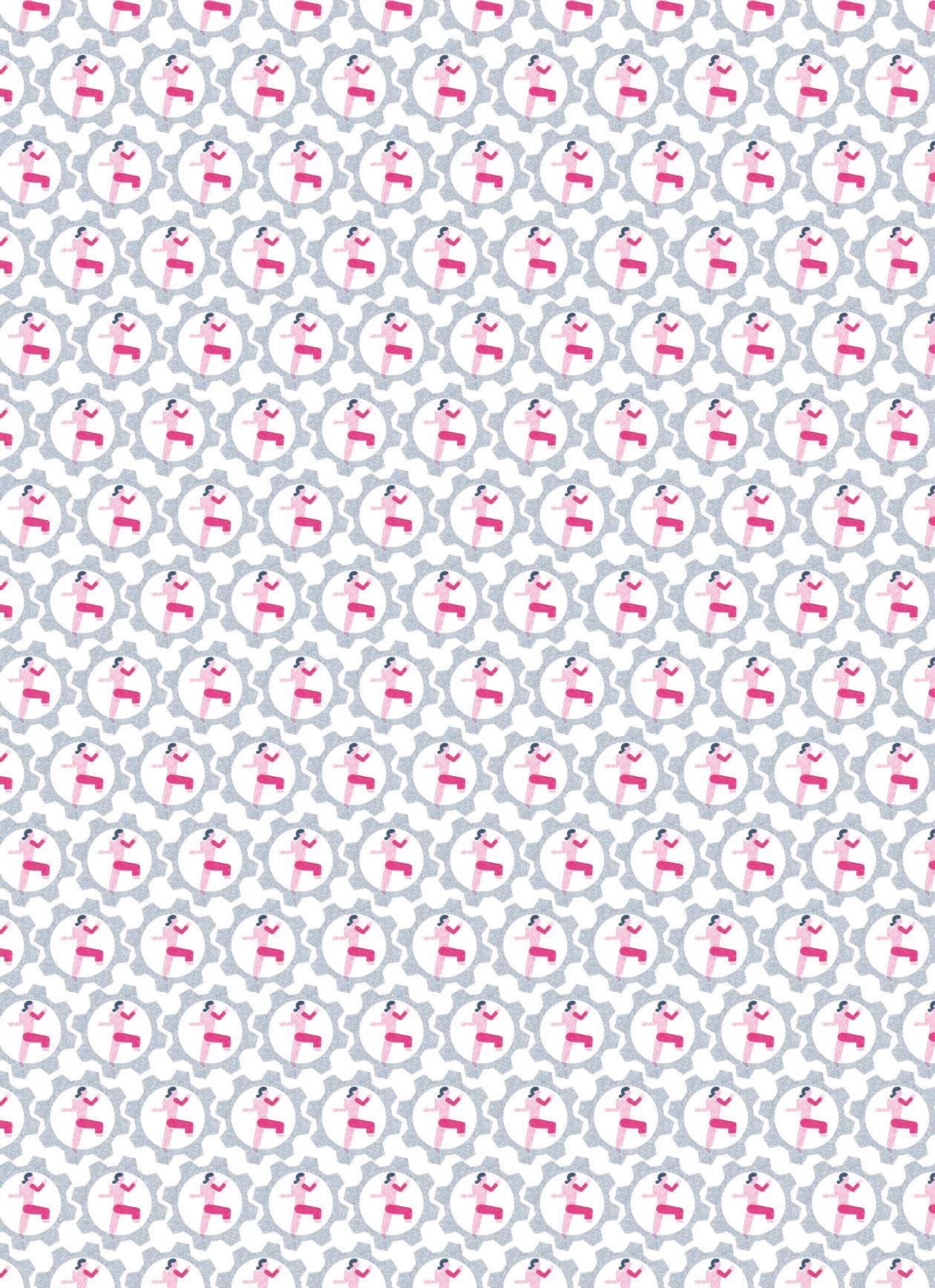
Por otro lado, la participación de la empresa InnoBienestar (IB) se visualiza como una opción para comercializar los productos y servicios de los CP de investigación y ayudar en el escalamiento industrial, así como ser un canal de distribución de productos y servicios percibido como transferencia de tecnología. Con ello, se optimiza el uso de instalaciones desde un enfoque de retorno de inversión en beneficio del país y, finalmente, se aprovecha la figura jurídica de IB para potencializar con un mayor alcance los servicios tecnológicos en beneficio de las partes interesadas.

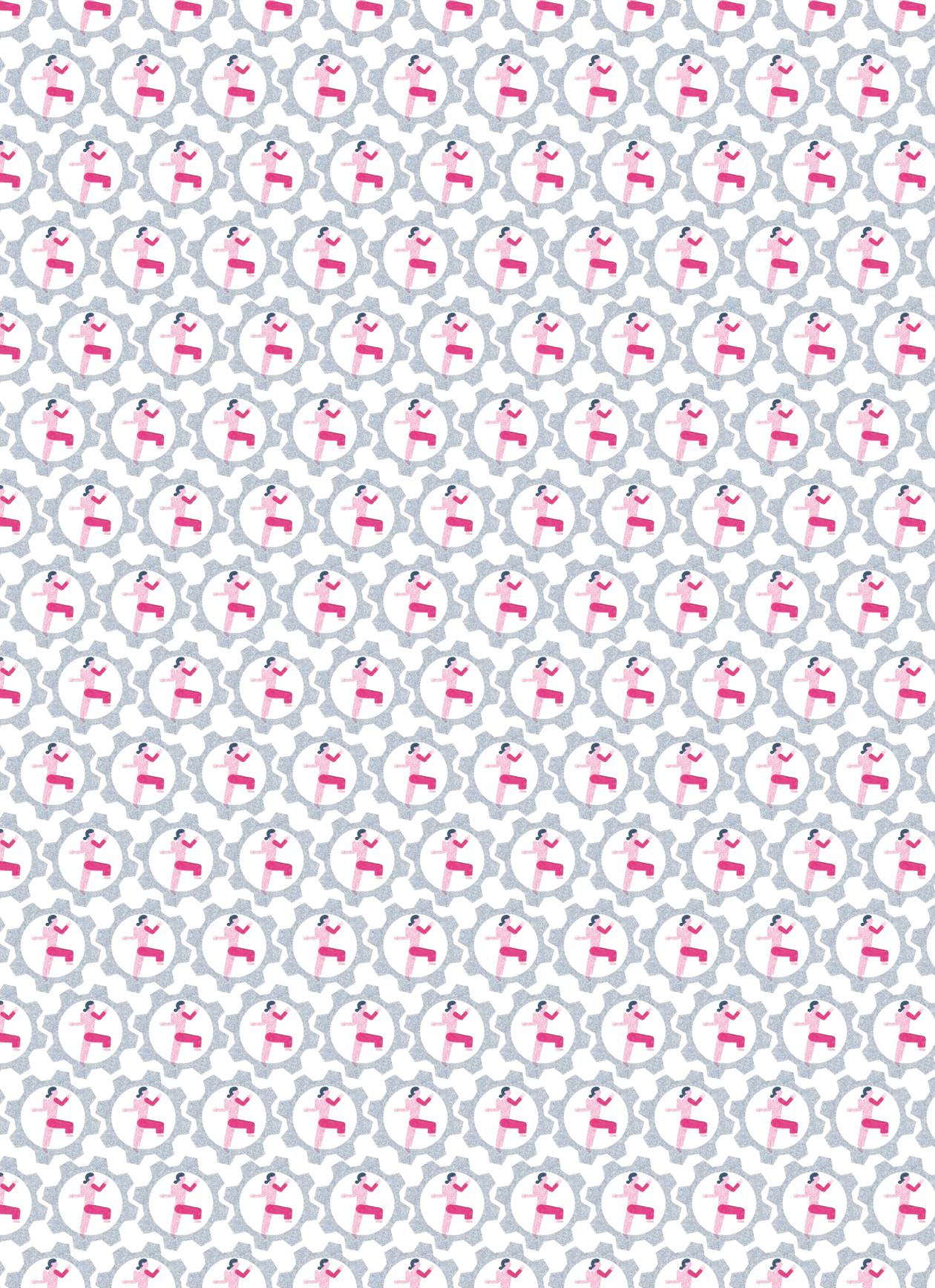
Es crucial destacar que, más allá de los avances técnicos y administrativos, se ha establecido un firme compromiso para impulsar un cambio de paradigma en las comunidades que permita, además de continuar con la investigación en ciencia básica y de frontera, desarrollar el enfoque para generar un impacto significativo en los temas prioritarios de los Programas Nacionales Estratégicos y teniendo como base el modelo mexicano de innovación soberana para el bienestar al involucrar a todos los actores de la pentahélice. Los desafíos son muchos, pero la convergencia de conocimientos y la colaboración entre los CP nos permiten ser optimistas sobre el futuro. Los objetivos, a mediano plazo, son la sinergia y la concatenación entre los CP de investigación para fortalecer aún más la articulación, reconocer las fortalezas y compartir las experiencias y conocimientos de cada institución.



REFERENCIAS

- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.** (2023). *Ley General en materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMHCTI.pdf>
- Conahcyt.** (2023). *Plan Nacional para la Innovación mandado en el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024*. https://conahcyt.mx/wp-content/uploads/conahcyt/desarrollo_tecnologico_vinculacion_innovacion/PNi_final_26oct2033_2.pdf







BOLETÍN
CONAHCYT

6