

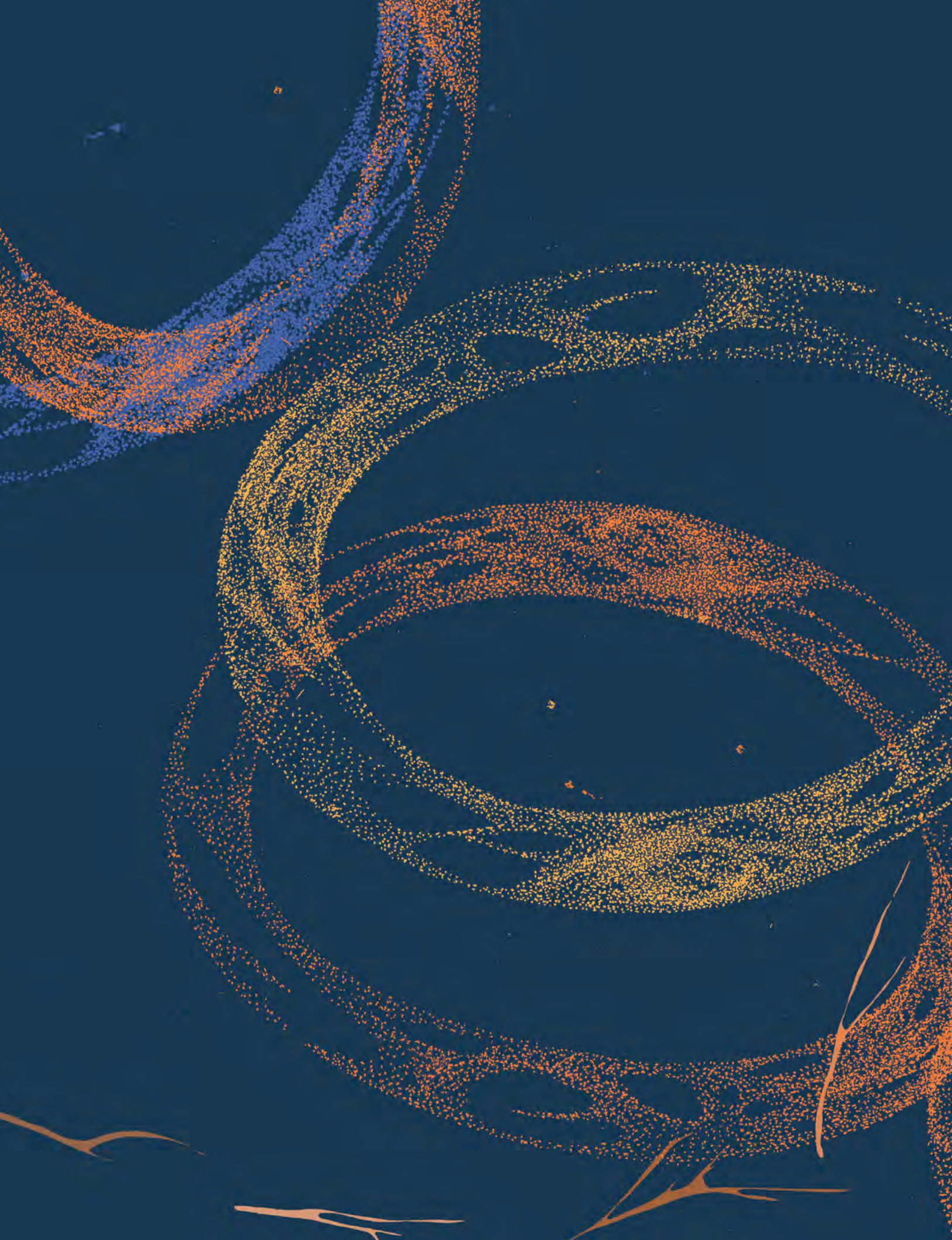
7

JUN | 2023

Distribución gratuita

Ciencias Y Humanidades





Índice

Directora

María Elena Álvarez-Buylla Roces

Directora general del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías

Comité Editorial

Andrés Eduardo Triana Moreno

Dirección Adjunta de Desarrollo Científico

Delia Aideé Orozco Hernández

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación

Juan Francisco Mora Anaya

Unidad de Administración y Finanzas

José Alejandro Díaz Méndez

Unidad de Articulación Sectorial y Regional

Raymundo Espinoza Hernández

Unidad de Asuntos Jurídicos

Horacio Tonatiuh Chavira Cruz

Coordinación de Comunicación y Cooperación Internacional

María del Carmen García Meneses

Coordinación de Repositorios, Investigación y Prospectiva

Alejandro Espinosa Calderón

Comisión Intersecretarial de Bioseguridad de los Organismos Genéticamente Modificados

Coordinadores temáticos

Luca Ferrari

Centro de Geociencias, Universidad Nacional Autónoma de México

Omar Masera Cerutti

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México

Alejandra Elodia Straffon Díaz

Dirección de Energías y Cambio Climático

4 **Presentación**

María Elena Álvarez-Buylla Roces

8 **Ciencia, incidencia y transición energética**

Omar Masera, Sofía Ávila

22 **Hacia una transición energética justa y sustentable**

Omar Masera, Luca Ferrari

34 **Pobreza energética en el hogar**

Rigoberto García Ochoa

48 **Generación distribuida comunitaria**

Regina Ortiz Zamora

60 **Pensar la energía desde el feminismo**

Sandra Rátiva-Gaona, Daniela Rátiva-Gaona

72 **Sistemas energéticos rurales: justicia y sustentabilidad**

Marcela Torres-Wong, Omar Masera

84 **Energía solar y biomasa como fuentes de calor verde**

Iris Santos González, Raúl Tauro

96 **Eduardo A. Rincón Mejía. Entrevista**

Entrevistadora: Andrea González Márquez

Dirección editorial
Marco Antonio Guarneros Roniger

Equipo editorial
Rosa María Espinosa Reyes
Lesli Camila Villeda Nicanor
Ana Isabel Luján Ruiz
Juan Octavio Díaz Ruiz

Ilustración
Emma Casadevall Sayeras
Portada, contraportada, pp. 4-7

Rita Ponce de León
Interiores

Ana Isabel Luján Ruiz
pp. 19, 43, 45, 75, 87, 89, 127-129, 142

José Salvador Jaramillo Aguilar
pp. 98-99

Ciencias y Humanidades,
año 3, número 7, junio de 2023,
es una publicación trimestral
editada por el Consejo Nacional de
Humanidades, Ciencias y Tecnologías.
Av. Insurgentes Sur 1582,
col. Crédito Constructor,
demarcación territorial Benito Juárez,
C. P. 03940, Ciudad de México
Teléfono: 55 5322 7700
conahcyt.mx
Tiraje de 3000 ejemplares.
Papel bond de alta blancura.
Ciudad de México, junio de 2023.
Impreso en talleres Litográfica
Ingramex SA de CV.

Editor responsable
Consejo Nacional de Humanidades,
Ciencias y Tecnologías

Reserva de Derechos al Uso Exclusivo
04-2021-062922303700-102,
ISSN 2992-6882, 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.



Reconocimiento-NoComercial-
SinObraDerivada
CC BY-NC-ND

Responsable de la última actualización
de este número: Consejo Nacional de
Humanidades, Ciencias y Tecnologías.
Fecha de última modificación:
20 de junio de 2023

Proyecto "Plataformas de difusión
científica: narrativas transmedia para
México", Instituto de Investigaciones
Dr. José María Luis Mora, apoyado
por el Conahcyt en el año 2023.



DATA

98 **Energía y movilidad**

CIENCIAS Y ARTE

100 **El río eterno de lo vivo.
Entrevista con Yaxkin
Melchy**
Alberto Cue

DERECHO A LA CIENCIA

108 **Interculturalidad
y diálogo de saberes
en la primera Ley
General en Materia de
Humanidades, Ciencias,
Tecnología e Innovación**
Maya Lorena Pérez Ruiz

SOBERANÍAS

116 **Hacia la producción
soberana de baterías
de litio en México**
Delia Aidée Orozco,
Alejandra Straffon,
Gabriel Plascencia,
Ignacio González

DIÁLOGO DE SABERES

122 **Energía para el yeknemilis
(buen vivir)**
José Pablo Fernández y F.,
Leonardo Durán O.,
Luis Enrique Fernández L.,
Georgina Morán R.,
Leticia Vázquez E.

HISTORIA MÍNIMA

132 **El futuro**
Santiago Moyao

PUNTO CRÍTICO

134 **Sueño, energía
y transporte**
Antonio Suárez B.

Transición energética para el bienestar de México

María Elena Álvarez-Buylla Roces

Directora general del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías.

Impulsar una transición energética justa y sustentable constituye uno de los esfuerzos de investigación e incidencia más importantes, urgentes y necesarios para México. Por un lado, el panorama energético a nivel mundial está cambiando debido al agotamiento de las reservas de combustibles fósiles, y tanto su extracción como su producción resultan cada vez más costosas. Por otro lado, se ha demostrado que el cambio climático, junto con un sinnúmero de conflictos socioambientales, emana del modelo energético que impera aún en nuestro país y en el mundo entero, el cual caracteriza a un paradigma civilizatorio que debe transformarse por el bien de la humanidad y de la vida en el planeta.

En este escenario, analizar el potencial y las limitaciones técnicas y materiales de las diferentes fuentes de energía disponibles en México es fundamental para diseñar estrategias que contribuyan a garantizar no sólo la soberanía energética del país, sino también el bienestar de toda la población, debido a que la energía es imprescindible para hacer valer derechos humanos tan esenciales como el acceso al agua, la alimentación, la salud, la educación, la vivienda y un ambiente sano.

Para responder a estas necesidades, el Comité Ejecutivo del Programa Nacional Estratégico Energía y Cambio Climático (Pronaces EyCC) del Conahcyt comenzó a desarrollar, desde 2019, una agenda que permitirá a México avanzar para atender este reto. Desde un enfoque sistémico, interdisciplinario e integral, se promueve una reflexión amplia en torno al uso sustentable y democrático de la energía para demostrar los beneficios de sus nuevas for-



mas de uso a partir de cuatro líneas estratégicas: 1) movilidad sustentable; 2) uso eficiente y energía verde para la industria y los sectores residencial, comercial y público; 3) sistemas energéticos rurales sustentables, y 4) democratización de la energía y generación distribuida comunitaria. A través de decenas de Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) se han articulado no sólo esfuerzos de investigación sobre problemáticas nacionales concretas, sino ejemplos de la implementación de alternativas y de la colaboración entre agentes de los sectores social, público y privado en la búsqueda de soluciones para incrementar el bienestar de la población, además de priorizar el cuidado del invaluable acervo de las riquezas naturales del país.

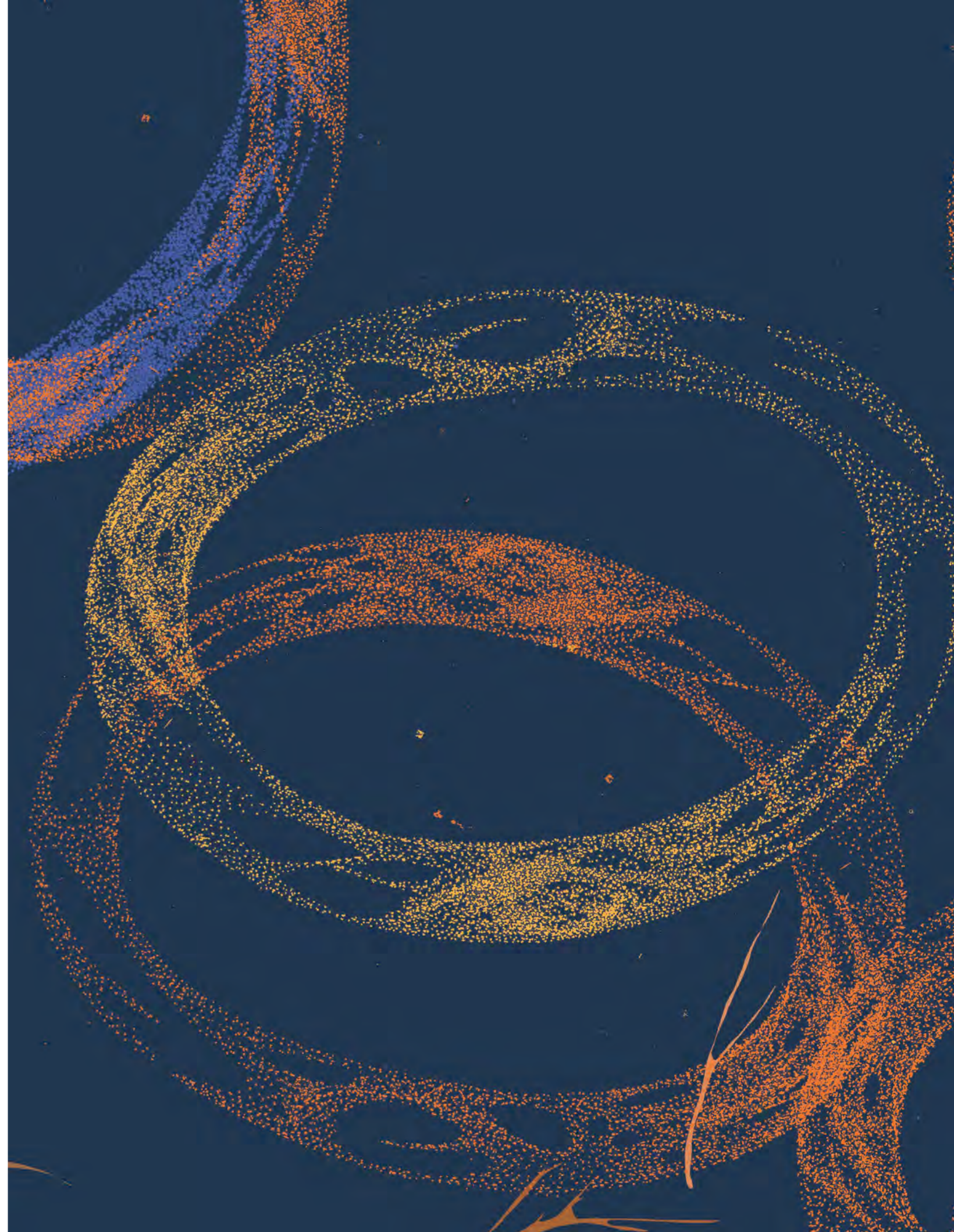
En este sentido, la primera Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, recientemente aprobada, aporta el marco jurídico necesario para impulsar y llevar a buen puerto estas propuestas y proyectos que surgen de la investigación rigurosa y socialmente comprometida, a partir del diálogo de saberes y el trabajo entre distintos sectores, para garantizar el derecho humano a la ciencia y contribuir al bienestar de todas y todos los mexicanos.

¿Qué necesita México para consolidar la transición hacia un sistema energético justo y sustentable frente a los grandes retos que se avecinan a nivel nacional, regional y global? Esta pregunta es el hilo conductor entre los artículos que conforman el presente número de *Ciencias y Humanidades*, coordinado por integrantes del Pronaces EyCC.

En las páginas de esta revista encontramos profundas reflexiones acerca de la relación entre la humanidad y la naturaleza, en las voces de personas expertas en temas de energía y cambio climático. También se une a esta ola de expresiones la del joven poeta Yaxkin Melchy, quien abre una ventana esperanzadora hacia el futuro, en medio de la crisis ambiental que enfrentamos. Asimismo, las y los lectores conocerán los sentires y saberes colectivos de la Cooperativa Tosepan Titataniske, a través de las experiencias comunitarias que llevaron a sus integrantes a construir alternativas de gestión energética respetuosas con la vida y que les han permitido superar exitosamente las imposiciones neoliberales del uso de la energía.

Los textos se acompañan con la obra artística de Rita Ponce de León, que permite un amplio abanico de interpretaciones y ofrece un sensible panorama para profundizar en la comprensión de cada tema. Las imágenes de Rita están inspiradas en la energía solar y su conexión con los seres humanos, con guiños a la circulación sanguínea y la sinapsis nerviosa. Rita trabaja desde la sugerencia y el afecto; sus metáforas visuales tienen una profundidad que pocas miradas alcanzan. Asimismo, la portada estuvo a cargo de Emma Casadevall Sayeras, quien nos comparte su visión de la energía como conector entre la naturaleza y la vida cotidiana de las personas.

En este número de *Ciencias y Humanidades* las y los lectores encontrarán una perspectiva humanística, científica y artística del cambio climático y la transición energética justa y sustentable para el bienestar del pueblo de México.





Ciencia,

incidencia

Omar Masera

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas
y Sustentabilidad, Universidad Nacional
Autónoma de México (UNAM).

y

Sofía Ávila

Instituto de Investigaciones Sociales, UNAM.

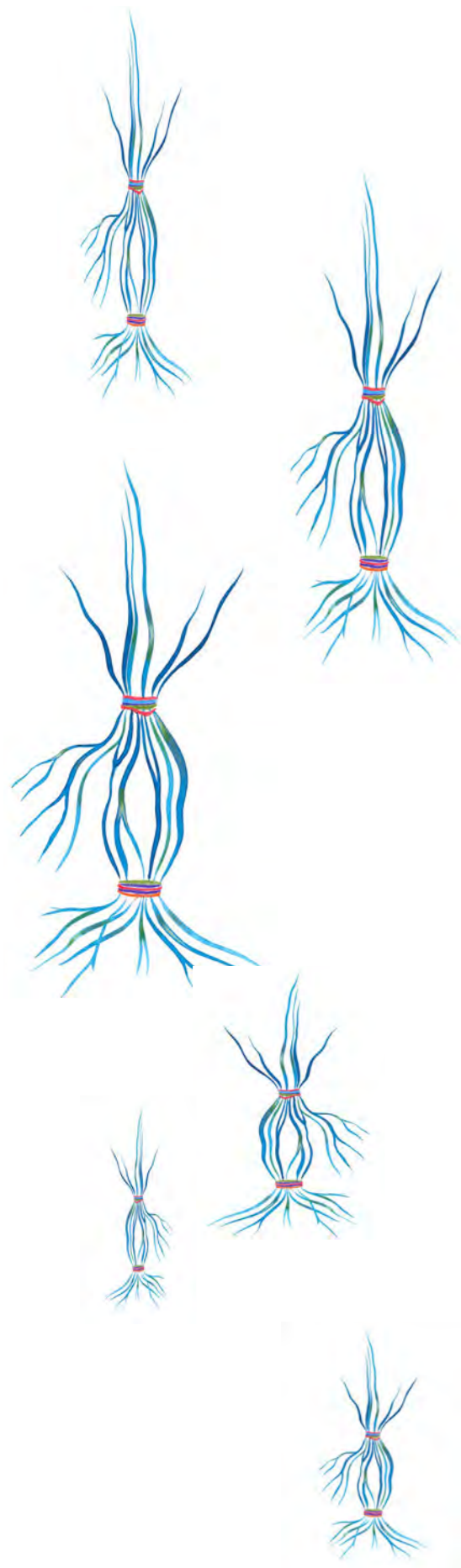
transición

energética

En este artículo presentamos la visión y estrategias que el Programa Nacional Estratégico (Pronaces) Energía y Cambio Climático (EyCC) articula para promover una transición energética justa y sustentable en México. Para ello, comenzamos con un diagnóstico general sobre la situación energética del país desde un abordaje multidimensional. Mostramos cómo el diálogo de saberes y las estrategias de ciencia con incidencia articulan las actividades de este Pronaces y señalamos algunas rutas clave que éste mismo impulsa para avanzar hacia un sistema energético que favorezca el bienestar público, el cuidado de los bienes comunes y la sostenibilidad.

El reto energético de México

México ha entrado desde hace más de una década en la etapa de declive natural de la producción de hidrocarburos, cuya consecuencia es un rápido incremento del costo de exploración y extracción debido a una disminución significativa de la magnitud de los nuevos descubrimientos y a una mayor dificultad de explotación. Además, la demanda nacional de energía ha crecido de manera continua en los últimos 60 años, aunque de forma menos pronunciada en la última década. Ésta ha sido cubierta en su mayoría por combustibles fósiles: para 2019 el 84% de la matriz energética de México se constituía por gas natural (42%), petróleo (31%) y carbón (11%) (Ferrari y Palacios, en prensa). El caso del gas natural es particularmente serio, ya que, a diferencia del petróleo, se importa cada vez más, a pesar de que su producción ha ido bajando desde

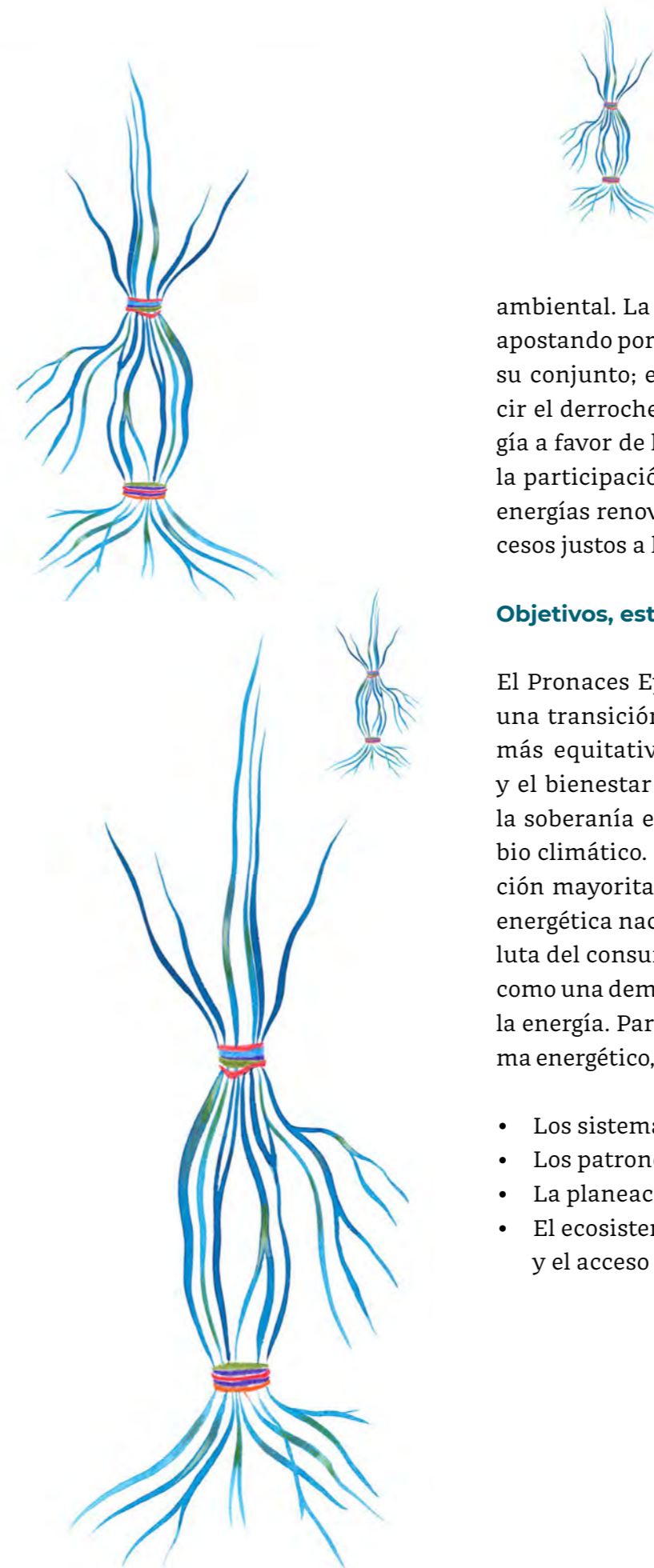


2009. Este hecho, aunado a la creciente importación de gasolina y diésel, provocó que México se convirtiera en un país importador neto de energía desde 2015.

Por otro lado, existen grandes dispendios en el consumo energético asociado al propio sector que transforma la energía –las refinerías y plantas de generación de electricidad–, así como en los sectores transporte, industrial, residencial y comercial. Como consecuencia, las emisiones de CO₂ equivalente por uso de energía en México pasaron de 257 millones de toneladas en 1990 a 468 millones de toneladas en 2020 (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, 2022).

Un tercer punto relacionado con este diagnóstico tiene que ver con la enorme desigualdad y situación de pobreza generalizada que se expresa en niveles alarmantes de «pobreza energética» (ver el artículo de García-Ochoa en este número), que hoy afecta a casi el 40% de los mexicanos. En la actualidad, 28 millones de habitantes cocinan con leña y alrededor de 10 millones de personas no tienen acceso adecuado a la red eléctrica (Contreras *et al.*, 2022). Asimismo, los hogares de los estratos más afluentes consumen en promedio siete veces más energía que los hogares más pobres (García-Ochoa *et al.*, en prensa).

Tomando en cuenta los elementos señalados, el impulso a una transición energética justa y sustentable resulta imperativo para nuestro país. Sin embargo, esta transición no puede ser concebida simplemente como un reemplazo de combustibles fósiles por energías alternativas para continuar con el mismo patrón de producción y consumo, ya que esto es físicamente imposible y no resuelve la crisis

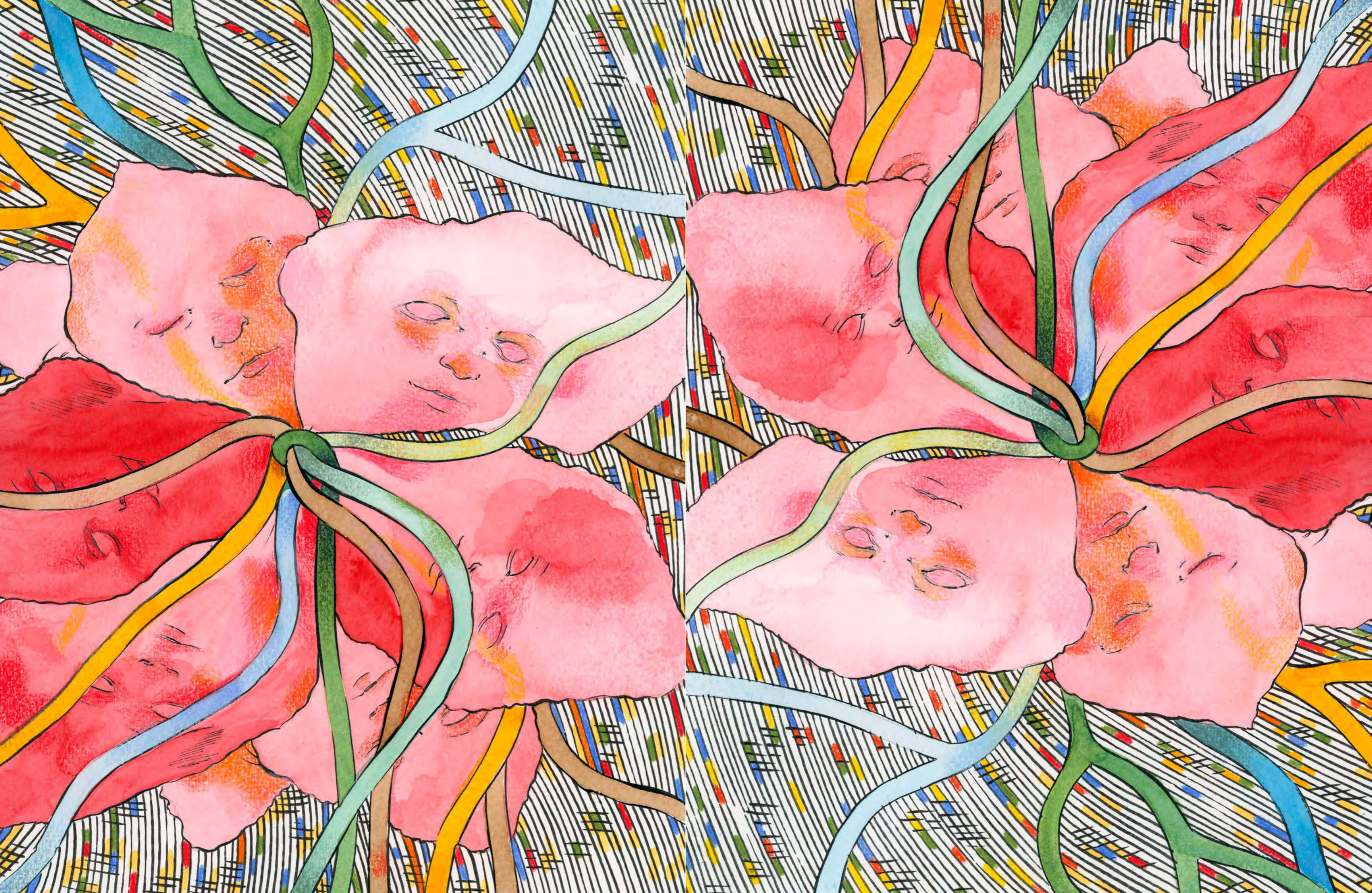


ambiental. La transición que nos planteamos va más allá, apostando por una transformación integral del sistema en su conjunto; esto implica promover acciones para reducir el derroche energético, replantear los fines de la energía a favor de las necesidades de la población y aumentar la participación de las comunidades en el impulso de las energías renovables, asegurando así una planeación y accesos justos a las diversas fuentes energéticas.

Objetivos, estrategias y metas

El Pronaces EyCC tiene como objetivo central promover una transición hacia un sistema energético sostenible y más equitativo en México, a favor de la salud pública y el bienestar general de la población, para contribuir a la soberanía energética y a la mitigación global del cambio climático. Para ello, se busca fomentar una participación mayoritaria de las energías renovables en la matriz energética nacional y, en paralelo, una disminución absoluta del consumo energético en el lado de la demanda, así como una democratización en el consumo y producción de la energía. Para lograr este cambio de fondo en el paradigma energético, es necesario impulsar transformaciones en:

- Los sistemas de generación y suministro de energía.
- Los patrones y estilos de consumo.
- La planeación territorial, urbana y de movilidad.
- El ecosistema alimentario, la producción industrial y el acceso universal a los servicios energéticos.



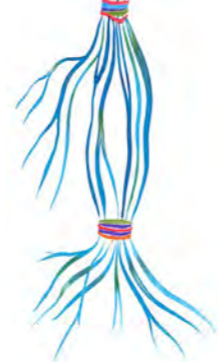
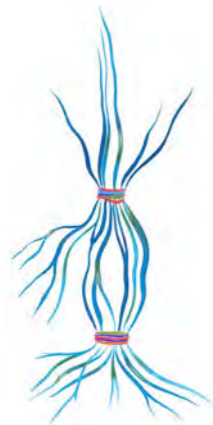
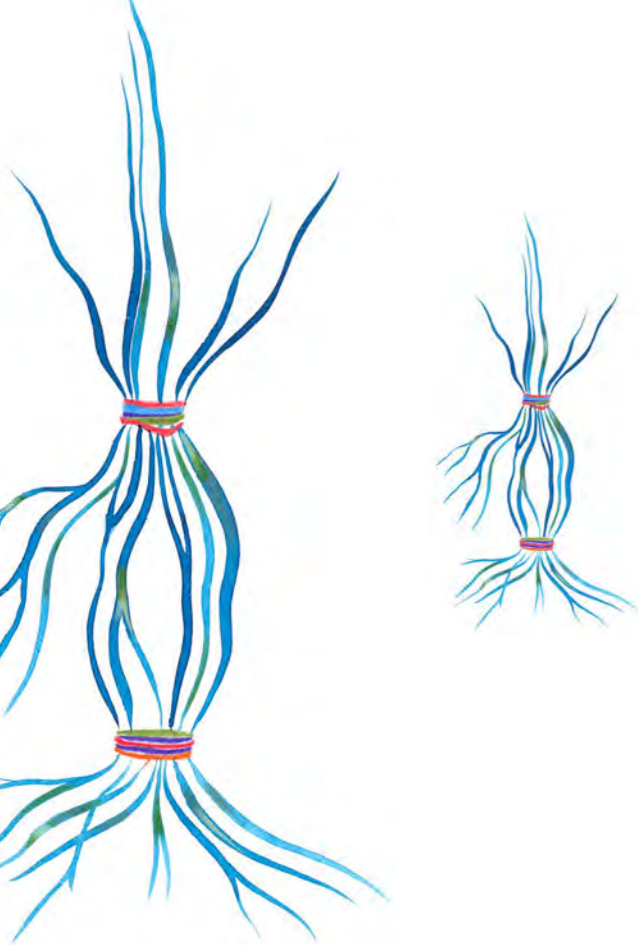
La visión de una transición energética justa y sustentable tiene cuatro pilares como ejes articuladores de cambio: descentralización, cooperación, autogestión local y consumo sustentable. Estos pilares se sustentan a su vez en las funciones del Estado para recuperar la naturaleza pública de la energía, regular al sistema energético y establecer los mecanismos e incentivos que aseguren la democratización, sustentabilidad y redistribución de la producción y el consumo energéticos. En este sentido, se plantean metas para reducir la inequidad y promover el acceso universal a servicios energéticos dignos en zonas rurales y periurbanas. Asimismo, se sugieren vías para la democratización de la generación de energía y para detonar procesos productivos locales con base en la generación distribuida comunitaria de energía mediante fuentes renovables.

Para impulsar los objetivos y metas aquí propuestos, el Pronaces EyCC se desarrolla de la mano de un grupo de investigadoras, investigadores y un equipo técnico de diversas áreas de conocimiento que permiten construir abordajes integrales sobre la problemática energética, así como sobre los objetivos de justicia social y sostenibilidad ambiental. Desde este enfoque interdisciplinario, el Pronaces integra una perspectiva multiagente y de incidencia social que busca integrar la diversidad de saberes para abordar los retos energéticos que se presentan en los diversos territorios, regiones y realidades socioculturales del país.

Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia

Una línea central de acción del Pronaces EyCC son los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii). Éstos están formados por colectivos en los que colaboran de manera horizontal instituciones académicas, asociaciones de la sociedad civil sin fines de lucro, organismos gubernamentales, empresas y organizaciones locales con el fin de atacar una problemática energética concreta a escala local o regional, mediante alternativas de solución que puedan ser replicables en otros lugares del país. El objetivo es que estos colectivos constituyan verdaderas comunidades de aprendizaje con enfoques trans e interdisciplinarios novedosos que –vía los saberes locales, la investigación científica y humanista, la innovación ecotecnológica de vanguardia, así como la innovación abierta– construyan y promuevan un sistema energético resiliente y diversificado, menos dependiente de los combustibles fósiles, que a su vez brinden beneficios sociales, ambientales y económicos tangibles para las personas y los grupos locales, comenzando por los menos favorecidos.

El Pronaces EyCC definió de manera colectiva las áreas estratégicas y prioritarias para el desarrollo de los Pronaii. Con base en una serie de ejes temáticos y demandas consensuadas, se lanzó la *Convocatoria 2020-01-Energía*, de donde surgió una primera selección de proyectos semilla, los cuales participaron en un segundo proceso de selección con miras a identificar aquellos que recibirían apoyo y seguimiento para el desarrollo de sus propuestas de trabajo.

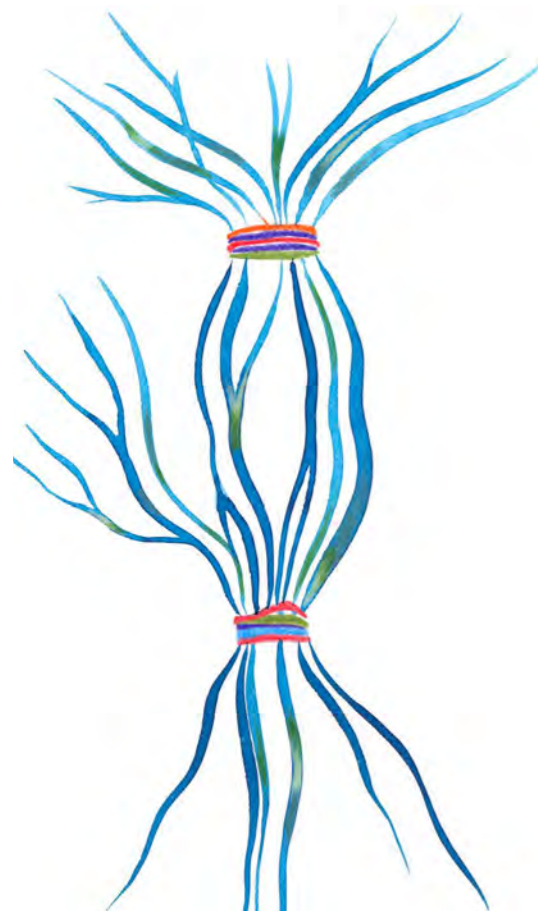


De un total inicial de 56 proyectos semilla seleccionados, se apoyó finalmente a 15 proyectos con presencia en 13 estados de la república: Michoacán y Yucatán (dos proyectos en cada uno); Campeche, Chiapas, Guanajuato, Jalisco, Morelos, Nayarit, Puebla, San Luis Potosí, Sonora, Tabasco y Zacatecas (un proyecto en cada estado). De este total, 12 proyectos son liderados por instituciones de educación superior públicas y privadas; dos, por centros de investigación; y uno, por una organización social.

Sinergias y acompañamiento a los Pronaii

Para cumplir el objetivo de incidencia de los Pronaii y asegurar que tengan un efecto multiplicador, se ha establecido una serie de estrategias para trabajar en sinergia y dar acompañamiento a dichos proyectos. Una de ellas es fomentar la comunicación, intercambio y trabajo en redes entre los mismos Pronaii, identificando temas de interés común, por ejemplo, programas para implementar estufas eficientes de leña, secadores solares, investigación-acción participativa, entre otros. Una segunda estrategia es fortalecer la colaboración con otros Pronaces, potenciando los aprendizajes y experiencias que se desarrollan en cada área estratégica establecida por el Conahcyt, a saber: la colaboración e intercambio con los Pronaces Agua, Vivienda y Soberanía Alimentaria.

Una tercera estrategia para acompañar a los Pronaii consiste en la conformación de centros comunitarios ecotecnológicos en diversas regiones del país. Tomando como modelo a experiencias ya existentes –como el Centro Eco-



tecnológico «Uandani», desarrollado por la Universidad Nacional Autónoma de México y el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada (GIRA) en Michoacán, los centros ecotecnológicos de este Pronaces buscan articularse como ejes para el desarrollo y apropiación de ecotecnologías (Figura 1). Como complemento a estos centros, el Proyecto Eco-Móvil consiste en el desarrollo de un vehículo equipado con ecotecnologías y material audiovisual para realizar recorridos promocionales, demostraciones y actividades tanto educativas como artísticas en diferentes regiones para que los pobladores locales tengan contacto directo y se familiaricen con ellas.

Investigación y difusión científica

Los trabajos de incidencia del Pronaces EyCC se complementan con esfuerzos de investigación y difusión científica enfocados en generar conocimientos técnicos y humanísticos que sean accesibles al público general, a comunidades rurales, urbanas, de investigación y a otros actores clave en el diseño de políticas públicas.

Dentro de este abanico de actividades, se desarrollan reportes temáticos que condensan información actualizada y valiosa sobre varios sectores y aspectos clave para la transición energética. Algunos ejemplos son el análisis del consumo de energía del sector residencial desde la perspectiva de los usos finales de la energía y un análisis detallado del balance de energía 2020, entre otros. A su vez, se producen materiales y actividades de difusión, como las siguientes:

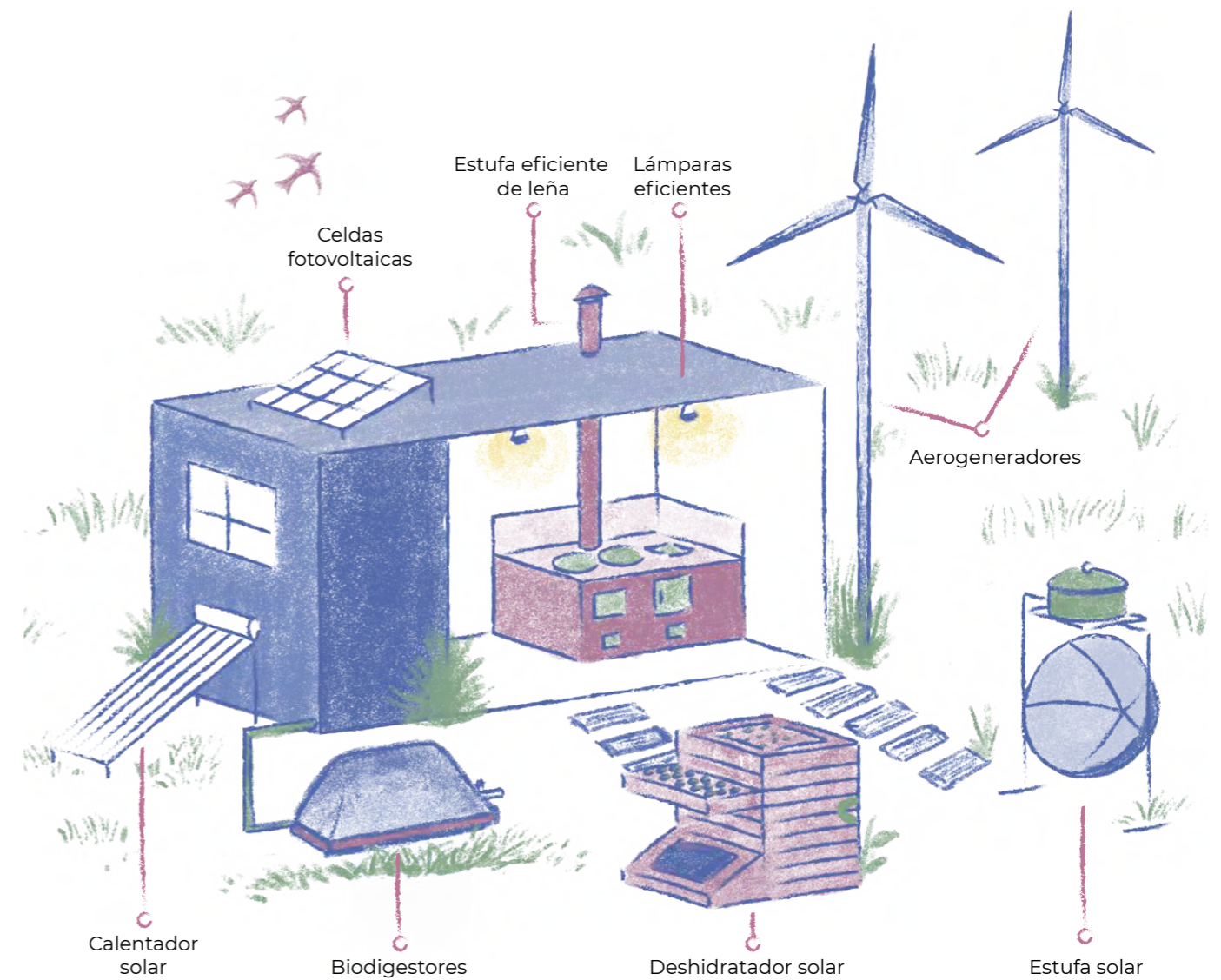


Figura 1. Visualización de áreas de acción en centros ecotecnológicos.

- Ciclo de webinarios sobre transición energética justa y sustentable.
- Infografías y reportes sobre temas clave en el debate energético de México.
- Resúmenes para tomadores de decisiones en el ámbito energético.
- El libro colaborativo *Transición energética justa y sustentable*, a ser publicado durante 2023.

Estos materiales pueden consultarse en el micrositio del Pronaces EyCC (<https://conacyt.mx/pronaces/pronaces-energia-y-cambio-climatico/energia/>), cuyas actividades de investigación se articulan y nutren de la Plataforma Nacional Energía, Ambiente y Sociedad (Planeas) (<https://energia.conacyt.mx/planeas/>). Este proyecto, de carácter inter y transdisciplinario, tiene como objetivo construir un repositorio único, integrado, constantemente actualizado y abierto sobre el sistema energético mexicano, con herramientas de visualización, modelado y análisis de escenarios. La plataforma es un instrumento de consulta entre la sociedad para contribuir al diseño de políticas públicas que lleven adelante una transición energética social y ambientalmente sustentable.

En la actualidad, el Proyecto Planeas avanza en las siguientes áreas de trabajo:

- Consolidación de un sistema de información energética, ambiental y social, en cuya etapa inicial se abordaron temas como: biomasa, uso de agua, requerimientos minerales, ocupación territorial, impacto sobre la biodiversidad, conflictos socioambientales y emisiones de gases de efecto invernadero.
- Análisis de la información recopilada en el Ecosistema Nacional Informático.
- Desarrollo de un modelo holístico del sistema energético y herramientas para su planificación con software libre.

El Pronaces EyCC busca articular esfuerzos con otras dependencias gubernamentales para catalizar programas de alcance nacional en áreas estratégicas de la transición energética. Ejemplo de ello son el Programa de Estufas Ecológicas de Leña, que se lleva a cabo con el Sistema Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia, ya en curso, y propuestas para un Programa Nacional de Calentadores Solares de Agua y de Cogeneración de Calor y Electricidad Verde, con la Comisión Federal de Electricidad.

Referencias

- Contreras, M., Serrano-Medrano, M. y Masera, O.** (2022). *Patrones de consumo energético en el sector residencial de México: un análisis desde la perspectiva de usos finales* (Cuaderno temático 1). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. https://conacyt.mx/wp-content/uploads/pronaces/micrositios/energia_y_cambio_climatico/energia/cuadernos_tematicos/Cuaderno_tematico_I_Pronaces_ECC.pdf
- Ferrari, L. y Palacios, R.** (en prensa). Matriz energética nacional y flujos de energía. En L. Ferrari, O. Masera y A. Straffon (coords.), *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México*. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías/ Fondo de Cultura Económica.
- García-Ochoa, R., Ávila, S., Serrano, M. y Masera, O.** (en prensa). Desigualdad en el acceso y consumo de energía en México. En L. Ferrari, O. Masera y A. Straffon (coords.), *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México*. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías/ Fondo de Cultura Económica.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático.** (2022). *Inventario nacional de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero 1990-2019*.



Hacia una transición energética justa y sustentable

Omar Masera

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Luca Ferrari

Centro de Geociencias, UNAM.

La crisis ecológica, energética y social que estamos experimentando hace impostergable la transición a otro modelo energético más justo y sustentable. Sobre este tema existe un intenso debate en la literatura científica entre dos proyectos de mundo. El primero ve la transición como un problema «tecnológico» y con prioridades de financiamiento: el paso de un sistema energético dominado por los combustibles fósiles a otro sustentado en las energías renovables –con o sin energía nuclear– manteniendo intactos el crecimiento económico y el consumo de bienes y servicios, así como la estructura económica actual. En este modelo, también conocido como «crecimiento verde», hay un cambio de combustibles, pero no de vehículo ni de dirección. Apoyado por las grandes corporaciones transnacionales, agencias internacionales de energía y la mayoría de los gobiernos, dicho proyecto ha demostrado ser físicamente inviable y tanto social como ambientalmente dañino. Esto se debe a que el crecimiento económico perpetuo promovido por el capitalismo es precisamente lo que creó la crisis que ahora se quiere solucionar.

En contrapartida, un segundo proyecto de mundo plantea la transición energética como parte de un nuevo imaginario, una «transición civilizatoria» hacia una sociedad más justa, equitativa, sustentable, localizada, democrática, descentralizada, solidaria y diversa, orientada a que todos y todas, empezando por los más pobres, resuelvan sus necesidades más esenciales y vivan con dignidad. Un mundo, en suma, que no sea sólo visto como un gran mercado, sino como un espacio justo y seguro en el que el acceso a la energía sea el derecho a un bien común y en el que todos y todas podamos vivir dentro de los límites planetarios. Esta segunda visión es, desde nuestro punto de vista, la única alternativa viable a la actual crisis global y nacional.

Un nuevo imaginario energético para México

Transitar hacia un patrón de producción y uso de la energía más justo y sustentable implica reconocer que la abundancia de los combustibles fósiles fue un caso único. Con ellos, la humanidad tuvo acceso a un almacén de energía química que la naturaleza acumuló por millones de años, pero que, al ser finito y no renovable en la escala de la civilización humana, estamos agotando. Ahora, debido a los límites tecnológicos

para el aprovechamiento de los flujos de energía renovable, así como a su impacto ambiental, es imposible aumentar el consumo de energía. Por lo tanto, en lugar de pensar en incrementar la oferta y el mercado de exportación, México debe planear desde la perspectiva de las necesidades o usos finales locales, buscando no sólo la soberanía energética del país, sino que su consumo sea social y ambientalmente sustentable.

Diversas estrategias pueden encaminar a México hacia la consolidación de este imaginario. Por un lado, esto conlleva una política agresiva de ahorro de la energía, ya que la única energía totalmente sustentable es la que no se utiliza. Además de la importancia de revertir la cultura del consumismo, hay enormes oportunidades para reducir el consumo de los sectores industrial, transporte, residencial y comercial, con miras a generar grandes beneficios netos económicos, sociales y ambientales.

Otra estrategia es aprovechar la oferta diversa y abundante de energías renovables locales –biomasa, eólica, solar, geotérmica e hidráulica– que, adaptadas a los diferentes contextos, pueden satisfacer gradualmente las necesidades energéticas básicas de México, si se integran a un patrón de consumo más sustentable. Se lograrían enormes avances desarrollando proyectos con contenido prioritario de tecnología nacional, de pequeña y mediana escala, distri-

buidos en el territorio y con participación conjunta del Estado y del sector social. Estos proyectos permitirían consolidar sinergias con la producción de alimentos, la gestión del agua y el manejo integrado de cuencas, además de generar valor agregado y empleos dignos para las poblaciones y organizaciones locales.

Por otro lado, es importante gestionar el declive de la producción de hidrocarburos mediante su desescalamiento gradual y, así, facilitar la transición energética hacia otras fuentes. Para ello, se deberá invertir sólo en el desarrollo de los campos con menor costo económico y ambiental, así como priorizar el ahorro de energía en el uso final de los combustibles fósiles. Además, es necesario aminorar nuestra enorme dependencia del gas natural de Estados Unidos reduciendo su uso en la generación eléctrica y como fuente de calor en procesos industriales.

Otro objetivo es mantener un sector eléctrico moderno, confiable y resiliente bajo la rectoría del Estado, que impulse el uso eficiente, sustentable y asequible. En este sentido, deben corregirse los abusos derivados de la Reforma Energética de 2013, sobre todo con relación a los grandes generadores privados y a los problemas para gestionar de manera técnicamente responsable la transmisión y distribución de electricidad. A su vez, será prioritario diversificar la matriz de generación eléctrica vía pro-

yectos integrados que aprovechen las oportunidades de cogeneración eficiente en la industria y el desarrollo de proyectos de energías renovables de escala media y pequeña gestionados en conjunto con los actores locales. Para impulsar la generación de energía distribuida, las organizaciones sociales y comunitarias locales –tanto rurales como urbanas– deberán convertirse en «prosumidoras» de energía.

Movilidad sustentable

El sector transporte consume el 43% de la energía final en México. Entre sus principales retos está eliminar la casi total dependencia de la gasolina y el diésel, importados en su mayoría. El 90% del consumo energético corresponde al transporte carretero, y existe una dependencia creciente del auto individual. Para reducir y hacer más sustentable el consumo energético de este sector, se necesitan cambios modales hacia un sistema de transporte público y de carga electrificado, ciclovías, zonas peatonales, normas estrictas de eficiencia y emisiones, así como restricciones al auto individual, en lugar de promover la adquisición de vehículos eléctricos para uso personal (ver el artículo de Suárez en este número).



Reconversión productiva y calor verde en la industria

El sector industrial consume el 33% de la energía final del país; el 60% de su demanda es térmica y el 49% de ésta se emplea para temperaturas medias y bajas. Sus principales retos son la alta y creciente dependencia del gas natural importado, una significativa producción de materiales intensivos en energía –como el cemento y el acero– y la maquila de exportación. Además, existe una normatividad débil en cuanto al uso eficiente de energía en las grandes industrias, así como un sector informal importante que genera la mayor parte de los empleos.

Para reducir el consumo de energía, se propone impulsar el uso y la cogeneración eficientes tanto en las grandes industrias como en las micro, pequeñas y medianas empresas, así como aplicar normas oficiales mexicanas de eficiencia energética (NOM-ENER) para las grandes industrias: refinerías, cementeras, acereras y plantas químicas. La energía solar térmica y el uso de biomasa en forma de biocombustibles sólidos y biogás son medidas costo-efectivas para sustituir los combustibles fósiles en la generación de calor verde (ver el artículo de Santos González y Tauro en este número). Otras estrategias incluyen hacer obligatoria la manufactura de productos reciclables, de mayor vida útil y menor

intensidad energética, así como implementar enfoques integrales y participativos en el sector informal.

Energía eficiente y asequible para todos

Los sectores residencial, comercial y público consumen más del 20% de la energía final del país. Entre sus retos está detener el aumento de la inequidad en los patrones de consumo, con casi el 40% de la población en situación de pobreza energética (ver el artículo de García Ochoa en este número) y un reducido porcentaje de familias de altos ingresos que derrochan la energía. Por otro lado, hay una creciente dependencia del gas licuado del petróleo (GLP) –el 66% de su consumo total se importa en la actualidad–, utilizado en su mayoría para cocción de alimentos y calentamiento de agua. Al mismo tiempo, se ha incrementado fuertemente el consumo de electricidad para aire acondicionado en el norte del país, lo que se traduce en retos económicos importantes para las familias y el Estado –debido a los cuantiosos subsidios involucrados–, así como en la necesidad de incluir más plantas de generación eléctrica.

Una de las medidas más relevantes consiste en implementar programas integrados y ambiciosos sobre eficiencia y ahorro de energía. En este sentido, es necesario:

- Mantener la certificación (NOM-ENER) y el etiquetado en todos los electrodomésticos.
- Establecer un programa nacional de calentadores solares de agua, con impacto en el 30-50% del consumo de GLP, beneficios económicos tangibles para las familias y mitigación de emisiones, lo cual se podría financiar con los costos evitados por la reducción de importaciones de GLP.
- Crear un programa nacional de aislamiento térmico y diseño bioclimático para viviendas, que reduciría enormemente los consumos y la necesidad de usar aire acondicionado.
- Impulsar un programa nacional de generación distribuida de energía basado en el concepto de «techos solares» y organizado en cooperativas (ver el artículo de Ortiz Zamora en este número).

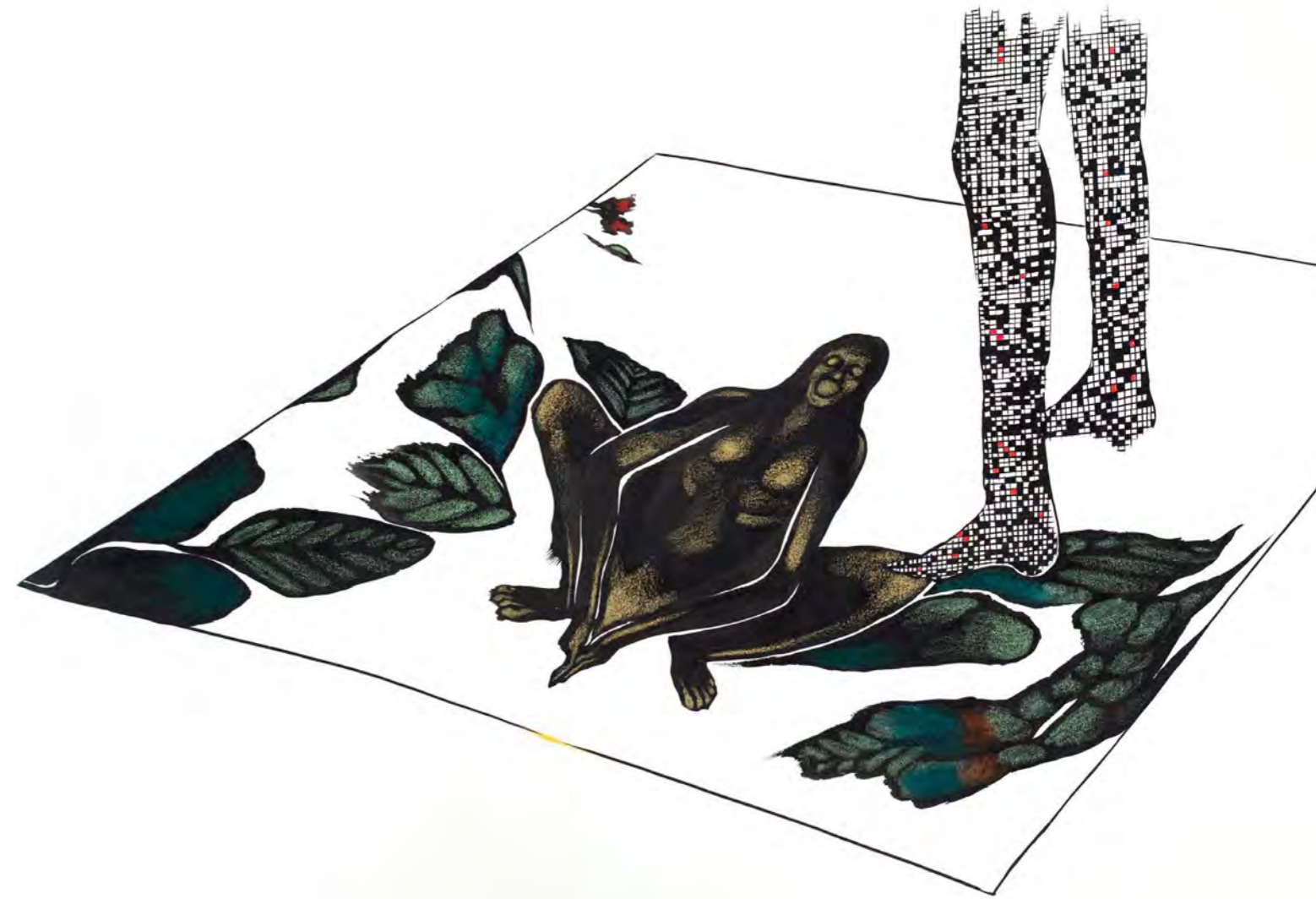
Una nueva ruralidad

El sector rural residencial y el sector agropecuario consumen el 10% del total de la energía final del país. El 75% de las comunidades rurales tiene pobreza energética, y existen más de 96 500 localidades en condiciones de marginación. Aquí predomina el uso de leña en fogones abiertos para la cocción de alimentos y hay una carencia importante de energía para el calenta-

miento de agua de uso sanitario, así como para el funcionamiento de refrigeradores, lavadoras de ropa y tecnologías de confort térmico. La gran dispersión entre las localidades ha impedido resolver estas necesidades mediante fuentes centralizadas de energía, pero es a la vez una oportunidad para el desarrollo de fuentes renovables integradas a escala local: minihidráulicas, biomasa, eólica, solar a pequeña escala y otras.

Para dotar de energía al campo y contribuir a la sustentabilidad de sus consumos, se propone la implementación masiva de sistemas energéticos rurales sustentables (SERS) (ver el artículo de Torres-Wong y Masera en este número), dirigidos a catalizar las energías renovables locales como motores del desarrollo comunitario. Estos sistemas pueden promover una creciente participación en proyectos comunitarios e integrados que estén orientados a brindar servicios energéticos dignos, confiables y accesibles a nivel local para los pobladores rurales, comenzando por los más vulnerables. Los SERS integrarían alternativas para usos térmicos (como estufas ecológicas de leña y calentadores solares), arquitectura bioclimática y generación de electricidad a través de microrredes. También se obtendría energía para usos comunitarios (escuelas, alumbrado público y clínicas), se articularían proyectos que permitan dar valor







agregado a los productos primarios –secado solar de frutas, uso de hornos eficientes de biomasa y molinos para la pequeña industria alfarera y panadera, por ejemplo– y se crearían condiciones para reducir la migración y la influencia del narcotráfico en las regiones menos favorecidas. Como parte de los esfuerzos, se debería impulsar un programa nacional de estufas ecológicas de leña que podría beneficiar a 28 millones de mexicanos.

Al mismo tiempo, dentro del sector propiamente agrícola, es importante tanto el desarrollo de buenas prácticas para el riego, diversificando la oferta energética mediante la difusión de bombas solares, como la cogeneración de electricidad y calor en las granjas pecuarias y agroindustrias, a partir de biodigestores y gasificadores de biomasa. De igual forma, se podrían impulsar microrefinerías de biodiésel –producido con especies locales como la jatrofa– dirigidas al abasto local de combustibles para maquinaria agrícola.

Acciones transversales

Asegurar una transición energética justa y sustentable implica también trabajar en temas transversales, entre los que destaca la *equidad de género*, que demanda cambiar el modelo patriarcal de producción y uso de la energía (ver

el artículo de Rátiva-Gaona y Rátiva-Gaona en este número).

Otro tema es el *nexo energía-agua-alimentos*. La energía es un articulador esencial para el acceso al agua y la producción de alimentos, y también estos sectores brindan fuentes energéticas, como las hidroeléctricas y la bioenergía. Existen enormes posibilidades para promover sinergias con el sector alimentario, que en su conjunto representa casi el 20% del consumo de energía final del país. La producción agroecológica, el impulso a cadenas cortas y locales de producción-consumo para reducir los traslados, disminuir el desperdicio de alimentos (en México se desperdicia más del 40% de la comida), cadenas de frío, refrigeración y empaqueo de productos, así como la promoción de un uso eficiente y renovable del procesamiento y cocción final de los alimentos son medidas capaces de fortalecer el sector alimentario, en particular con los pequeños productores, para aumentar la soberanía energética de México y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

El *nexo entre la energía y la mitigación del cambio climático* es una tercera área clave. La transición energética delineada en este artículo es totalmente compatible con el cumplimiento de los compromisos de México en materia de mitigación del cambio climático y puede coadyuvar a alcanzar numerosos Objetivos de Desarrollo

Sostenible. Al hacer énfasis en la reducción absoluta de consumos energéticos, en la provisión universal de servicios energéticos dignos y en la transición a energías renovables locales, se dará un ejemplo a nivel internacional sobre cómo compatibilizar el desarrollo sustentable del Sur Global con el logro de las metas climáticas.

El camino a seguir

La ciencia y la tecnología son dos pilares fundamentales para detonar estos cambios estructurales. Desde esta perspectiva, se deberán fomentar procesos de aprendizaje colectivo que conduzcan a innovaciones sociales, sistémicas, disruptivas y transformadoras que nos pongan en el camino hacia un mundo más justo y sustentable en el ámbito de la energía.



Pobreza energética en el hogar

Rigoberto García Ochoa
El Colegio de la Frontera Norte.



Nota del Pronaces EyCC

El 99.3% de la población en México tiene acceso a la electricidad en sus viviendas, un porcentaje muy cercano a la meta de acceso universal establecida en el marco de la Agenda 2030.

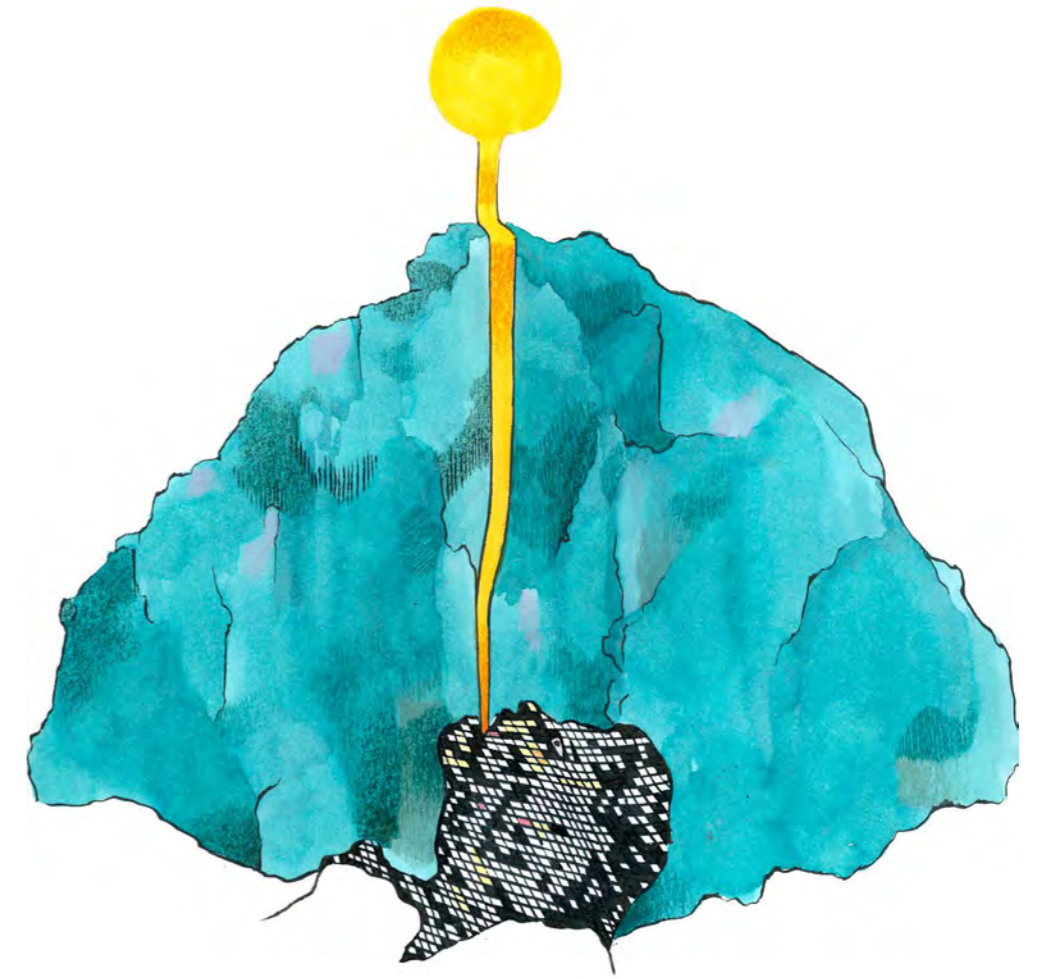
El cambio climático antropogénico se ha convertido en el problema ambiental global más importante del siglo XXI. Durante las últimas cuatro décadas, innumerables declaraciones, tratados y compromisos climáticos han reiterado la idea de que el crecimiento económico conduce necesariamente a un mejor desempeño ambiental por parte de las sociedades, independientemente de su nivel de desarrollo. Sin embargo, la dura y contundente realidad nos muestra que este discurso no se ha materializado en resultados concretos y que estamos muy lejos de alcanzar los objetivos propuestos.

Todo modelo de desarrollo debería conducir al bienestar del ser humano y, como consecuencia, de las comunidades y sociedades en general. En esta línea, cuando hablamos del vínculo consustancial entre energía, desarrollo y cambio climático, olvidamos muchas veces que existen profundas desigualdades en torno a los usos de la energía. Si bien, en el mejor de los casos, este tema ha sido ineludiblemente abordado mediante la meta de acceso universal a la energía establecida en la Agenda 2030 de

Naciones Unidas, la dimensión axiológica en torno a los usos de la energía deriva en el acceso a los servicios que brinda y no sólo en el acceso a ella.

Pensemos cómo sería nuestra vida cotidiana sin iluminación artificial, preservación y cocción de alimentos, calefacción y aire acondicionado o los dispositivos electrónicos que nos permiten conseguir información y comunicarnos a la distancia. Todos estos servicios requieren energía y son esenciales para el desarrollo humano en el siglo XXI, pero el hecho de que un hogar cuente con acceso a la energía no implica unívocamente que disponga de dichos servicios. Por eso señalo que el discurso de la sustentabilidad (¿o sostenibilidad?) en torno a la energía, si realmente tiene como fin un desarrollo económico y social equitativo que sea respetuoso con el ambiente, debe enfocarse en los servicios energéticos.

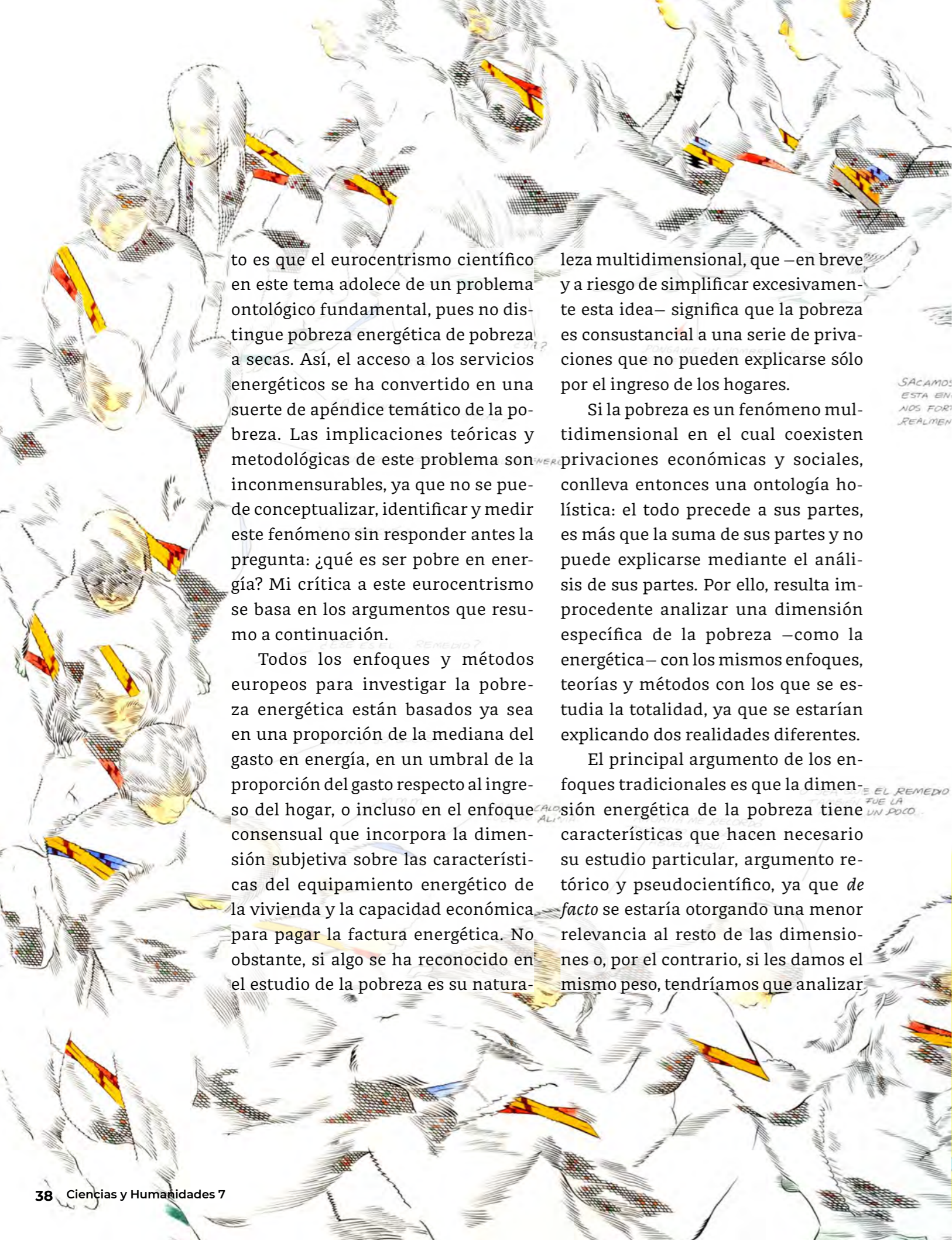
La *pobreza energética* es una línea de investigación que ha cobrado relevancia científica para generar conocimiento sobre el acceso a servicios energéticos en los hogares. Sus oríge-



nes se remontan al Reino Unido en la década de 1980, cuando después de las dos primeras crisis mundiales del petróleo, acontecidas entre 1973 y 1981, el precio internacional del barril aumentó a tal grado que muchas personas no podían pagar el combustible que necesitaban para calentar sus viviendas durante el invierno. Esto provocó un problema de salud pública, ya que incrementó significativamente el número de enfermos y muertes por afecciones respiratorias debido a las bajas temperaturas al

interior de los hogares. Las implicaciones económicas y sociales de este problema hicieron que se convirtiera en un tema de investigación conocido, en una primera instancia, como pobreza de combustible.

Al estudiar la pobreza energética en México, me di cuenta de que, más que adoptar y aplicar acríticamente los enfoques y métodos europeos que se han desarrollado en las últimas cuatro décadas, era necesario pensar en un nuevo marco teórico y metodológico. Mi principal argumen-



to es que el eurocentrismo científico en este tema adolece de un problema ontológico fundamental, pues no distingue pobreza energética de pobreza a secas. Así, el acceso a los servicios energéticos se ha convertido en una suerte de apéndice temático de la pobreza. Las implicaciones teóricas y metodológicas de este problema son inconmensurables, ya que no se puede conceptualizar, identificar y medir este fenómeno sin responder antes la pregunta: ¿qué es ser pobre en energía? Mi crítica a este eurocentrismo se basa en los argumentos que resumo a continuación.

Todos los enfoques y métodos europeos para investigar la pobreza energética están basados ya sea en una proporción de la mediana del gasto en energía, en un umbral de la proporción del gasto respecto al ingreso del hogar, o incluso en el enfoque consensual que incorpora la dimensión subjetiva sobre las características del equipamiento energético de la vivienda y la capacidad económica para pagar la factura energética. No obstante, si algo se ha reconocido en el estudio de la pobreza es su natura-

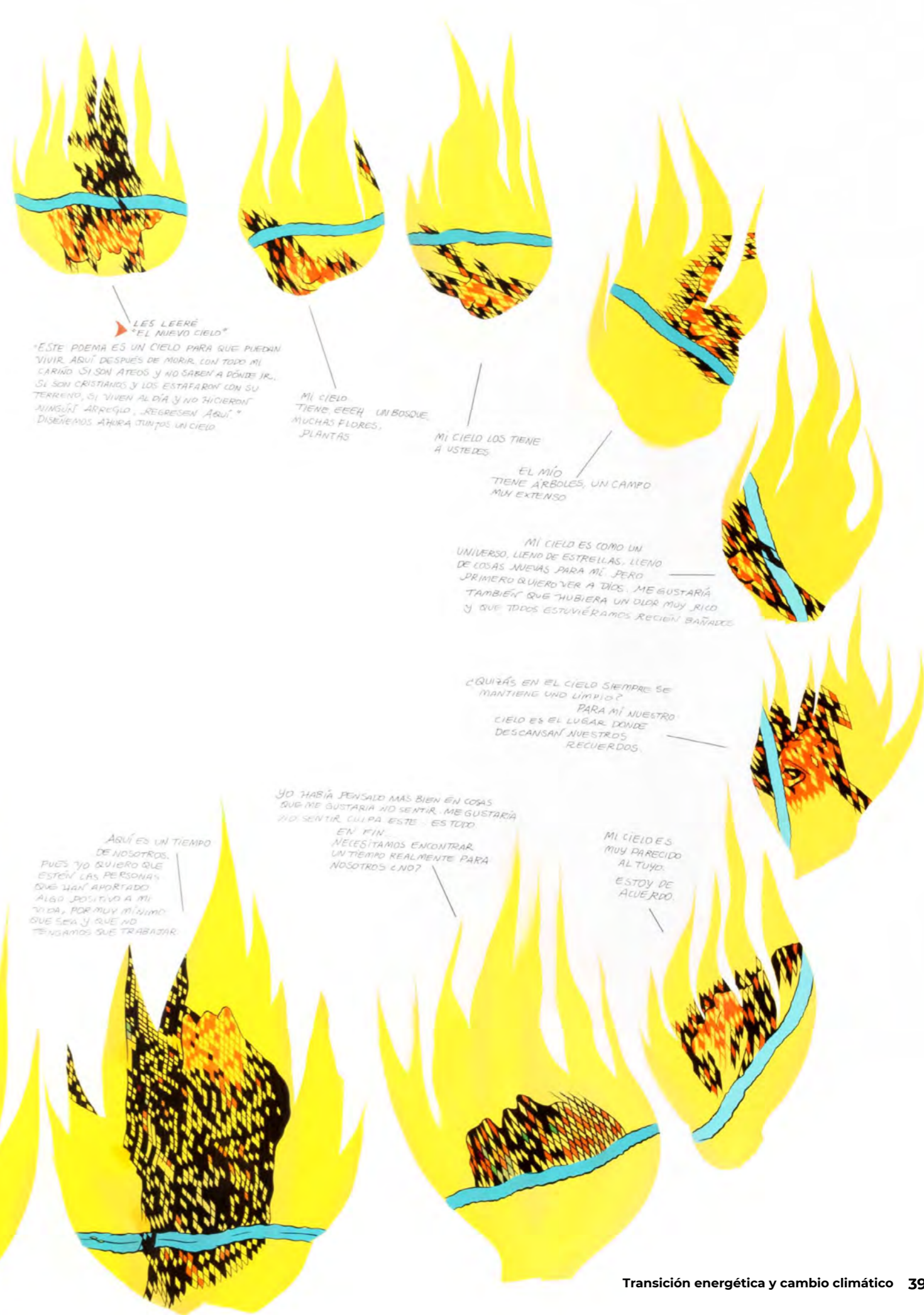
leza multidimensional, que –en breve y a riesgo de simplificar excesivamente esta idea– significa que la pobreza es consustancial a una serie de privaciones que no pueden explicarse sólo por el ingreso de los hogares.

Si la pobreza es un fenómeno multidimensional en el cual coexisten privaciones económicas y sociales, conlleva entonces una ontología holística: el todo precede a sus partes, es más que la suma de sus partes y no puede explicarse mediante el análisis de sus partes. Por ello, resulta improcedente analizar una dimensión específica de la pobreza –como la energética– con los mismos enfoques, teorías y métodos con los que se estudia la totalidad, ya que se estarían explicando dos realidades diferentes.

El principal argumento de los enfoques tradicionales es que la dimensión energética de la pobreza tiene características que hacen necesario su estudio particular, argumento retórico y pseudocientífico, ya que *de facto* se estaría otorgando una menor relevancia al resto de las dimensiones o, por el contrario, si les damos el mismo peso, tendríamos que analizar

SACAMOS
ESTA EN...
NOS FORI
REALMEN

EL REMEDIO
FUE LA
UN POCO



LES LEERÉ
"EL NUEVO CIELO"
"ESTE POEMA ES UN CIELO PARA QUE PUEDAN
"VIVIR AQUÍ DESPUÉS DE MORIR, CON TODO MI
"CARIÑO. SI SON ATÉOS Y NO SABEN A DÓNDE IR...
"SI SON CRISTIANOS Y LOS ESTAFARON CON SU
"TERRENO, SI "VIVEN AL DÍA Y NO "HICIERON"
"NINGUN ARREGLO, "REGRESAN AQUÍ."
"DISEÑEMOS AHORA JUNTOS UN CIELO

MI CIELO
TIENE EEEH UN BOSQUE,
MUCHAS FLORES,
PLANTAS

MI CIELO LOS TIENE
A USTEDES

EL MÍO
TIENE ÁRBOLES, UN CAMPO
MUY EXTENSO

MI CIELO ES COMO UN
UNIVERSO, LLENO DE ESTRELLAS, LLENO
DE COSAS NUEVAS PARA MÍ, PERO
"PRIMERO QUIERO VER A TÍOS, ME GUSTARÍA
"TAMBIÉN" QUE "HUBIERA UN OJAL MUY RICO
"Y QUE TODOS ESTUVIERAMOS RECIBIENDO BAÑAR

¿QUIRÁS EN EL CIELO SIEMPRE SE
MANTIENE UNO LIMPIO?
PARA MÍ NUESTRO
CIELO ES EL LUGAR DONDE
DESCANSAN NUESTROS
RECUERDOS.

YO HABÍA PENSADO MÁS BIEN EN COSAS
QUE ME GUSTARÍA NO SENTIR, ME GUSTARÍA
NO SENTIR CULPA ESTE... ES TODO.

EN FIN,
"NECESITAMOS ENCONTRAR
UN TIEMPO REALMENTE PARA
NOSOTROS ¿NO?"

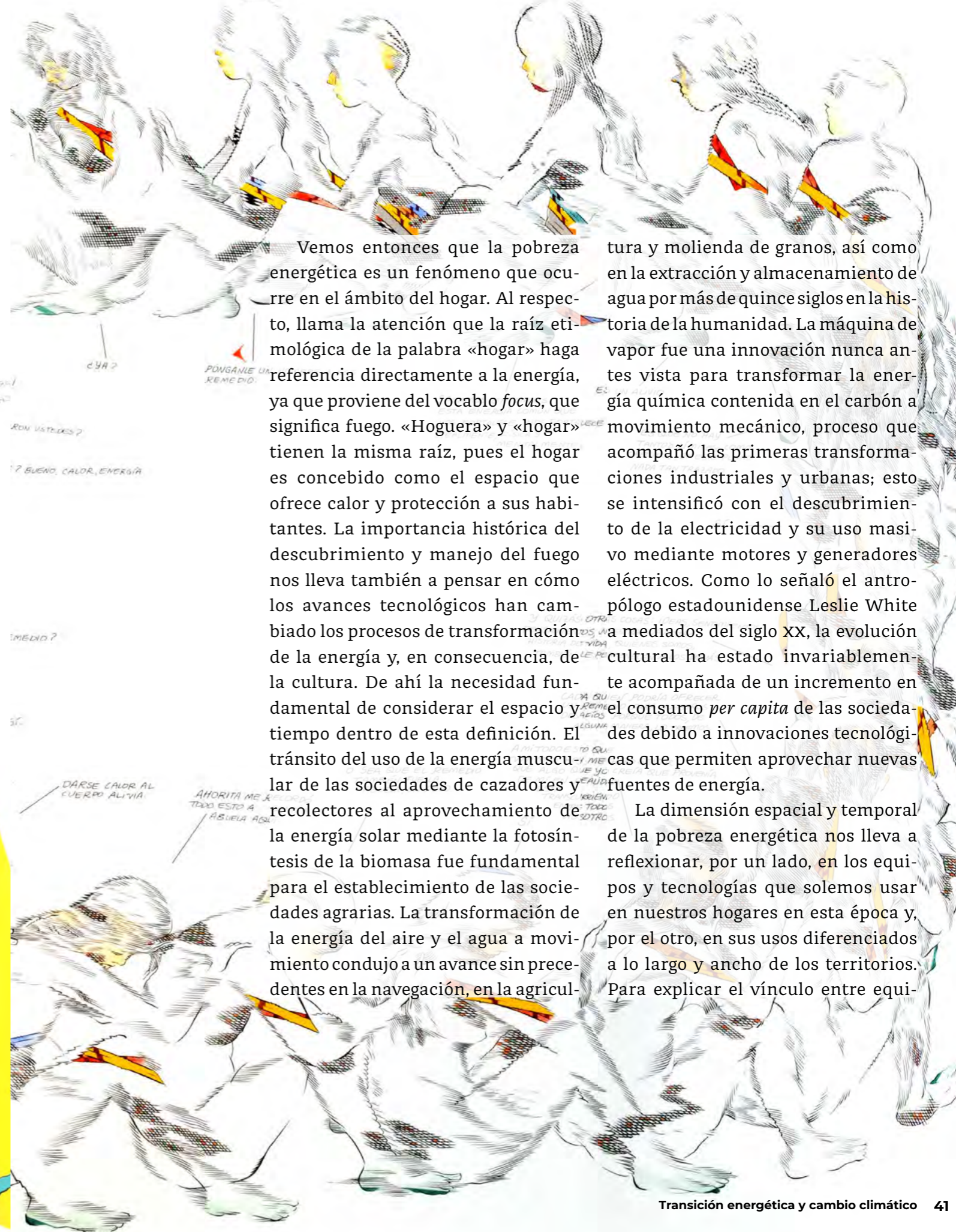
MI CIELO ES
MUY PARECIDO
AL TUYO.
ESTOY DE
ACUERDO.

AQUÍ ES UN TIEMPO
DE NOSOTROS.
PUES YO QUIERO QUE
ESTÉN LAS PERSONAS
QUE VAN APORTADO
ALGO POSITIVO A MI
VIDA, POR MUY MINIMO
QUE SEA Y QUE NO
TENAMOS QUE TRABAJAR.



por separado cada una de ellas. Ante esta situación, he desarrollado el enfoque de necesidades humanas para el estudio de la pobreza energética en México partiendo de una heurística que cuestiona la vaguedad teórica y conceptual de la sustentabilidad, debido a que es indispensable otorgar el mismo peso axiológico a las partes que conforman la tríada económica, social y ambiental. La dimensión social no tiene en la actualidad la misma relevancia que las otras dos. Los discursos políticos –y muchos argumentos científicos– han otorgado una preponderancia demagógica a lo económico y ambiental en detrimento del ser humano. Y digo «demagógica» porque es obvio que no se han alcanzado los objetivos establecidos.

Propongo la siguiente definición: pobreza energética es la situación que viven las personas, en su hogar, cuando se ven privadas de los equipos y bienes económicos que culturalmente se consideran básicos o necesarios, en un espacio y tiempo determinados, para contar con los servicios energéticos que satisfacen las necesidades humanas.



Vemos entonces que la pobreza energética es un fenómeno que ocurre en el ámbito del hogar. Al respecto, llama la atención que la raíz etimológica de la palabra «hogar» haga referencia directamente a la energía, ya que proviene del vocablo *focus*, que significa fuego. «Hoguera» y «hogar» tienen la misma raíz, pues el hogar es concebido como el espacio que ofrece calor y protección a sus habitantes. La importancia histórica del descubrimiento y manejo del fuego nos lleva también a pensar en cómo los avances tecnológicos han cambiado los procesos de transformación de la energía y, en consecuencia, de la cultura. De ahí la necesidad fundamental de considerar el espacio y tiempo dentro de esta definición. El tránsito del uso de la energía muscular de las sociedades de cazadores y recolectores al aprovechamiento de la energía solar mediante la fotosíntesis de la biomasa fue fundamental para el establecimiento de las sociedades agrarias. La transformación de la energía del aire y el agua a movimiento condujo a un avance sin precedentes en la navegación, en la agricul-

tura y molienda de granos, así como en la extracción y almacenamiento de agua por más de quince siglos en la historia de la humanidad. La máquina de vapor fue una innovación nunca antes vista para transformar la energía química contenida en el carbón a movimiento mecánico, proceso que acompañó las primeras transformaciones industriales y urbanas; esto se intensificó con el descubrimiento de la electricidad y su uso masivo mediante motores y generadores eléctricos. Como lo señaló el antropólogo estadounidense Leslie White a mediados del siglo XX, la evolución cultural ha estado invariablemente acompañada de un incremento en el consumo *per capita* de las sociedades debido a innovaciones tecnológicas que permiten aprovechar nuevas fuentes de energía.

La dimensión espacial y temporal de la pobreza energética nos lleva a reflexionar, por un lado, en los equipos y tecnologías que solemos usar en nuestros hogares en esta época y, por el otro, en sus usos diferenciados a lo largo y ancho de los territorios. Para explicar el vínculo entre equi-

pos, servicios de energía y necesidades humanas, he tomado las categorías fenomenológicas propuestas por el filósofo estadounidense Charles Sanders Peirce. Estas categorías nos permiten comprender la naturaleza ontológica de la pobreza energética, es decir, qué es ser pobre en energía. Retomando el enfoque de desarrollo a escala humana que, en la década de 1980, propuso el economista chileno Manfred Max-Neff, resumo en la figura 1 los principales supuestos teóricos del enfoque de necesidades humanas de la pobreza energética.

La *primeridad* es una categoría ligada ineludiblemente a nuestra realidad material, física y biológica, y es la que explica el carácter absoluto o invariable de las necesidades humanas. La *segundidad* se refiere a la reacción que tenemos como seres humanos para protegernos ante cualquier amenaza por medio de los servicios que brinda la energía. La forma como reaccionamos se actualiza temporalmente, es una suerte de actividad humana contenida y explicada por la *terceridad*, lo cual implica ya pensamiento, idea, ideología, cultura, y se

expresa empíricamente en nuestros patrones de consumo energético, así como en nuestras preferencias entre un dispositivo y otro.

Con estos supuestos teóricos estudiamos la pobreza energética en las nueve entidades de la región norte de México: Baja California, Baja California Sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas. En esta investigación, financiada por el Conahcyt, implementamos una estrategia metodológica que incluyó un análisis estadístico y geográfico del equipamiento energético en los hogares, con base en fuentes secundarias proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. También aplicamos métodos cualitativos, como entrevistas y grupos focales, para conocer la percepción de las personas sobre el uso del equipamiento energético en sus hogares. Aplicando métodos de estadística multivariada, como análisis clúster y análisis de correspondencias múltiple, de los cerca de 28.5 millones de personas que conforman el total de la población en esta región, identificamos 34 grupos que organi-

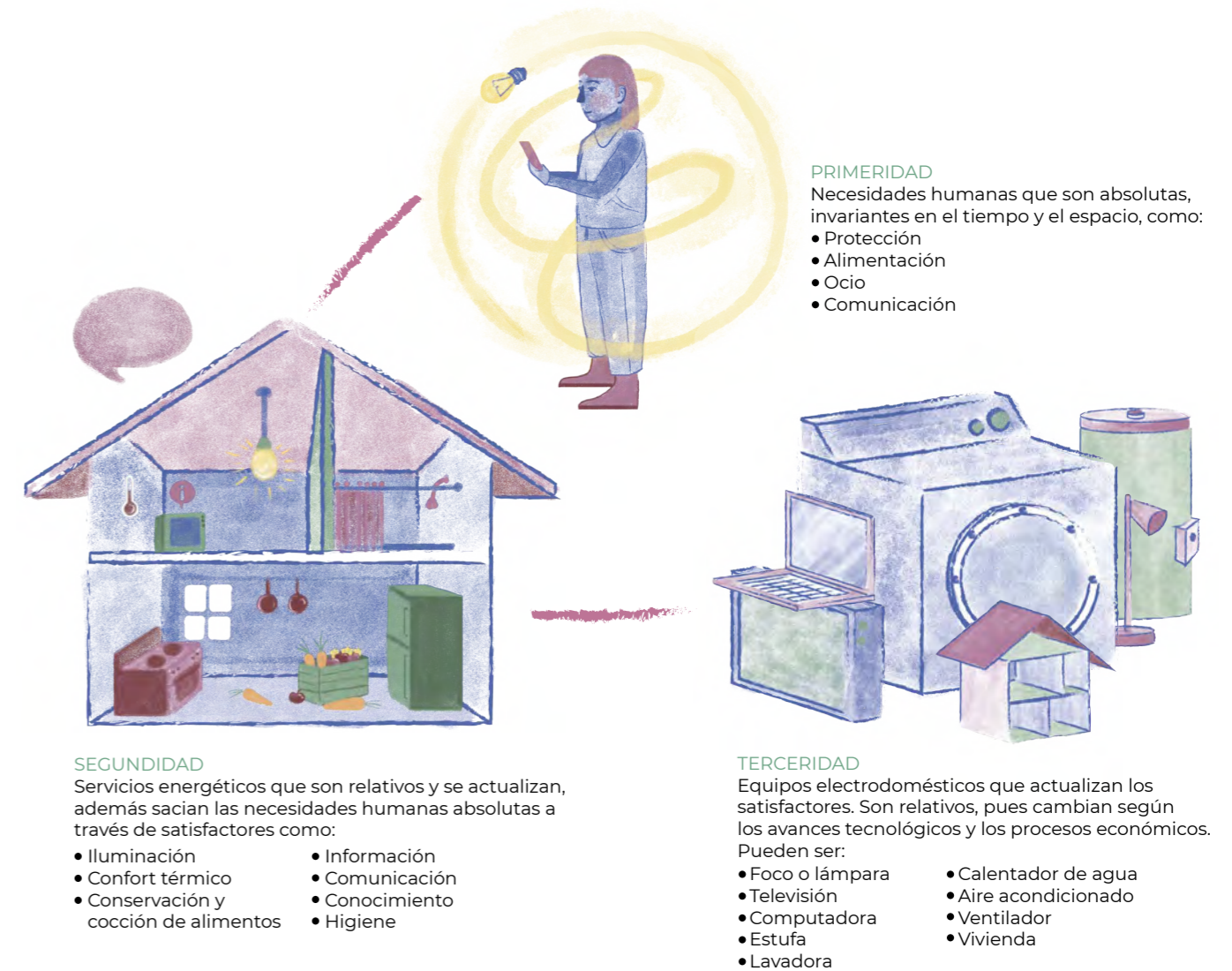


Figura 1. Esquema ontológico de la pobreza energética.

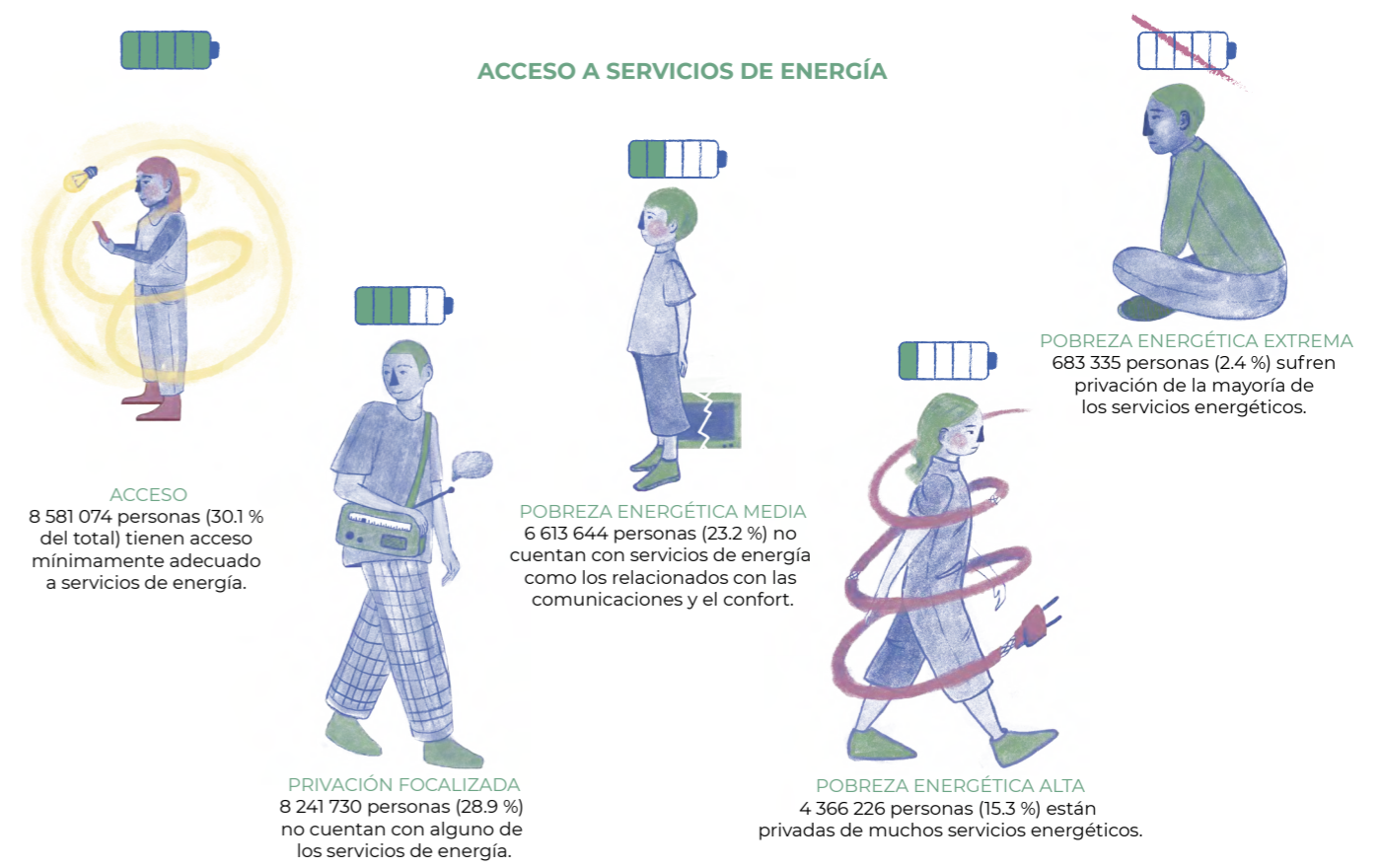
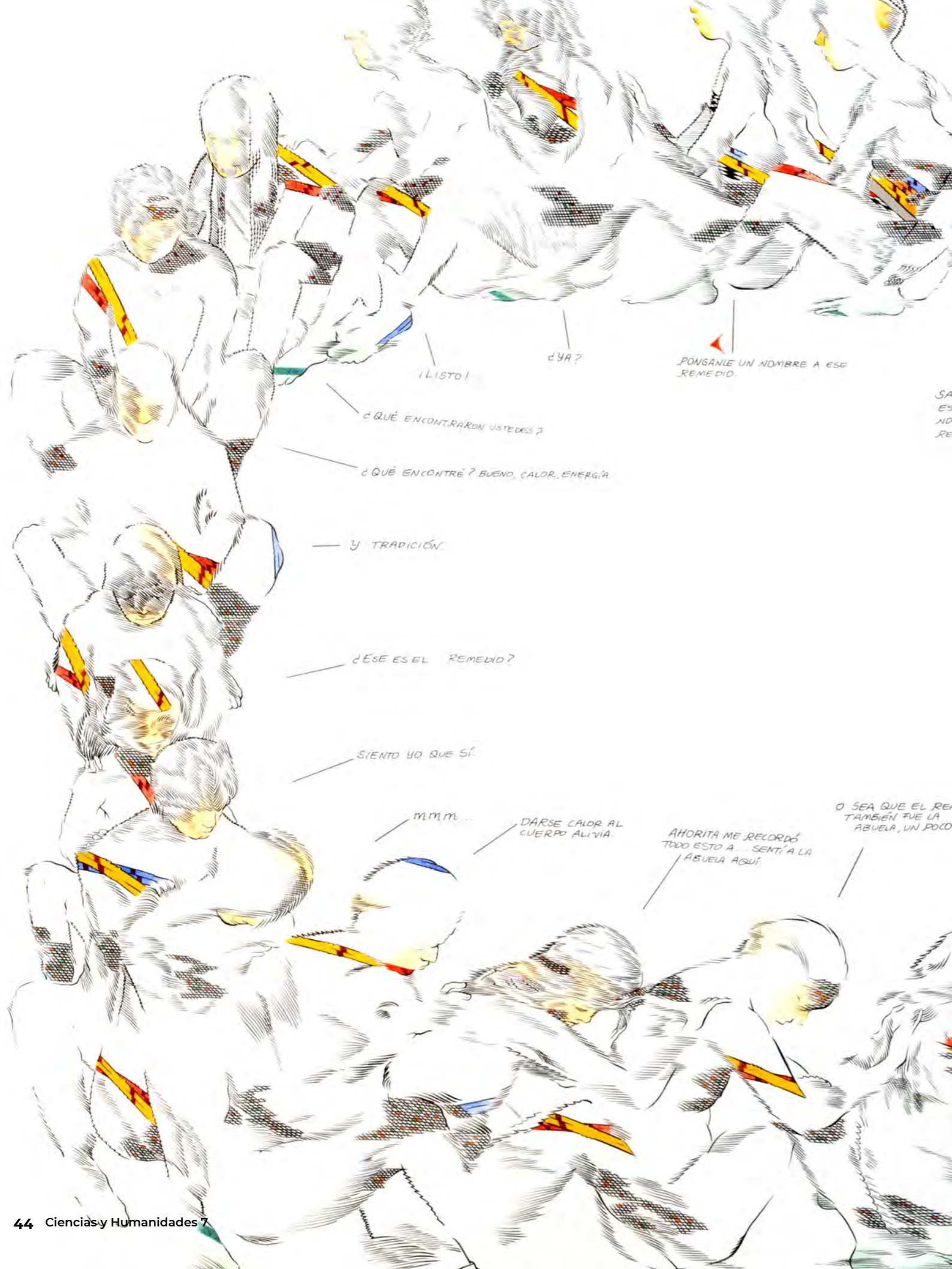


Figura 2. Niveles de acceso a los servicios de energía en el norte de México.

zamos en cinco grandes categorías (Figura 2).

Ante esta evidencia empírica considero importante estudiar el vínculo entre energía, desarrollo y medio ambiente con una visión más realista desde la trinchera científica en México. En primer lugar, se comprueba la inoperancia conceptual de considerar el acceso a la energía como el indicador clave en nuestro tema en

cuestión. Si nos remitimos al caso mexicano, el 99.3% de la población tiene acceso a la electricidad en sus viviendas; es decir, casi alcanzamos el acceso universal, pero una gran proporción de habitantes vive en pobreza energética.

Si lo que buscamos es alcanzar un verdadero desarrollo sustentable, además de reducir las emisiones y dejar de invertir tiempo y recursos en

la búsqueda de un crecimiento económico abstracto desvinculado del bienestar social, deberíamos diseñar e implementar acciones concretas para que la mayoría de la población tenga acceso a los servicios que brinda la energía. Por eso, insisto, la pobreza energética puede convertirse en un tema que fortalezca la dimensión social de la sustentabilidad del desarrollo en México.

En segundo lugar, la pobreza energética es una línea de investigación que debe vincularse con otras líneas inherentes al estudio de la relación entre energía, desarrollo y medio ambiente. Pese a las ventajas de la especialización teórica, considero necesario pensar en estrategias epistemológicas diferentes que reconozcan una ontología eminentemente sistémica. Una estrategia de esta naturaleza nos permitiría conocer a mayor profundidad los vínculos entre transición y pobreza energética con desarrollo económico y social. El Programa Nacional Estratégico Energía y Cambio Climático impulsado por el Conahcyt es un primer paso en esta dirección.

Por último y con base en el punto anterior, la propuesta teórica y metodológica que acabo de resumir requiere de un mayor esfuerzo interdisciplinario. La sociología y antropología pueden generar conocimiento más preciso sobre las preferencias de la población respecto a satisfactores y equipamiento energético en distintos territorios y comunidades. La economía energética cuenta con un marco teórico y metodológico sólido para investigar el potencial técnico y económico de la generación distribuida con energías renovables, así como con el estudio comparativo de escenarios para reducir la pobreza energética. Las distintas ramas de la ingeniería, así como la física, pueden aportar conocimiento preciso sobre nuevos materiales e innovaciones en tecnologías renovables y eficiencia energética.

Éstas son algunas propuestas que, si se trabajan adecuadamente, pueden lograr que la ciencia en México contribuya a que los procesos de producción y consumo de energía operen a favor de un desarrollo económico y social equitativo, en armonía con el medio ambiente.





Generación distribuida comunitaria

Regina Ortiz Zamora
Plataforma Nacional Energía,
Ambiente y Sociedad.

Hablar de energía, en particular de energía eléctrica, es abordar un tema con múltiples intersecciones; en él se entrecruzan problemáticas tecnológicas, legislativas, económicas, sociales, culturales y políticas. Lamentablemente, las discusiones al respecto están cada vez más atomizadas, pues carecen de perspectivas multidisciplinarias y de análisis robustos que se complementen entre sí con miras a lograr una gestión justa del recurso. Tal perspectiva es indispensable para minimizar los impactos ambientales y sociales que conllevan los procesos asociados con la cadena de generación, transformación, distribución y usos de la energía eléctrica.

Para empezar, aclaremos a qué nos referimos con «energía» y «electricidad». La energía podemos pensarla como una propiedad cuantitativa transferida entre «cuerpos» o sistemas físicos. Este intercambio permite a los sistemas realizar trabajo al interactuar entre sí, transformando su tamaño, temperatura o velocidad, entre otras propiedades. En particular, la electricidad es una forma de energía que surge a partir del movimiento de las cargas eléctricas. A pesar de arduos estudios al respecto, la ciencia no ha terminado de comprender los fenómenos eléctricos ni la tecnología ha alcanzado su última frontera. Además de investigar el fenómeno físico, cualquier planeación del sector eléctrico requiere de análisis pormenorizados de los fenómenos sociales y económicos que establecen las dinámicas de demanda de electricidad que necesitamos atender. No basta con desarrollar tecnologías cada vez más eficientes para transformar y distribuir la energía eléctrica si se implementan en regiones donde resulten problemáticas por

sus características sociales y ambientales. Tampoco debemos olvidar quiénes se benefician de la comercialización de la energía a partir de estos avances y quiénes terminan asumiendo los costos asociados.

La industria eléctrica mexicana

A partir de su aparición en 1879, el sector eléctrico en México ha pasado por múltiples etapas de regulación y redistribución de su gestión. La primera se caracterizó por el control privado de todos los procesos hasta la década de 1930; después, de 1934 a 1959, hubo un esquema mixto del servicio público con la creación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE); la energía eléctrica se nacionalizó como servicio público en 1960 y, finalmente, hubo un periodo de reapertura a la participación privada en actividades que no fueran parte del servicio público, a partir de varias reformas a la Ley de Servicio Público de la Energía Eléctrica en 1983 y 1992 (Palacios, en prensa) que culminaron con la entrada en vigor de la Ley de la Industria Eléctrica en 2014 y la Ley de Transición Energética en 2015. A todas ellas se suma la propuesta de reforma de la administración actual.

En relación con el tema que nos ocupa en este artículo, la Ley de la Industria Eléctrica (LIE, 2014) estableció la figura de *generación distribuida* (GD), definida como «la generación de energía eléctrica realizada por un generador exento en una central eléctrica interconectada a un circuito de distribución que contenga una alta concentración de centros de carga». Un generador exento es aquel cuyas

centrales eléctricas tienen una capacidad instalada (CI) menor de 0.5 MW. Éstas pueden conectarse a la Red Nacional de Transmisión o las Redes Generales de Distribución para la venta de excedentes y la compra de faltantes, siempre y cuando se celebre el contrato de interconexión correspondiente.

La primera solicitud de interconexión de esta modalidad se realizó en 2007. A partir de entonces se han registrado 300 624 contratos de interconexión de centrales eléctricas con CI menor de 0.5 MW, lo que da un total de 2307.41 MW de CI, aproximadamente el 2.67% de la CI nacional, que incluye todas las formas de generación de energía eléctrica. De esta modalidad, la tecnología solar fotovoltaica es por mucho la de mayor presencia, con 2290.58 MW de CI (99.27% del total instalado por generadores exentos) y 300 386 contratos.

Participar en la generación distribuida

La GD fotovoltaica ha sido cada vez más reconocida como un mecanismo de generación de energía con beneficios ambientales, sociales y económicos en comparación con mayores escalas de producción y otro tipo de tecnologías, y sobre todo en contraste con las que dependen más directamente de la combustión de hidrocarburos. Desde la perspectiva estatal, la GD representa un beneficio, debido a que permite reducir el pago de subsidios para diferentes tarifas, entre ellas las domésticas, las cuales por su nivel de consumo son candidatas ideales para la instalación de estos sistemas. Por parte de los generadores, resulta un



ahorro significativo al promediar el costo de instalación a lo largo de la vida útil del equipo. El ahorro proyectado ha tendido al incremento con el abaratamiento de esta tecnología, si bien la disminución de los costos se ha ralentizado al comenzar a escasear los recursos necesarios para su fabricación. Además, los generadores de energía a partir de recursos renovables cuentan con diversos incentivos fiscales.

Por ahora, a pesar de sus múltiples beneficios, el costo inicial sigue siendo elevado para la mayoría de los hogares y las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes), por lo que impulsar diferentes proyectos respaldados por instrumentos como el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Fotese) y el Fideicomiso para el Ahorro de la Energía Eléctrica



(Fide) es fundamental para financiar la inversión inicial. A través de estos mecanismos se busca convertir el subsidio actual de electricidad residencial en parte de los fondos que los usuarios, en un esquema de arrendamiento, requerirían para instalar medidas de eficiencia energética y techos solares con la capacidad suficiente para satisfacer sus necesidades actuales e incluso generar un volumen adicional para vender a la red (ICM, 2017). Por otro lado, estos instrumentos facilitan que las mipymes obtengan créditos financieros para adquirir sistemas de paneles solares fotovoltaicos que puedan cubrir sus necesidades eléctricas. Las primeras etapas de desarrollo de programas como CSOLAR u Hogares Solares han sido exitosas, aunque existe aún mucho espacio para mejorar y dichos programas deben ir de la mano del desarrollo de un mercado laboral de calidad para quienes innoven, instalen y den mantenimiento a estos sistemas.



En todo caso, no debemos perder de vista el hecho de que la incorporación de sistemas de GD a la estructura doméstica, comercial y empresarial a pequeña escala permite a la población participar en la producción de energía como un recurso fundamental para garantizar una mayor calidad de vida. Además, incide directamente en los esfuerzos ambientales pues, en comparación con la generación a partir de hidrocarburos, representa, en cierta medida, una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Retos y contradicciones por atender

Algunos obstáculos requieren de nuestra atención. Por ejemplo, la cadena productiva de los componentes de estos sistemas sigue dependiendo de procesos altamente contaminantes, como la extracción de metales y minerales raros. Además, fuentes como la solar o la eólica, por su baja «densidad energética», requieren más metros cuadrados de superficie para generar la misma cantidad de energía que otras tecnologías, lo cual ha provocado conflictos territoriales en distintas regiones del país (Ávila *et al.*, 2021). Por otro lado, a pesar de ser una producción a pequeña escala, el rango de 0.5 MW es aplicable desde proyectos residenciales hasta instalaciones industriales que se benefician de las facilidades otorgadas a este mecanismo, a la vez que le cargan la mano al Sistema Eléctrico Nacional, pues requieren servicios conexos a los cuales no aportan.



Un reto más se relaciona con las unidades usadas para medir la energía y potencia, ya que no son necesariamente intuitivas, y la falta de claridad puede llevar al desarrollo de políticas públicas bien intencionadas pero poco prácticas. Por ejemplo, cuando hablamos de CI, la unidad de medida es el watt, con sus múltiplos en miles (kW) y millones (MW), que nos indican la energía que una planta puede generar por segundo. En cambio, para hablar de consumo –como en el caso de los recibos de luz bimestrales emitidos por la CFE– las unidades son kilowatts-hora (kWh), que es la medida de energía consumida durante un cierto periodo. Por ejemplo: un panel solar de 300 W tiene la capacidad de generar en una hora la energía que necesitaría un electrodoméstico de 300 W para estar prendido durante esa misma hora, pero si queremos utilizar un microondas de 500 W, aunque sólo sea unos minutos, durante ese tiempo será necesario completar los 200 W faltantes de potencia con otro panel, con la energía almacenada en una batería o con la red pública. Si el sistema de GD fotovoltaico tiene baterías, la energía generada en momentos de alta irradiación solar se puede aprovechar posteriormente, pero por su naturaleza intermitente requiere de una «sobreinstalación» para que lo generado a lo largo del día equivalga a lo que se consuma, aunque cada proceso ocurra en momentos distintos.

Con relación a esto último, para un hogar con un consumo bimestral de 216 kWh podría estimarse un promedio de 3.6 kWh al día, los cuales, en teoría, podrían generarse si se tuviera una instalación que produzca 150 Wh las 24 horas. No obstante, es necesario considerar que los

periodos de irradiación máxima son limitados, además de que coinciden con las horas en las que menos iluminación eléctrica se requiere. Asimismo, hay intervalos largos en los que se genera muy poco o nada de energía. Para satisfacer esta demanda, se necesita una instalación cuya potencia en las horas pico sea tal que logre balancear su inoperabilidad el resto del tiempo; es decir, tiene que poder generar más de los 150 Wh mencionados para contrarrestar las horas en que las que no se genere energía eléctrica. Éstas son algunas de las limitaciones técnicas y físicas que deben contemplarse a la hora de plantear una «transición» a fuentes renovables de baja escala, pues se sigue dependiendo de plantas de respaldo para abastecerse de energía cuando las primeras no la están generando con suficiencia, además de requerir de los servicios conexos que las plantas de respaldo ofrecen, como regulación de voltaje y supresión de picos. A lo anterior se suman dos hechos:

- 1 La infraestructura para almacenar la energía en horas pico sigue estando subdesarrollada.
- 2 A pesar de la altísima radiación solar en casi todo el territorio mexicano, no toda puede transformarse por completo en energía eléctrica, pues los paneles tienen una eficiencia que va del 20% al 50%.

Un futuro con energía justa

El impulso a la GD es un complemento al abanico de adaptaciones que requiere el Sistema Eléctrico Nacional con el fin de garantizar el acceso a la energía eléctrica como



un derecho instrumental para el acceso a otros derechos. Por este motivo, es fundamental seguir construyendo herramientas de políticas públicas que refuercen el papel de la GD como instrumento de mejora comunitaria; es decir, que se plantee la generación y el almacenamiento de electricidad a pequeña escala como un proceso a través del cual las comunidades en sus hogares y espacios de trabajo puedan participar en la construcción de un bien público con miras a garantizar su acceso a la energía. Además de aligerar los costos asociados al servicio, la GD de fuentes renovables implica una participación activa en la reducción de emisiones de GEI y la ampliación de un mercado laboral local para atender regionalmente los requerimientos de los sistemas.

En este proceso, será imprescindible que se consideren los debates en torno a las concesiones de recursos primarios necesarios para desarrollar la infraestructura eléctrica. A su vez, se debe abogar por replantear el umbral de CI establecido para generadores exentos, con el objetivo de garantizar que sea un mecanismo cuyas facilidades lleguen a los sectores que más lo requieren y que las industrias operen verdaderamente bajo esquemas regulados de acuerdo con la naturaleza de sus operaciones. Estos esfuerzos deben ir acompañados de cambios en la cultura del uso de la energía, de legislación en contra de la obsolescencia programada, de programas que ayuden a garantizar la eficiencia energética de nuestros equipos y de acciones más amplias para implementar vivienda popular de modo que desde su construcción se facilite esta instalación.

El acceso y uso de la energía es un vector de desarrollo humano y, como tal, debe convertirse en un tema de dominio público, informado y común (Palacios, 2020). Como dice Pablo Bertinat: «desfosilizar, desprivatizar, desconcentrar, descentralizar, desmercantilizar, democratizar es el trabalengua a resolver» (Bertinat, 2016, p. 15). Continuar desarrollando GD, teniendo como eje central el bienestar de las comunidades y haciendo posible la gestión de la energía desde ellas, es una forma de contribuir a esta hazaña.

Referencias

- Ávila, S., Deniau, Y., Sorman, A. H. y McCarthy, J. (2021). (Counter) mapping renewables: Space, justice, and politics of wind and solar power in Mexico. *Environment and Planning E: Nature and Space*, 5(3), 1056-1085. <https://doi.org/10.1177/25148486211060657>
- Bertinat, P. (2016). *Transición energética justa. Pensando la democratización energética*. Friedrich-Ebert-Stiftung. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/uruguay/13599.pdf>
- Iniciativa Climática de México [ICM]. (2017). *Análisis de Costo Beneficio del Programa Bono Solar Fase 1*. <https://www.iniciativaclimatica.org/wp-content/uploads/2018/04/Bono-Solar-ICM.pdf>
- Ley de la Industria Eléctrica [LIE]. (2014). Decreto por el que se expiden la Ley de la Industria Eléctrica, la Ley de Energía Geotérmica y se adicionan y reforman diversas disposiciones de la Ley de Aguas Nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, 11 de agosto.
- Palacios, R. (2020). ¿Cuál transición energética? *América Latina en Movimiento*, 550, Año 44, segunda época, octubre, edición digital, 23-25.
- _____ (en prensa). Evolución de la legislación de la industria eléctrica. En L. Ferrari, O. Maser y A. Straffon (coords.), *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México*. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías/ Fondo de Cultura Económica.



Sandra Rátiva-Gaona

Instituto de Ciencias Sociales y
Humanas «Alfonso Vélaz Pliego»,
Benemérita Universidad
Autónoma de Puebla.

Daniela Rátiva-Gaona

Tianguis Alternativo de Puebla.

Pensar la energía desde el feminismo

El patriarcado es una forma de configuración del mundo que no se reduce a un problema de hombres y mujeres, es una forma de estructurar relaciones sociales, instituciones, economías y creencias (Federici, 2015; Fortunati, 2019). En este sentido, preguntarse por la crisis energética actual a la luz de los planteamientos que han surgido desde el feminismo en los últimos 40 años resulta, al menos, esclarecedor. El modelo energético actual no sólo reproduce dinámicas de acumulación de capital a escala mundial (Fernández Durán y González Reyes, 2014; Bertinat, 2016) y ha generado relaciones de dominación colonial de los países del Norte Global sobre economías dependientes desde el Sur Global, sino que ha producido, de forma sistemática, degradaciones ambientales y sociales sobre pueblos indígenas, afrodescendientes y comunidades rurales, así como sobre sus territorios, al producir zonas de sacrificio y graves secuelas de racismo ambiental que hacen del modelo energético el mejor ejemplo de colonialismo a escala internacional (Fernández Durán y González Reyes, 2014; Ávila, 2020).

Además de este complejo entramado colonialista, el modelo energético ha amplificado las desigualdades entre hombres y mujeres, ha producido un acceso diferencial a los usos y consumos de la matriz energética actual y, sobre todo, ha promovido un imaginario basado en valores

masculinos, individualizantes, competitivos y misántropos.

Brechas laborales y educativas

El feminismo de la igualdad busca que las mujeres tengan las mismas condiciones que los hombres (mismos derechos, mismos pagos, mismos cargos y mismos reconocimientos) y aspira, por ende, a la igualdad entre hombres y mujeres sin cuestionar el carácter de las condiciones mismas (Sendón de León, 2002). Desde el feminismo de la igualdad, el señalamiento más visible y más común es que el mundo de la energía es habitado y trabajado fundamentalmente por hombres. En México, las mujeres ocupan cargos de forma mayoritaria en los sectores de educación y salud (63.9%), es decir, trabajos de cuidados. Por el contrario, los hombres son mayoría en los sectores de transformación (62%), actividades extractivas (84%) y transporte (86.4%) (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2022), es decir, los trabajos que se consideran «productivos» y no reproductivos.

En el nivel superior de educación, en áreas asociadas a la energía, hay una brecha enorme de acceso para mujeres. En el periodo 2021-2022, teniendo en cuenta todas las áreas de conocimiento, el 56% de quienes se titularon son mujeres y sólo el 44% son hombres. Sin embar-



go, al enfocarnos únicamente en las ingenierías, el porcentaje de mujeres tituladas se reduce al 28% y el de los hombres aumenta al 72%. Esto nos muestra con claridad la brecha que existe en el acceso a la educación en ingenierías y el área denominada Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM) para las mujeres (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2022).

En consecuencia, al ser muchas menos las mujeres en los espacios educativos orientados al sector energético, son muy pocas las que pueden acceder a trabajos en dicha materia, así como a los espacios de toma de decisiones y de discusiones estratégicas del sector (Ley y Centeno, 2020). En Colombia, por ejemplo, la participación de las mujeres en cargos de gobierno asociados al sector minero-energético sólo alcanza el 19.4%; el 25.5% en energía eléctrica; el 14.5% en hidrocarburos; y el 18.5% en minería (Botello *et al.*, 2021, p. 36). Esto no sólo constituye un problema de representatividad o de paridad en el sector, sino que, de fondo, configura un escenario definido por experiencias y formas de comprensión masculinas que atraviesan la economía entera. Que las mujeres no participen en el sector no es sólo un problema de acceso a empleos estables y bien remunerados, es un problema de comprensión de la economía en sí misma: las experiencias de vida de las mujeres

no configuran el diseño del sector energético, y no son siquiera pensadas, lo cual descarta posibles soluciones a las opresiones y violencias que se ejercen contra los cuerpos feminizados, además de excluir intuiciones y saberes devenidos de la experiencia diferencial de las mujeres. Esta brecha entonces no es sólo laboral, es profundamente epistémica.

Usos y consumos diferenciales

Como segunda clave, debemos hacer notar que hay un gran vacío de información respecto a los consumos de energía, y lo que no se nombra no existe. Muchos de los indicadores del sector energético no tienen información detallada, suficiente y satisfactoria sobre los consumos diferenciados de hombres y mujeres. Tampoco hay enfoques diferenciales del consumo de otro tipo de poblaciones, como pueblos indígenas, afrodescendientes, comunidades rurales dispersas, migrantes y personas que habitan sus territorios de formas colectivas y no necesariamente monoparentales, por ejemplo. En lo que concierne a la información sobre los consumos diferenciados de hombres y mujeres, esta escasez es el resultado de una visión patriarcal que privilegia la experiencia masculina: en el caso de las encuestas en viviendas, se asume la existencia de una familia monoparental, se privilegia la voz

del jefe de hogar que, en caso de ser varón, silencia a la mujer, y se evita tener información detallada sobre otro tipo de experiencias al interior de la unidad de análisis. En este sentido, producir información diferencial es uno de los primeros retos que el sector y los gobiernos deben asumir para enfrentar la crisis energética en ciernes. A partir de los datos disponibles, compartimos algunas reflexiones sobre la importancia de los enfoques diferenciales en torno a la energía.

En el sector transporte, además de ser uno de los que tiene mayores consumos totales tanto en América Latina como a escala global, las mujeres usamos de una manera diferencial la energía. Conforme al censo de 2020 en México, las mujeres se mueven en transporte público y caminando un 10% más que los hombres, quienes pueden acceder con mayor facilidad a autos particulares o bicicletas (INEGI, 2020). Más importante aún, las mujeres hacemos un 50% más de viajes no productivos durante el día, es decir, asociados a labores de cuidado: acompañar a alguien, hacer trámites y comprar comida (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano e Instituto Nacional de las Mujeres, 2022). Lo anterior implica que las mujeres ocupamos más tiempo y con mayor frecuencia el transporte público, donde las agresiones sexuales y el acoso aumentan la percepción de inseguridad y

la imposibilidad de apropiación del espacio público. Además de este consumo diferencial del transporte público, el acceso a vehículos particulares es más difícil para las mujeres; en la economía doméstica suelen ser los hombres quienes usan y se apropian del automóvil familiar porque, una vez más, se privilegian las actividades productivas sobre las reproductivas.

En este sentido, las políticas públicas encaminadas a mejorar la eficiencia energética en el sector transporte o a disminuir el uso del vehículo particular deben generar mecanismos que eliminen de manera contundente todas las formas de violencia hacia las mujeres en el transporte público, al incorporar una perspectiva de socialización del cuidado y del bien general, que en este asunto particular implica a las mujeres y a las personas cuidadoras, y, por último, asumir que una solución social y ambientalmente justa no es la proliferación del vehículo particular —eléctrico o no—, sino la fuerte inversión en y transformación de los sistemas de transporte público.

Otra ventana desde la cual es posible comprender la relevancia de los enfoques diferenciales es el consumo de biomasa en el ámbito rural, donde por razones culturales, pero también económicas y ecosistémicas, la leña es fundamental para labores de cocción de alimentos y generación de calor en condiciones de frío. Si

Ecofeminismo

La tercera clave proviene del ecofeminismo, desde una perspectiva que busca visibilizar tres tipos de relaciones:

- 1 Las relaciones de cuidado que garantizan la reproducción de la vida humana y que han sido configuradas como fuente de injusticia y desigualdad no sólo entre hombres y mujeres, sino entre países del norte y del sur (Mies, 2019).
- 2 Las relaciones de interdependencia que sustentan la vida humana y no humana –con especies compañeras– (Gutiérrez Aguilar y Navarro Trujillo, 2019; Haraway, 2019; Herrero, 2016).
- 3 Las relaciones de ecoddependencia entre el sistema climático, hidrológico, geológico, con las diversas especies vegetales, fúngicas y protozoarias para tener el sistema planetario que ha sido la base material de la vida que conocemos.

La ecoddependencia y la interdependencia deberían ser la base de la organización social y política de la especie humana. Sin embargo, la falta de conciencia en este sentido nos ha llevado a una crisis civilizatoria (Grupo de Estudios Transdisciplinarios sobre Energía y Cam-

bio Climático, 2021) que se manifiesta como crisis energética, climática, hídrica, migratoria, familiar y una amplia crisis de la reproducción social.

A lo largo del artículo hemos mostrado cómo el trabajo de cuidados que realizan principalmente las mujeres es invisibilizado o subvalorado en un mercado laboral que prioriza el trabajo productivo. Esto no sólo ocasiona desigualdades en el ámbito profesional del gran sector energético, sino que tiene implicaciones en diferentes ámbitos de la vida social. La configuración de la economía, de las instituciones y del modelo energético es un reflejo de un modelo de acumulación de capital que depende tanto de la explotación y destrucción de los ecosistemas como de la explotación de la fuerza de trabajo precarizada, fundamentada en una cultura androcéntrica que pone lo masculino –y valores asociados a la masculinidad, como la riqueza– en el centro de la vida social.

Cuando entendamos que hay un marco simbólico androcéntrico, donde los valores sociales premiados son la fuerza, la potencia y la velocidad, términos asociados a la definición técnica de energía, la cual permitió y permite consolidar un modo de producción, comprenderemos que ahí también hay una creencia profunda que configura las formas de organización social y el modelo de gestión de la energía. Al estar basa-



das las relaciones de acumulación en la dominación y el poder, la acumulación de energía implica la acumulación de poder (Fernández y Reyes, 2014), y hoy lo que tenemos es un modo de producción capitalista donde la acumulación es exponencial. En este sentido, hay una relación directa entre este marco simbólico androcéntrico, que genera desigualdad a partir de la diferencia, y el modelo de producción y acumulación de energía (Rátiva-Gaona, 2020).

Poner la vida en el centro

¿A qué nos referimos con poner la vida en el centro? A mover los esfuerzos sociales, es decir, las instituciones, los fondos públicos, las investigaciones, el tiempo y el trabajo colectivo para transformar también este marco simbólico androcéntrico y convertirlo en un marco simbólico que reconozca y socialice el trabajo de cuidados, potenciando una transformación socioecológica basada en las condiciones de reproducción de la vida humana y no humana en contra de la destrucción y la degradación ecosistémica (Rátiva-Gaona, 2021). Por un lado, esto pasa por reconocer el trabajo de las mujeres y las labores de cuidados como elementos centrales de la reorganización social, de la energía y de los bienes comunes. Por el otro, requiere a su vez asumir la cooperación y la diferencia como patrones de armonización de las desigualdades actuales.

Referencias

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

(16 de noviembre de 2022). *Anuarios Estadísticos de Educación Superior*. <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>

Ávila, S. (2020). Hacia una ecología política de las energías renovables. *América Latina en Movimiento*, 550, Año 44, segunda época, octubre, edición digital, 1-4. <https://www.alainet.org/es/articulo/209579>

Bertinat, P. (2016). *Transición energética justa. Pensando la democratización energética*. Friedrich-Ebert-Stiftung. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/uruguay/13599.pdf>

Botello, S., Hernández, J., Martínez-Restrepo, S., Donguy, C. y Tafur Marin, L. (2021). *Estudio sectorial de equidad de género para el sector minero-energético*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Federici, S. (2015). *Calibán y la Bruja. Mujeres, cuerpo y acumulación originaria*. Tinta Limón/Pez en el Árbol/Labrando en Común.

Fernández Durán, R. y González Reyes, L. (2014). *En la espiral de la energía. Volumen I: Historia de la humanidad desde el papel de la energía (pero no solo)*. Libros en Acción/Baladre.

Fortunati, L. (2019). *El arcano de la reproducción: amas de casa, prostitutas, obreros y capital* (J. Mondaca, trad.). Traficantes de Sueños.

Grupo de Estudios Transdisciplinarios sobre Energía y Cambio Climático. (2021). Crisis civilizatoria y límites biofísicos al capitalismo: declive del petróleo convencional, socavamiento del Sistema-Tierra y transición socioecológica. En C. Vázquez, *Soberanía Energética para los Pueblos*. Rosa Luxemburg Stiftung Oficina Regional para México, Centroamérica y el Caribe.

Gutiérrez Aguilar, R. y Navarro Trujillo, M. (2019). Claves para pensar la interdependencia desde la ecología y los feminismos. *Revista Bajo el Volcán*, 28, 45-57.

Haraway, D. (2019). *Seguir con el problema: generar parentesco en Chthuluceno* (H. Torres Sbarbati, trad.). Consonni.

Herrero, Y. (2016). Economía feminista y economía ecológica, el diálogo necesario y urgente. *Revista de Economía Crítica*, 22, 144-163. <https://revistaeconomicritica.org/index.php/rec/article/view/114>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI].

(2020). *Censo General de Población y Vivienda*.
_____. (2022). *Distribución por sexo de la ocupación por sectores económicos en el cuarto trimestre 2022*.

Ley, D. y Centeno, S. P. (2020). *Mujeres y energía*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/bitstreamhandle/11362/45377/4/S2000277_es.pdf

Mies, M. (2019). *Patriarcado y acumulación a escala mundial* (P. Martín Ponz y C. Fernández Guervós, trads.). Traficantes de Sueños.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s. f.). *Factores y restricciones que afectan los papeles de las mujeres en la seguridad alimentaria*. <https://www.fao.org/3/X0222S/x0222s03.htm>

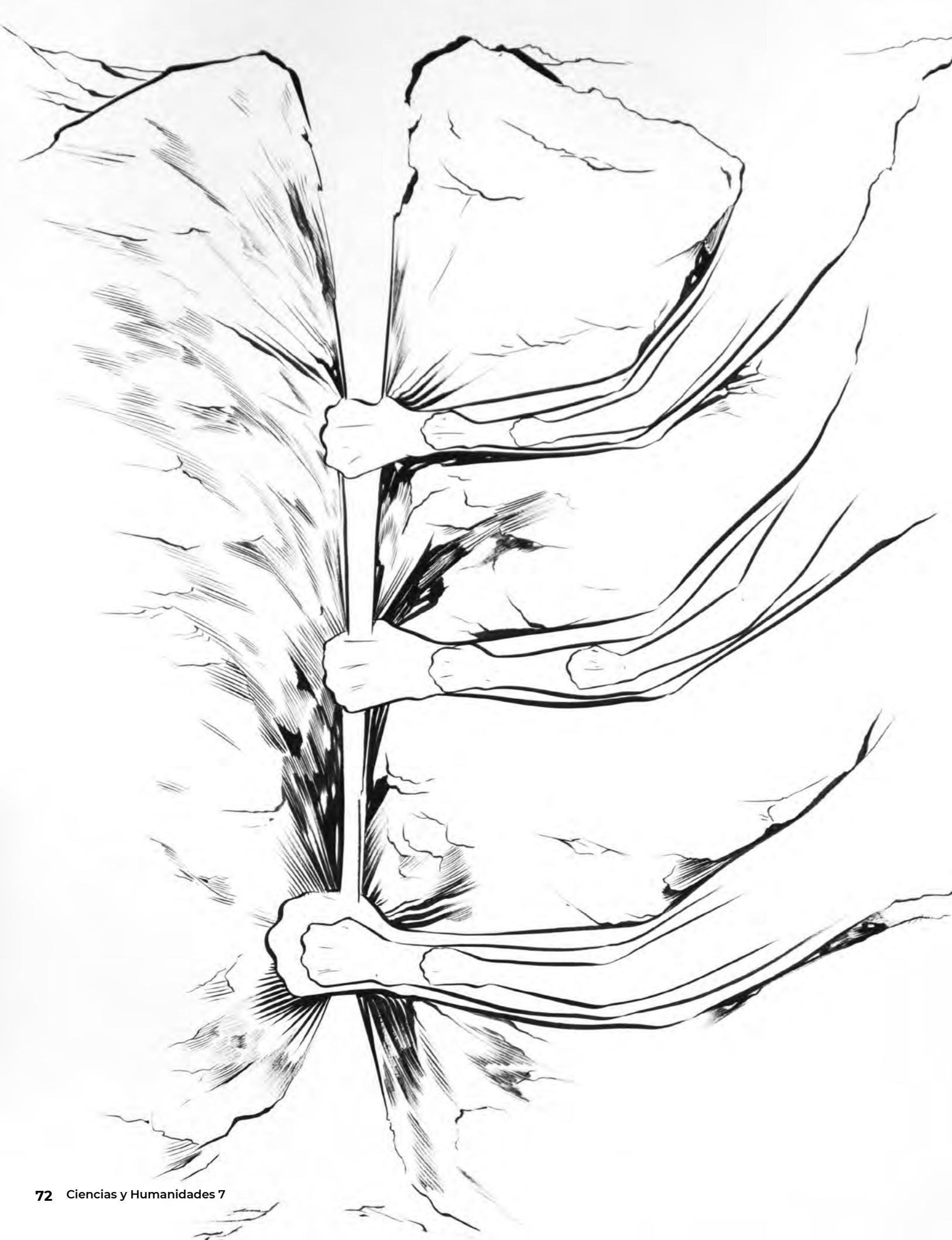
Rátiva-Gaona, S. (2020). El modelo energético es profundamente patriarcal. *América Latina en Movimiento*, 550, Año 44, segunda época, octubre, edición digital, 26-28. <https://www.alainet.org/es/articulo/209951>

_____. (2021). La interdependencia como una clave analítica para pensar la transición energética. En T. Roa Avendaño (ed.), *Energías para la transición. Reflexiones y relatos* (pp. 167-185). Censat Agua Viva/Fundación Henrich Böll.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano e Instituto Nacional de las Mujeres.

(2022). *Lineamientos para la Prevención y Atención de Acoso Sexual contra las Mujeres en el Transporte Público Colectivo*.

Sendón de León, V. (2002). *Marcar las diferencias: discursos feministas ante un nuevo siglo* (Más Madera, 35). Icaria.



Sistemas energéticos rurales: justicia y sustentabilidad

Marcela Torres-Wong

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.

Omar Masera

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad, Universidad Nacional Autónoma de México.

De existir un futuro para la humanidad, éste tendrá que ser mucho más local y autogestivo. Las sociedades modernas deben transitar hacia el consumo de recursos renovables locales aumentando su resiliencia a través de un manejo sustentable de los mismos. En este futuro, las áreas rurales tendrán un papel crítico, pues albergan una altísima diversidad biocultural compuesta por poblaciones culturalmente ricas y un enorme acervo de recursos naturales. La experiencia de sus habitantes –en su mayoría pueblos indígenas– ha inspirado nuevas corrientes de pensamiento que promueven modelos de desarrollo orientados por objetivos colectivos mucho más respetuosos con la naturaleza –como el «buen vivir»–, en contraste con el modelo vigente centrado en el consumismo y la destrucción ambiental (Boege, 2008; Toledo Manzur, 2013).

En este sentido, es imprescindible desterrar la concepción de los territorios rurales como reservorios de pobreza que tienen que ser transformados y degradados al servicio de industrias destructivas y de la agricultura empresarial a gran escala. Para dejar de ser vistos como zonas de sacrificio, el uso económico insostenible y no ético de territorios y recursos rurales debe virar hacia economías locales y regionales que beneficien a las poblaciones originarias, en el entendido de que la protección de dichas zonas es fundamental para disminuir los efectos del cambio climático y para garantizar un futuro más justo para todos y todas. Esto se puede conseguir mediante la implementación y promoción de sistemas energéticos rurales sustentables (SERS).

Servicios energéticos y desarrollo rural

La energía es un requisito para realizar actividades domésticas y productivas que permitan mejorar la calidad de vida rural (Figura 1). Pese a ello, el sistema energético global ac-

tual se ha sustentado en un enfoque fosilista y centralizado que ha priorizado un desarrollo de tipo urbano-industrial, por el que se ha marginado históricamente al campo. En México, 28 millones de personas –la mayoría de las cuales vive en zonas rurales– no tienen acceso a dispositivos adecuados para cocción, y casi 10 millones carecen de acceso a servicios adecuados de electricidad (Contreras *et al.*, 2022; Díaz *et al.*, 2011).

En un estudio reciente, Contreras y colaboradores (2022) utilizan la *Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares* y concluyen que alrededor del 89% de la energía utilizada en las viviendas rurales es de tipo térmico y sólo un 11% se destina a usos eléctricos. Del mencionado 89%, casi la totalidad (97%) se emplea para cocción, seguida de calentamiento de agua y calefacción. Entre los usos eléctricos domina la refrigeración (36% del total), seguida por ventiladores y aire acondicionado (14%), entretenimiento (14%) e iluminación (13%).

Al clasificar los consumos por tipo de combustible, es posible constatar

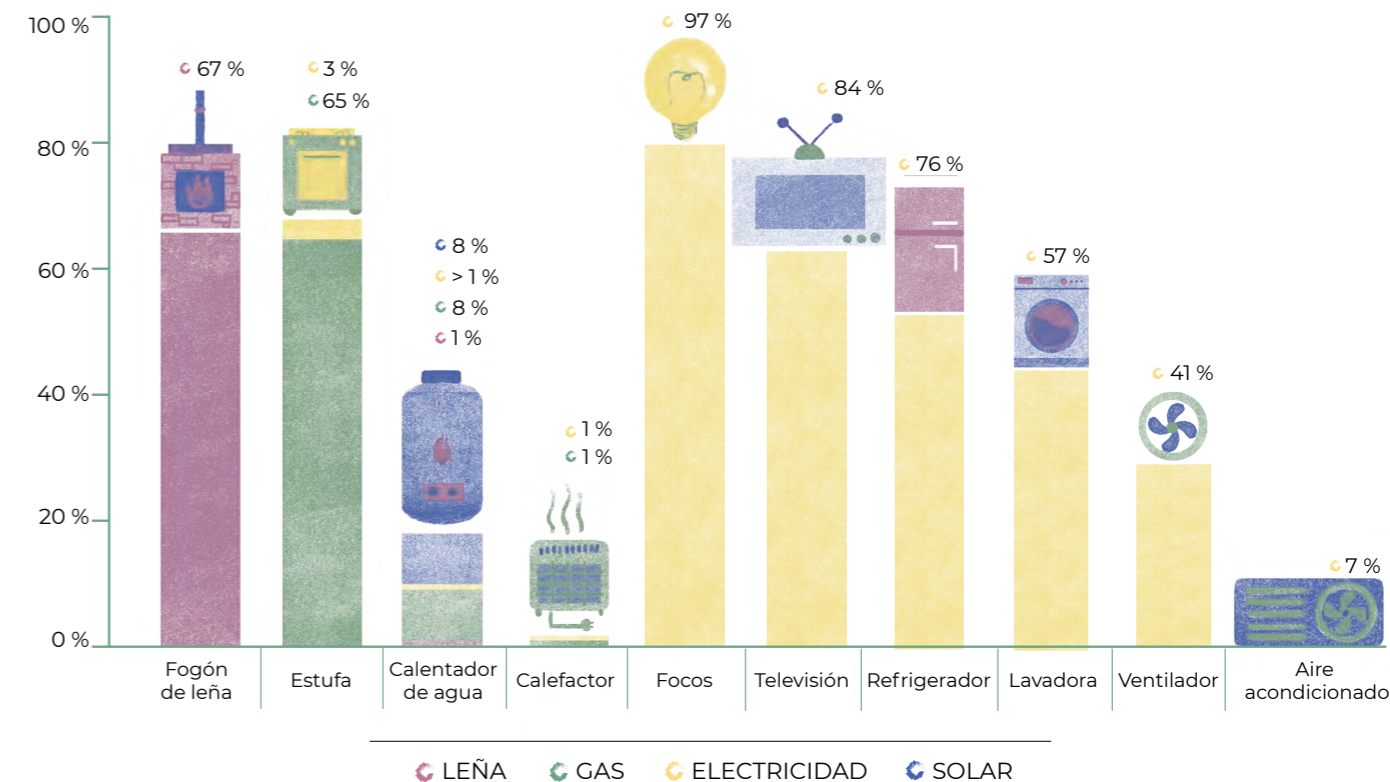


Figura 1. Nivel de acceso a los principales dispositivos en el sector rural residencial. Fuente: Contreras *et al.* (2022).

que la leña es el principal energético del sector, con un 72% de la demanda residencial rural. En contraste, el gas licuado de petróleo y la electricidad representan un 13% y 12% del consumo total de energía, respectivamente.

Implementar políticas relacionadas con el acceso a la energía en las zonas rurales requiere un diálogo con sus habitantes para entender

cuáles son sus necesidades y aspiraciones de bienestar. De igual forma, es fundamental establecer espacios para la innovación participativa, así como analizar de manera exhaustiva los usos finales o actividades para los que se requiere la energía térmica o eléctrica (como la cocción o la iluminación), además de su impacto diferencial a nivel residencial, en los

servicios comunitarios y en los servicios productivos. En todos los casos, la evaluación deberá articularse con actores comunitarios, gobiernos locales, universidades o centros de investigación y, de ser pertinente, empresas (Muhumuza *et al.*, 2018; Rosyidi *et al.*, 2014).

Sistemas energéticos rurales sustentables (SERS)

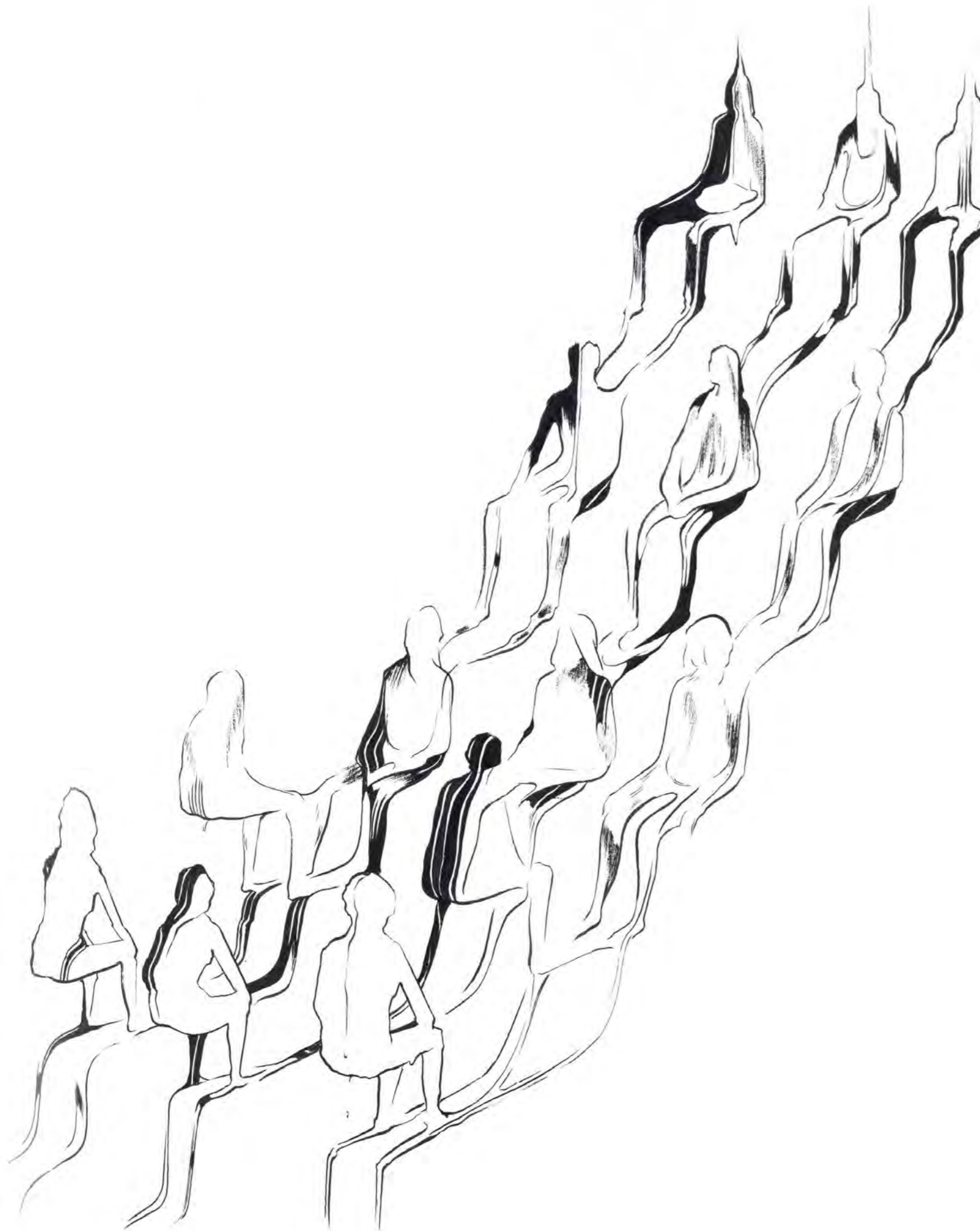
Los SERS son un conjunto de ecotecnologías estructuradas de forma sistémica y operadas por las propias comunidades rurales de acuerdo a sus instituciones, normas internas y modelos organizativos (Arenas *et al.*, en prensa). Estos sistemas son capaces de aprovechar de manera integral los diversos recursos energéticos renovables disponibles a nivel local para su transformación, almacenamiento, adecuación y distribución, satisfaciendo necesidades energéticas en el sector doméstico y productivo, de manera eficiente y accesible. Al respetar tanto los recursos naturales disponibles como la cultura de cada localidad, se pueden sostener a lo largo

del tiempo. Además, son producto de un proceso colectivo de codiseño, implementación y monitoreo en campo en el que las comunidades usuarias tienen un papel protagónico al promover en ellas la autogestión y la resiliencia energética. Los SERS pueden ser unidades aisladas de la red eléctrica, del drenaje y del sistema de distribución de agua potable, capaces de ser autosuficientes, o bien de interconectarse a dichas redes en distintos grados. A nivel operativo, pueden atender las necesidades energéticas de viviendas, centros productivos, centros comunitarios y redes de transporte y conectividad.

Ecotecnologías que integran los SERS

En la actualidad, existe una gran diversidad de opciones ecotecnológicas para satisfacer necesidades energéticas en comunidades rurales. Implementadas con base en los elementos delineados en este artículo, las ecotecnologías brindan una extensa gama de beneficios ambientales, sanitarios y económicos.





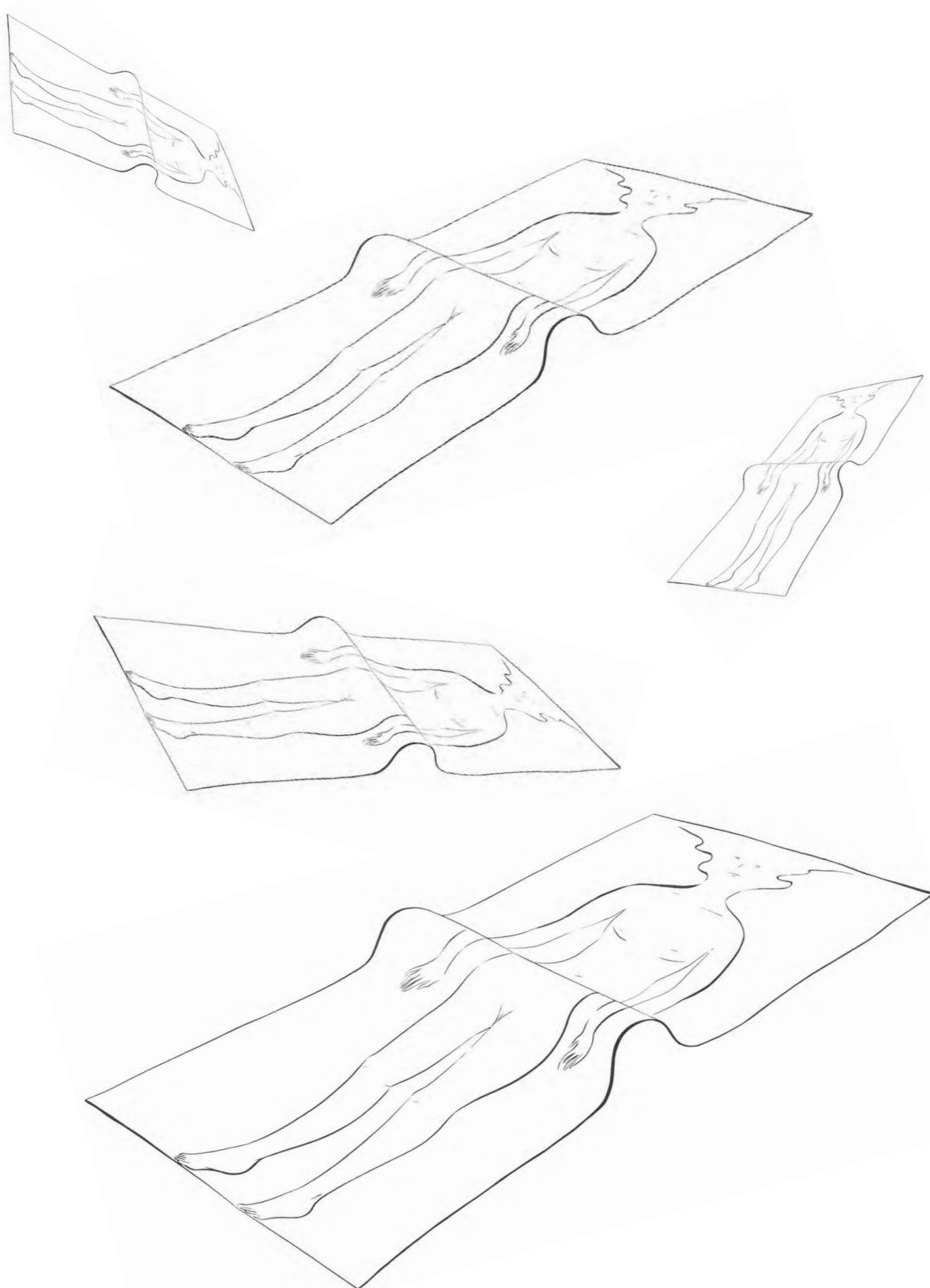
Hay beneficios ambientales locales, como la recuperación de suelos o la reducción de la contaminación de cuerpos de agua, así como globales, como la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero. Son ejemplos de beneficios a la salud la reducción de la contaminación intramuros al reemplazar fogones por estufas eficientes o la disminución de la presencia de patógenos gracias al uso de sanitarios ecológicos. A su vez, puede haber ganancias económicas debido a la generación de empleos a nivel local o mediante el ahorro por el uso eficiente de los recursos. Por estos motivos, se estima que muchos de estos dispositivos –desde tecnologías milenarias hasta innovaciones recientes a pequeña escala– han contribuido a superar las condiciones generales de pobreza rural en el mundo (Khan, 2001). Además, varias de las ecotecnologías que forman parte de los SERS impulsan la equidad de género, ya que mejoran las condiciones de vida de las mujeres.

Retos para la implementación de SERS

La implementación exitosa de los SERS enfrenta retos en los que confluyen aspectos técnicos, sociales y políticos.

Entre las limitaciones técnicas se encuentra, por un lado, la necesidad de certificación y normalización de varias ecotecnologías, para dar certidumbre a los usuarios sobre la calidad, durabilidad y desempeño de los equipos. Por otro lado, es preciso aumentar los esfuerzos de innovación para desarrollar de manera participativa un menú amplio de opciones tecnológicas que favorezcan la autogestión, con componentes nacionales, basadas en fuentes renovables –microhidráulica, solar, eólica o biomasa– y que puedan adaptarse a la gran diversidad de condiciones socioambientales del país.

Otro reto es la generación de cadenas de suministro regionales para refacciones y mantenimiento de los diferentes sistemas, necesarios para garantizar una verdadera sustentabilidad en el largo plazo de los proyectos.



En la actualidad, domina el esquema de financiar proyectos dirigidos exclusivamente a instalar dispositivos, sin cuidar ni el monitoreo ni la generación de dichas cadenas de valor, lo que conduce al abandono de muchos de los sistemas.

Generar capacidades y competencias laborales a nivel local y regional sobre las diferentes ecotecnologías energéticas y sus sistemas asociados es otra área que debe ser atendida de inmediato, si se quiere que los beneficios lleguen y, sobre todo, se queden en las áreas rurales. Esto se puede lograr mediante la creación de centros ecotecnológicos regionales en los que participen universidades, organizaciones de la sociedad civil y grupos comunitarios. Al mismo tiempo, es indispensable crear currículas más interdisciplinarias dentro de las universidades, que favorezcan la investigación con incidencia.

Otro reto considerable es lograr que exista un verdadero involucramiento de las comunidades, desde el diseño del proyecto hasta su implementación y monitoreo. De otro

modo, las tecnologías y sistemas terminan siendo inútiles para las personas a quienes pretenden beneficiar. Para el éxito de los proyectos, han mostrado ser factores clave: la reproducibilidad local, la facilidad de operación y mantenimiento, la accesibilidad económica, la adecuación cultural y la madurez tecnológica de las opciones propuestas (Ortiz Moreno *et al.*, 2014).

En el marco de las políticas públicas también existen desafíos importantes a superar. Algunos son:

- Lograr el reconocimiento pleno y la incorporación de varias de las opciones ecotecnológicas en programas específicos de desarrollo social.
- La ausencia de incentivos económicos para su desarrollo e implementación a mayor escala.
- El desarrollo de programas integrales cuyos criterios de éxito no se midan sólo por la instalación de los dispositivos, sino por su adopción y uso permanente.

Hay múltiples experiencias exitosas de implementación de SERS a nivel nacional e internacional (Arenas *et al.*, en prensa). Un ejemplo interesante en México es la Sociedad Cooperativa Tosepan Titataniske (2022), que está desarrollando una estrategia participativa de «energía para el buen vivir» en el marco de un plan de vida a 40 años para todo el territorio de las comunidades que pertenecen a la cooperativa.

Cambios necesarios

La visión acerca de los territorios rurales y sus poblaciones ha estado teñida por prácticas discriminatorias que han encontrado en el asistencialismo el espacio más cómodo para promover estériles esfuerzos de desarrollo local. Se ha dejado en manos de grandes empresas privadas –orientadas por una lógica extractivista– la generación de energía renovable y la extracción de materias primas en los territorios rurales, con resultados devastadores en muchos casos, como

lo demuestra el altísimo número de conflictos, la destrucción de valiosos ecosistemas biodiversos y las violencias al interior de estas regiones.

Retomando las lecciones aprendidas a partir de las formas fallidas de aproximación a los territorios rurales, proponemos modelos energéticos participativos que coloquen a las poblaciones y a sus ecosistemas en el centro de los esfuerzos de diseño, ejecución y monitoreo de los mismos. Las comunidades científicas –tanto en las ramas de las ciencias naturales como de las ciencias sociales– deben colaborar con las y los miembros de las comunidades rurales. En dichos modelos, los procesos de investigación-acción participativa son imprescindibles para implementar ecotecnologías adecuadas a los diferentes contextos rurales, que contribuyan a satisfacer derechos humanos, y cuyo contenido emerja desde los territorios mismos, para eliminar la pobreza energética y fortalecer la organización local.

Referencias

- Arenas, E., Torres, M., Moreira, J. y Masera, O.** (en prensa). Sistemas energéticos rurales sustentables. En L. Ferrari, O. Masera y A. Straffon (coords.), *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México*. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías/ Fondo de Cultura Económica.
- Boege, E.** (2008). *El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México: hacia la conservación in situ de la biodiversidad y agrobiodiversidad en los territorios indígenas*. Instituto Nacional de Antropología e Historia/Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Contreras, M., Serrano-Medrano, M. y Masera, O.** (2022). *Patrones de consumo energético en el sector residencial de México: un análisis desde la perspectiva de usos finales* (Cuaderno temático 1). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. https://conacyt.mx/wp-content/uploads/pronaces/micrositios/energia_y_cambio_climatico/energia/cuadernos_tematicos/Cuaderno_tematico_1_Pronaces_ECC.pdf
- Díaz, R., Barrueta, V. y Masera, O.** (2011). *Estufas de leña* (Cuadernos Temáticos sobre Bioenergía, 3). Red Mexicana de Bioenergía.
- Khan, M. H.** (2001). *La pobreza rural en los países en desarrollo: su relación con la política pública*. Fondo Monetario Internacional.
- Muhumuza, R., Zacharopoulos, A., Mondol, J. D., Smyth, M. y Pugsley, A.** (2018). Energy consumption levels and technical approaches for supporting development of alternative energy technologies for rural sectors of developing countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 97, 90-102. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.08.021>
- Ortiz Moreno, J., Masera Cerutti, O. y Fuentes Gutiérrez, A.** (2014). *La ecotecnología en México*. Unidad de Ecotecnologías- Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rosyidi, S. A. P., Bole-Rentel, T., Lesmana, S. B. y Ikhsan, J.** (2014). Lessons Learnt from the Energy Needs Assessment Carried out for the Biogas Program for Rural Development in Yogyakarta, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 20-29. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2014.03.005>
- Sociedad Cooperativa Tosepan Titataniske.** (2022). *Códice Masewal* (Parte 2). Tosepan.
- Toledo Manzur, V. M.** (2013). El paradigma biocultural: crisis ecológica, modernidad y culturas tradicionales. *Sociedad y Ambiente*, 1, 50-60. <https://doi.org/10.31840/SYA.V01I.2>



Iris Santos González

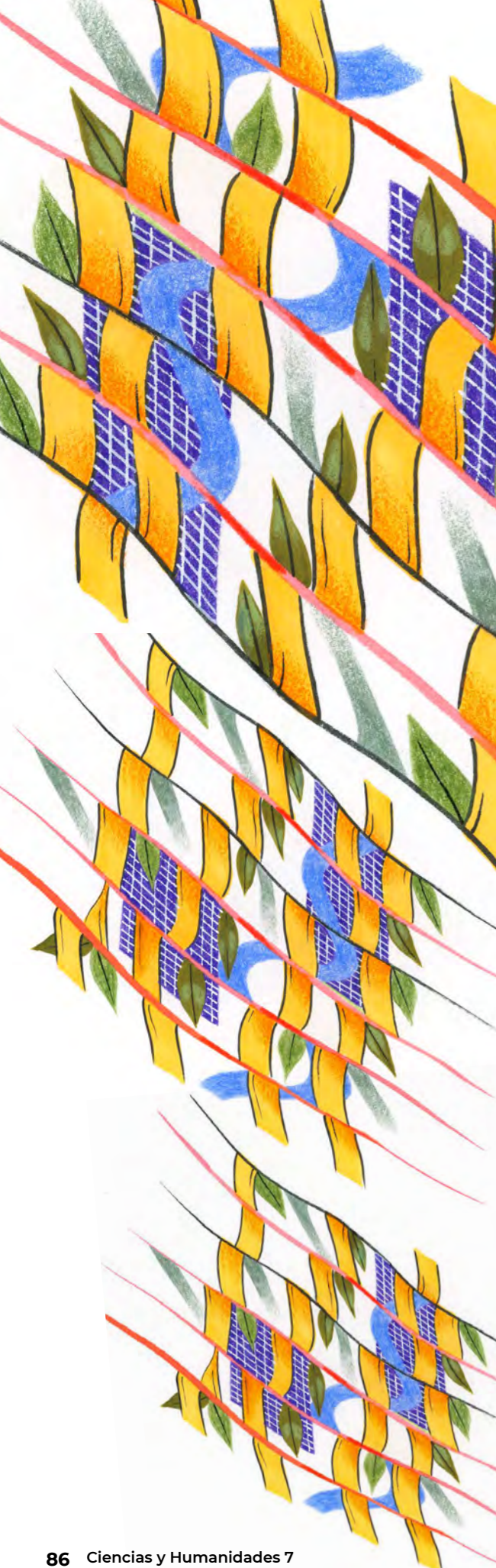
Investigadora por México, Conahcyt.

Raúl Tauro

Investigador por México, Conahcyt.

Energía solar y biomasa como fuentes de calor verde

El aprovechamiento sustentable de las fuentes renovables de energía es una estrategia clave para alcanzar los objetivos del país en materia de cambio climático y transición energética, para favorecer al mismo tiempo el bienestar y la autonomía de amplios sectores de la población. Una de estas fuentes es la energía solar térmica, la cual puede ser utilizada a lo largo y ancho del territorio nacional. Además, si tomamos en cuenta los requerimientos de infraestructura, supone un impacto ambiental mucho menor que el de los combustibles fósiles. Por su parte, la biomasa –que incluye leña, carbón vegetal, *pellets* y biogás, entre otros biocombustibles– no sólo es el recurso renovable más utilizado en México, sino que ofrece amplias ventajas sociales y ambientales en comparación con los hidrocarburos. Aunque ambas fuentes son bien conocidas en el gremio



científico, poco se habla de lo provechosa que puede ser su implementación como sistemas complementarios para brindar calor verde a industrias y hogares.

Para obtener un panorama general del potencial de ambas fuentes en el país, basta considerar los siguientes puntos. México dispone de un recurso solar abundante, ya que el valor medio de la irradiación solar en el territorio es de alrededor de 5.5 kWh/m² por día (Secretaría de Energía, 2012). Las tecnologías termosolares para bajas temperaturas son maduras, confiables, rentables y han alcanzado una penetración importante en los hogares mexicanos. Por otro lado, a nivel nacional existe un importante potencial biomásico que proviene principalmente del sector forestal y que podría superar los 3000 PJ anuales, equivalente al 66% del consumo actual de energía en México (Tauro *et al.*, 2018). Sin embargo, de dicho potencial apenas se utiliza el 12%, que corresponde en su mayoría al uso de leña en el sector residencial para tareas de cocción y calefacción. El bagazo de caña de azúcar es el segundo biocombustible más utilizado, ya que se aprovecha para cogenerar calor y electricidad en los ingenios azucareros.

En la actualidad, los usos térmicos dominan la demanda energética de dos de los principales sectores de consumo de energía en el país: el residencial y el industrial, cuyos valores de consumo de calor representaron el 72 % y el 67 %, respectivamente. La demanda de calor en el sector residencial es principalmente para cocinar alimentos (73%) y calentar agua para uso sanitario (27%); para ello, predomina el uso de leña y gas licuado del petróleo. En el

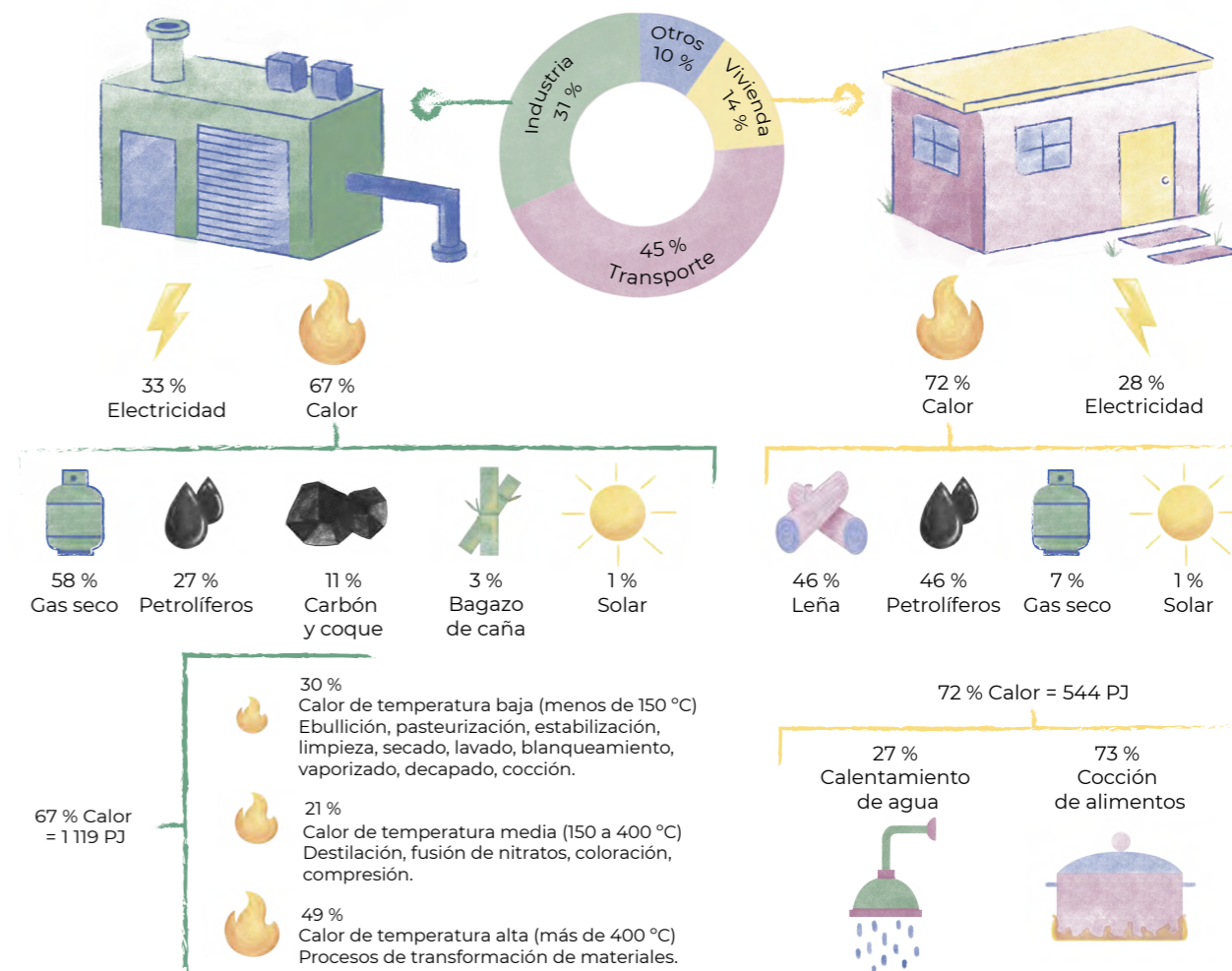
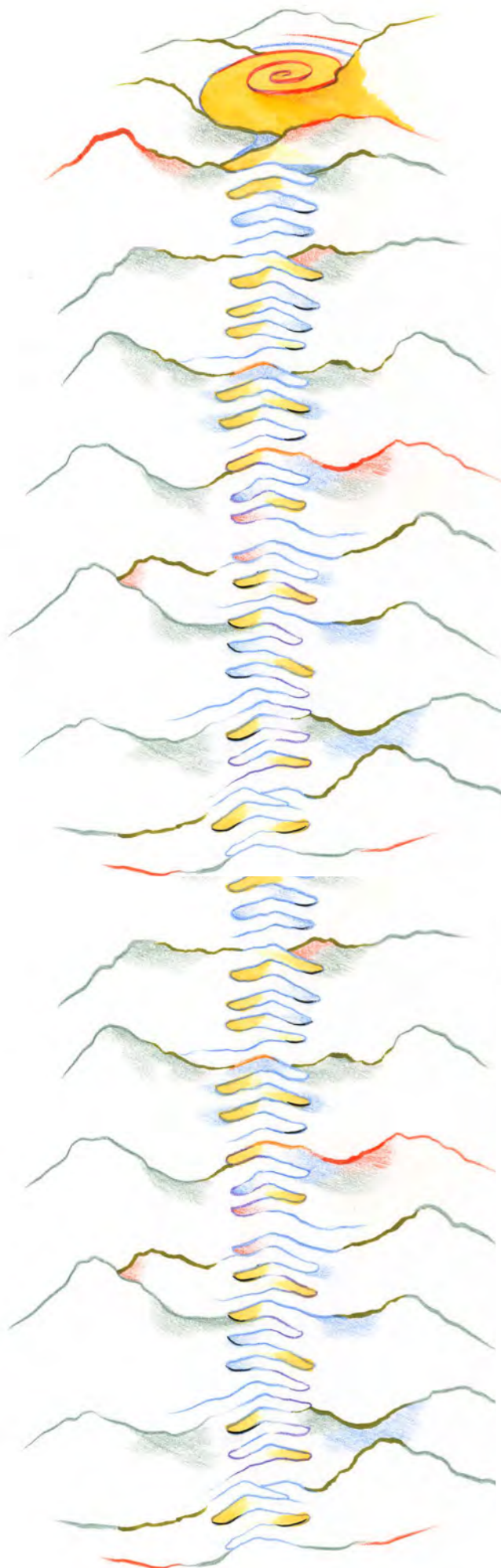


Figura 1. Consumo energético del sector industrial y residencial.
Fuente: Solar Payback (2018).

sector industrial, la mayor parte de la energía térmica se usa en procesos de baja y mediana temperatura (menor de 400°C), con una gran participación del gas natural y otros derivados del petróleo (Figura 1). El análisis de esta información es relevante, pues la demanda de calor se cubre casi en su totalidad con combustibles fósiles –gas natural, combustóleo, carbón y coque– y electricidad, lo cual representa emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y gastos de operación considerables.



De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2015), las emisiones directas de GEI por la quema de combustibles fósiles en el sector industrial ascendieron a 92.5 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente (MtCO₂e), correspondiente al 14% de las emisiones totales del país. Esto demuestra la necesidad de buscar alternativas de sustitución tecnológica o de combustibles para descarbonizar el sector; para ello, la energía solar y la biomasa son promisorias.

Tecnologías para cubrir necesidades térmicas

Seguir quemando gas para satisfacer consumos de energía térmica es un gran error. Esta energía puede ser suministrada mediante captadores solares de diversas tecnologías, con lo cual se limite el uso de combustibles fósiles a sistemas de respaldo, cuando las condiciones de irradiación no sean suficientes. Una penetración del 50% de calor solar en los procesos de baja y media temperatura conllevaría la disminución de alrededor de 46 millones de toneladas de gases tóxicos y GEI, con considerables beneficios ambientales, económicos, sociales y de salud pública.

Esencialmente hay dos tecnologías solares disponibles en el mercado mexicano para el sector residencial, ambas muy eficientes y rentables: calentadores solares con captadores de placa plana y calentadores con captadores de tubos evacuados (Figura 2). De acuerdo con los reportes más recientes sobre calentamiento solar en México y el mundo (Weiss y Spörk-Dür, 2021), en nuestro país en 2019 había instalados poco más de 1.76 y 1.44 millones de

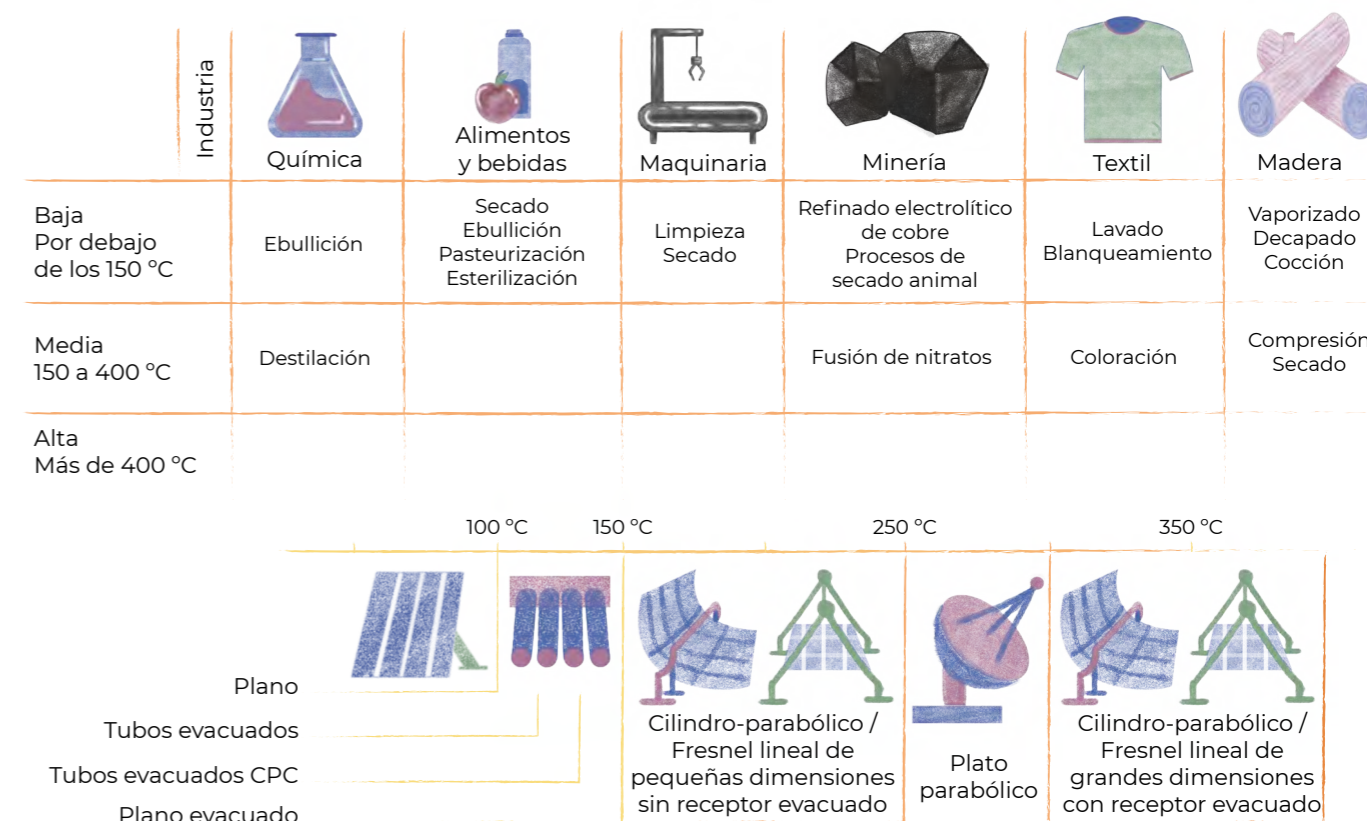
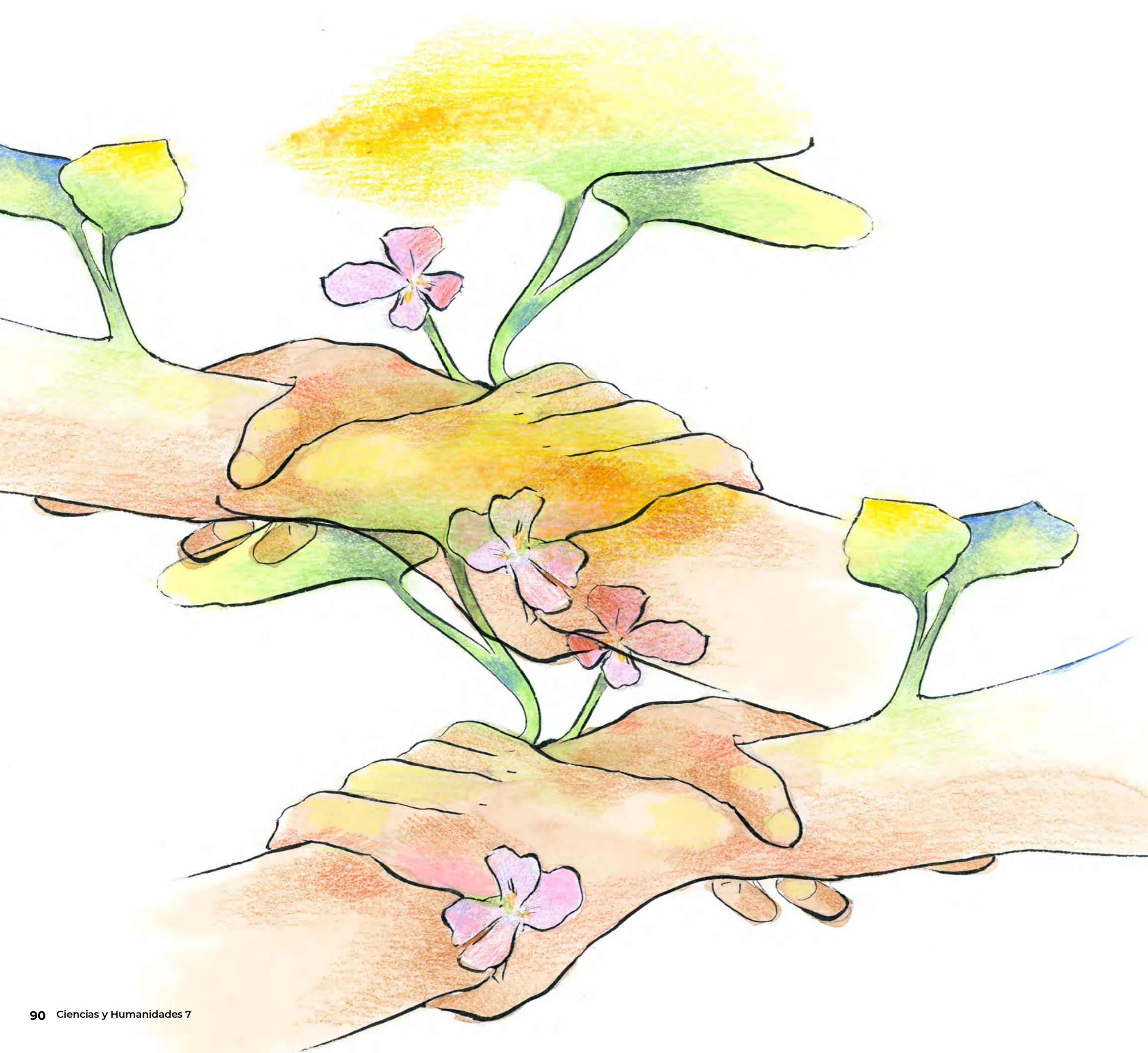


Figura 2. Tipos de tecnologías clasificados por temperaturas y aplicaciones finales. Fuente: Solar Payback (2018).

metros cuadrados de captadores de estas tecnologías, respectivamente, con lo que se sumaba una capacidad instalada de 2.24 GW térmicos. Además, hay más de 1.076 GW térmicos con captadores desnudos, utilizados para el calentamiento de piscinas. Como referencia, Alemania, con un recurso solar menor del 10% del recurso solar mexicano, cuenta con más de 19.9 millones de metros cuadrados de calentadores solares.

Por otra parte, las tecnologías utilizadas en el sector industrial dependen de los niveles de temperatura que el proceso requiera. En la figura 2, se muestra la clasificación



en tres rangos de temperatura: baja (hasta 150 °C), media (entre 150 y 400 °C) y alta (mayor de 400 °C). Existen diversos procesos que trabajan en rangos de baja temperatura y que pueden ser cubiertos con los colectores planos o los de tubos evacuados. Sin embargo, cuando se requieren temperaturas por arriba de los 150 °C, se utilizan los sistemas de concentración, como los colectores cilindro-parabólicos, los de Fresnel o los de plato parabólico; el primer tipo de colectores ha tenido un importante crecimiento en los últimos años. En 2017, México fue uno de los países con más plantas de calor solar para procesos industriales (43 plantas equivalentes a 17 446 m² y 11 472 kW térmicos), seguido de India y China (Solar Payback, 2018).

En cuanto al uso de biomasa para generar calor a nivel residencial, México cuenta con un acervo interesante de diferentes modelos de «estufas ecológicas» que permiten brindar una cocción limpia y eficiente para las familias rurales. Para los sistemas de calefacción residencial, existen calentadores de espacios –por radiación– y calentadores de agua que funcionan con leña. El costo de estas tecnologías es relativamente accesible –aproximadamente \$1 200 MXN–, y podrían emplearse en zonas rurales o periurbanas donde existe acceso a la leña y donde no se cuenta con distribución de gas. Incluso, por su bajo costo, los calentadores de leña podrían contemplarse como una opción para complementar a los colectores solares.

En cuanto al uso de biomasa dentro del sector industrial, están disponibles diversas tecnologías de pequeña, mediana y gran potencia, en el rango de los 5 kW a más de 50 MW, que fácilmente pueden ser adaptadas para cu-



brir demandas térmicas de hasta 1 000 °C. La gama de dispositivos comprende quemadores con diferentes tipos de cámaras de combustión, calderas acuopiro-tubulares, gasificadores y motores de combustión interna, entre otros. Desde el punto de vista técnico, con su implementación se podrían sustituir más de 880 PJ anuales de combustibles fósiles por biomasa –aproximadamente el 20% del consumo final de energía en México–, para alcanzar un potencial de mitigación de 66 MtCO₂e.

Al mismo tiempo, es importante considerar que existen también usos tradicionales de biomasa en pequeñas industrias del país –ladrilleras, destilerías de mezcal, panaderías, alfarerías y muchas otras–, con el fin de satisfacer demandas térmicas de baja y media temperatura, que superan los 29 PJ al año, equivalente al 2% del consumo energético del sector industrial. Por lo general, las tecnologías utilizadas tienen bajas eficiencias de combustión y grandes emisiones de contaminantes, por lo que existe una oportunidad de desarrollo y transferencia tecnológica en términos de aumentar la eficiencia en el uso de la biomasa y mitigar emisiones contaminantes a partir del ahorro de combustible.

Sistemas complementarios solar-biomasa

Entre las tecnologías capaces de cubrir las necesidades térmicas y eléctricas, destacan los sistemas solares fotovoltaicos y térmicos con calderas de biomasa, también llamados sistemas híbridos solar-biomasa. Éstos se utilizan principalmente en el sector industrial o en comuni-



dades aisladas donde la biomasa genera la electricidad de base, compensando así la intermitencia del sistema fotovoltaico. Sin embargo, existe poco desarrollo tecnológico para estas aplicaciones, por lo que es necesario generar transferencia tecnológica para adaptar estos sistemas a las necesidades particulares del país.

Por otro lado, los sistemas híbridos de calentamiento solar-biomasa tienen una gran madurez tecnológica debido a que se complementan para garantizar el suministro de vapor, agua caliente o calefacción durante cualquier época del año, sin depender de las condiciones climáticas. Los colectores solares operan durante la mayor parte del día almacenando el excedente de agua caliente en un tanque o depósito de inercia, y la caldera o calentador de biomasa funciona durante la noche o cuando se termina el agua almacenada.

Desde otra perspectiva, en los sistemas complementarios la energía solar funciona mejor en los meses de verano y la tecnología de biomasa entra en funcionamiento en los meses más fríos para complementar el calor generado por los colectores solares. De esta forma, la energía solar permite reducir las horas de funcionamiento de la caldera, lo cual disminuye el consumo de biomasa y los costos de calefacción.

La combinación de tecnologías solar-biomasa es una valiosa alternativa para resolver la intermitencia solar ocasionada por los periodos de baja irradiación, como los días nublados, para asegurar la generación continua de energía. Este tipo de sistemas constituye una opción prometedora para ir transitando hacia fuentes de ener-



gía limpias, sustituyendo combustibles fósiles y mitigando emisiones contaminantes en los sectores residencial e industrial.

Pese a sus ventajas, actualmente estos sistemas híbridos no tienen un uso extendido en el país. Impulsar este tipo de tecnologías requiere estudios tecnoeconómicos en casos de usos representativos para cada sector, transferencia tecnológica, estudios de suministro de biomasa y sus costos asociados, difusión de las tecnologías y sus ventajas entre los potenciales consumidores, así como generación de normas y estándares para su implementación y adopción a nivel local.

Para descarbonizar el país e incrementar su soberanía energética, es importante impulsar el uso eficiente de la energía solar y de la biomasa, en los diferentes sectores económicos, ya sea de manera híbrida o independiente. Aprovechar la amplia disponibilidad del recurso solar y biomásico de México gracias a su ubicación geográfica, clima y biodiversidad puede aportar múltiples beneficios, además de contribuir a mitigar el cambio climático y a atender el declive de los combustibles fósiles.



Referencias

Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. (2015). *Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México.*

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110131/CGCCDBC_2014_FE_tipos_combustibles_fosiles.pdf

Secretaría de Energía. (2012). *Prospectiva de Energías Renovables.*

Solar Payback. (2018). *Calor solar para la industria: México.*

https://www.solar-payback.com/wp-content/uploads/2018/06/Solar-Payback_Calor-Solar-para-la-Industria_Mexico.pdf

Tauro, R., Serrano-Medrano, M. y Masera, O. (2018). Solid biofuels in Mexico: a sustainable alternative to satisfy the increasing demand for heat and power. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 20.

<https://doi.org/10.1007/s10098-018-1529-z>

Weiss, W. y Spörk-Dür, M. (2021). *Solar Heat Worldwide.* AEE-Institute for Sustainable Technologies/International Energy Agency-Solar Heating & Cooling Programme/Austrian Ministry for Climate Action.



Eduardo A. Rincón Mejía

Entrevista

Entrevistadora:

Andrea González Márquez

Asistente de Investigación, Programa Nacional Estratégico Energía y Cambio Climático.

Eduardo A. Rincón Mejía es doctor en Ingeniería Mecánica por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Desde octubre de 2004, es investigador en el Programa de Energía de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México y, a partir de 1975, catedrático de la Universidad Autónoma del Estado de México. Comprometido con el avance de la ciencia en México, su trabajo se enfoca en el desarrollo de captadores solares eficientes y económicos que utilizan la óptica anidóica para una amplia gama de aplicaciones, como el procesamiento solar de alimentos, en especial la cocción solar.

En un breve recuento, el Dr. Eduardo Rincón narra tres episodios clave de su trayectoria: «El primero ocurrió cuando pocas semanas después de egresar de la licenciatura leí un folleto muy convincente publicado por el Conacyt —escrito por Enrique y Ricardo Chicurel Uziel— en el que nos invitaban a proseguir con estudios de posgrado y a no conformarnos con lo aprendido en la licenciatura. En aquellos años, la gran industria —la automotriz— ofrecía sueldos muy atractivos, pero en lo personal, nunca habría estado satisfecho trabajando como



empleado de una empresa transnacional a la que no le interesaba el ambiente ni el bienestar social, sino solamente el lucro, pregonando un discurso de “modernidad” y “competitividad”».

Luego ingresó a la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM, en una época en la que muy afortunadamente confluían allí investigadores reconocidos a nivel mundial. Esa etapa luminosa terminó con la llegada del neoliberalismo, según el cual no valía la pena hacer investigación puesto que la tecnología se podía adquirir en el extranjero, «donde sí sabían desarrollarla». Esto ocasionó una verdadera fuga de las y los académicos que podían continuar con su trabajo en universidades de países del «primer mundo», en mejores condiciones. Sin embargo, no todos se fueron.

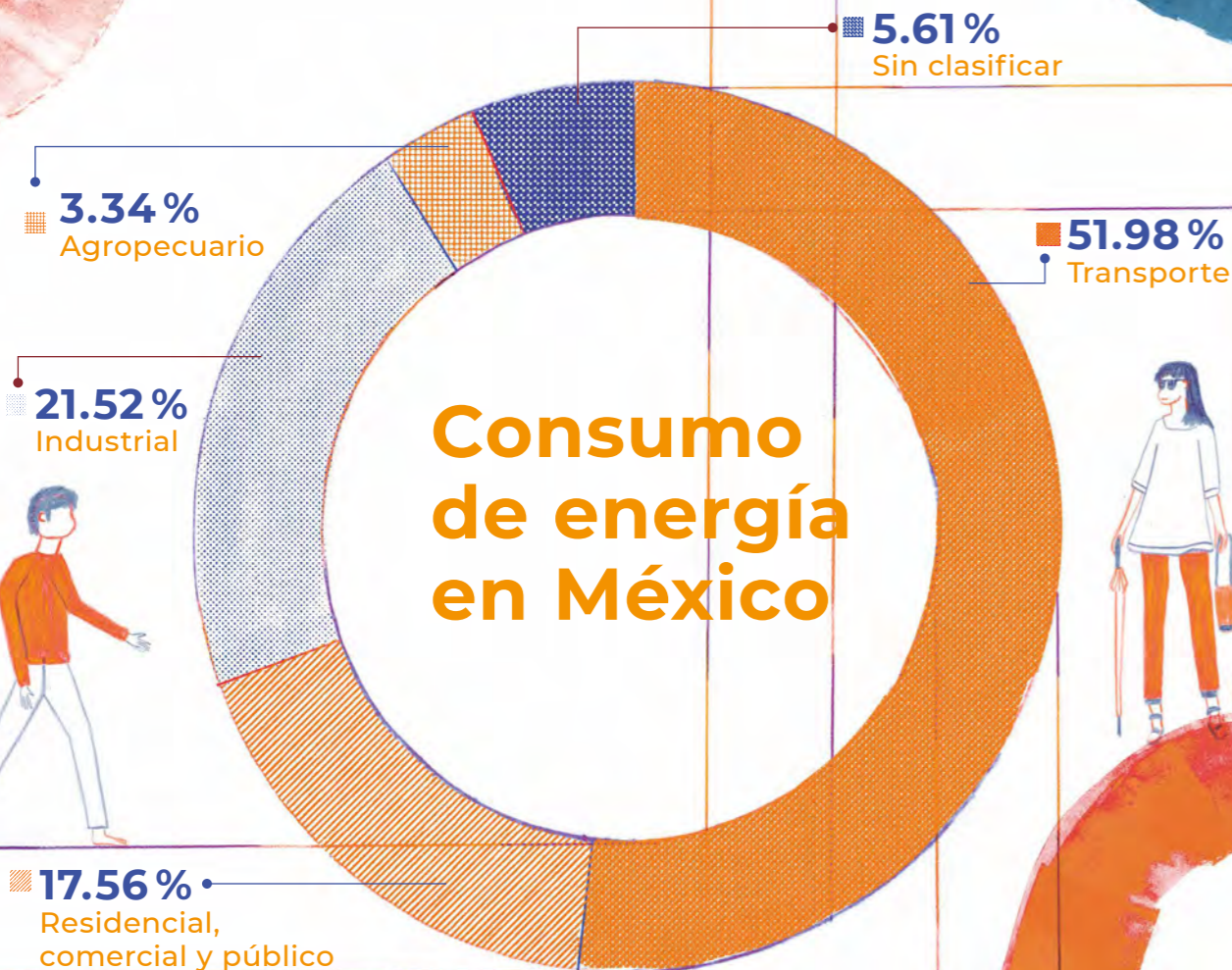
Otro momento fue luego de una breve participación en la Administración Pública Federal cuando ocupó el cargo de director general de Eficiencia y Sustentabilidad Energética en la Secretaría de Energía. «Me reincorporé a las labores de docencia e investigación en universidades públicas con la firme convicción de que contribuir en la formación de nuevas generaciones de profesionales en energía con una visión amplia de los problemas socioambientales de México, interesados en resolverlos, es la labor más trascendente y enriquecedora que, a nivel personal, puedo desarrollar».

[Mira la entrevista y conoce más acerca de este ingeniero comprometido social y ambientalmente con la transición energética justa y sustentable:](#)



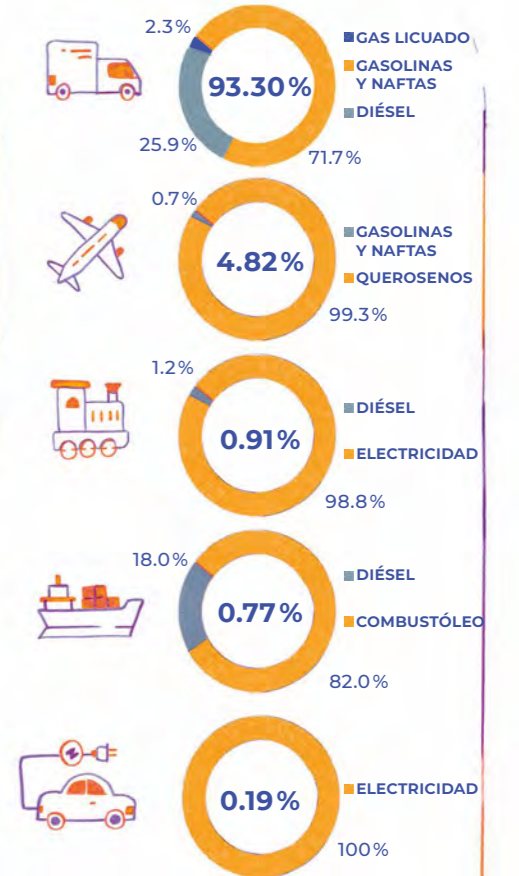
Energía y movilidad

En México, el sector transporte es el de mayor demanda energética.



En 2019 este sector contribuyó con el **18.5%** del total de emisiones nacionales de gases de efecto invernadero.

El consumo energético total, por fuente de energía y por tipo de transporte fue:



Un factor en el aumento de la demanda de energía del sector transporte es el incremento del parque vehicular; en el periodo comprendido entre 2000 y 2020, creció en promedio a un ritmo del **6.4%** anual.



En Punto Crítico se aborda este tema desde la experiencia cotidiana de estudiantes universitarios.

Fuente: Secretaría de Energía. (2022). Sistema de Información Energética (SIE). <https://sie.energia.gob.mx/>
 Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Parque vehicular.

Nota: La suma de los parciales puede no coincidir con los totales debido al redondeo de las cifras.



Yaxkin Melchy (Ciudad de México, 1985) es un poeta, editor y traductor de ascendencia peruana. Después de sus estudios en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional Autónoma de México, hizo una maestría en el Centro de Estudios de Asia y África (especialidad Japón) en El Colegio de México. Fue becario del Fondo Nacional para la Cultura y las Artes en el programa de Jóvenes Creadores (2011-2012) y antes obtuvo el Premio Nacional de Poesía Joven Elías Nandino (2009) por su libro *Los poemas que vi a través de un telescopio*. Reside en Tzukuba, Japón, en cuya universidad hace un doctorado en Humanidades. Entre sus más recientes publicaciones de poesía están: *Hatun Mayu* (2016), *Meditaciones del Pedregal* (2019) y *Gaia. Poemas en la Tierra* (2020).

Es un poeta de oficio sencillo, que al hacer un uso discreto de los artificios retóricos y el registro de sus emociones, directo y

espontáneo, emerge con una voz armoniosa, serena. Más que cantar a las bellezas del mundo —que también lo hace—, la poesía de Yaxkin es como un gesto solidario y de búsqueda, en nuestra relación con las plantas, los animales, los montes, las corrientes de los vientos y los ríos. Esta actitud se corresponde con sus estudios, según lo muestra su tesis académica sobre Nanao Sakaki, poeta errante, de conciencia ecológica, renovador de la poesía Zen en la posguerra, a quien Yaxkin ha traducido y sobre el que ha publicado diversos comentarios. Es indudable que esta corriente poética oriental ha tocado de manera sensible la orientación de Yaxkin, situándolo en un lugar especial dentro de la poesía joven de México y, en general, de América Latina con su labor de traducción como un puente entre la poesía japonesa (la poesía Zen, la poesía itinerante tradicional y el haikú) y la poesía contemporánea en lengua española.

El río eterno de lo vivo.

Entrevista con **Yaxkin Melchy**

Alberto Cue

Alberto Cue: ¿Al abordar poéticamente la naturaleza, como factor esencial, has tenido que reacomodar los elementos de la tradición poética que culturalmente te corresponderían, o no?

Yaxkin Melchy: Una cualidad de la poesía es despertar en nosotros ciertas capacidades de la mente y del corazón. Aquí en Japón se habla mucho de que el corazón se agrupa racionalmente sin dejar de ser la parte emotiva. Entonces, aprendiendo de la tradición, se despiertan esas cualidades que tiene el lenguaje poético al estimular ciertas capacidades. Una de ellas es la de asociar cosas, que sería lo imaginativo, cosas que parecen distantes pero que se asocian, y uno va hallando esas asociaciones. La segunda, que he descubierto aquí, es la atención u observación atenta del entorno: aprender a observar el cielo y lo que está a nuestro alrededor. Esa atención, esa apreciación de los detalles, es también una manera en que se expresa

el lenguaje poético. Es lo que he estado aprendiendo. La parte imaginativa y de asociación es una herramienta poética, también lo es la parte contemplativa, la observación atenta. Creo que hay un diálogo entre estas dos herencias, que tienen un significado importante en una época en la que se ha dejado que nuestro corazón se enajene en otro tipo de cuestiones. Creo que eso tiene un sentido ecológico y eso es lo que yo busco.

AC: ¿Abordarías también una poesía que prefigurara el desastre, lo apocalíptico?

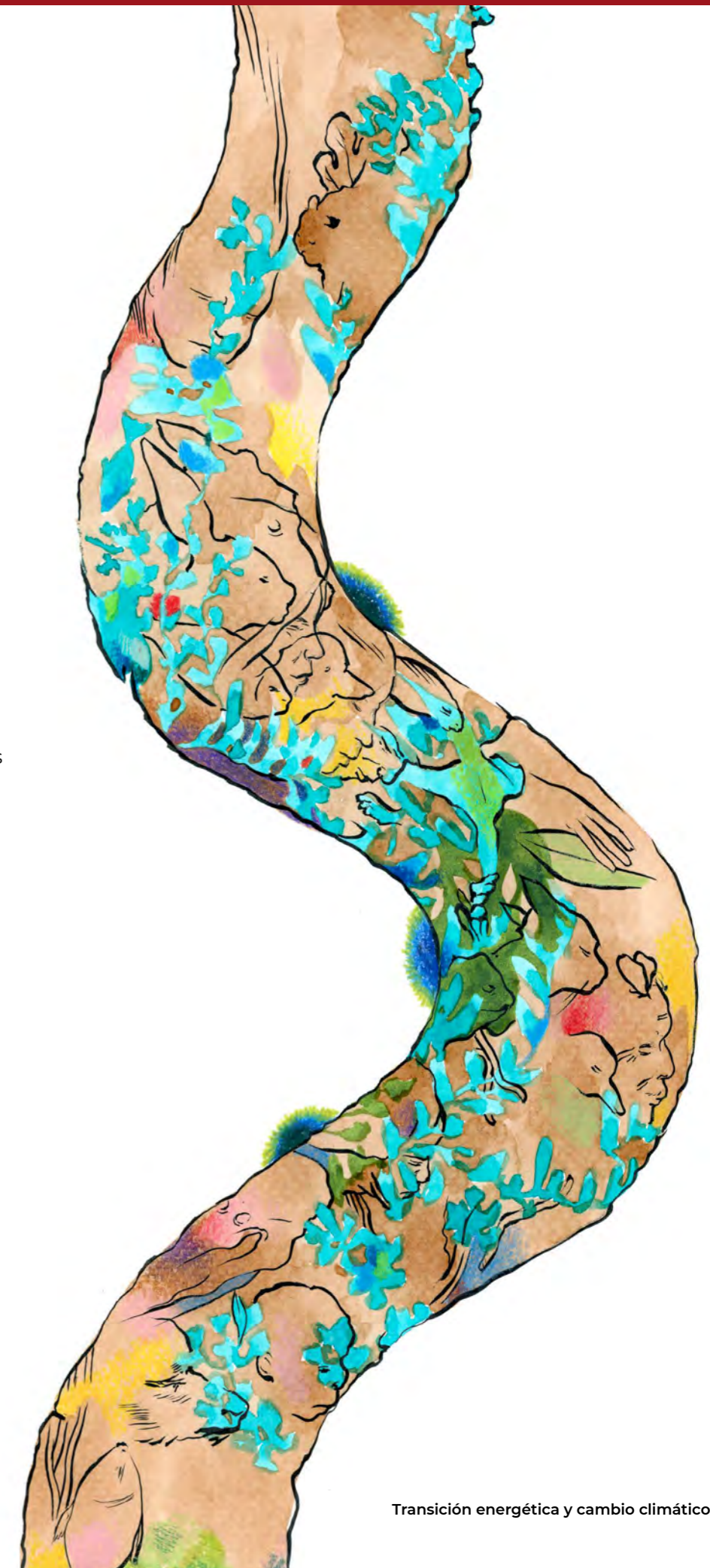
YM: Abordo estas cosas en mi poesía sin pensar precisamente en lo natural. Es más bien la relación que tiene la vida con nosotros. No es la naturaleza en sí lo que destruimos, es nuestra relación con ella y, al destruir esa relación, destruimos el mundo humano en el que vale la pena vivir. Es importante mostrar esta advertencia. La poesía tiene fuerza para hacerlo. Por otro

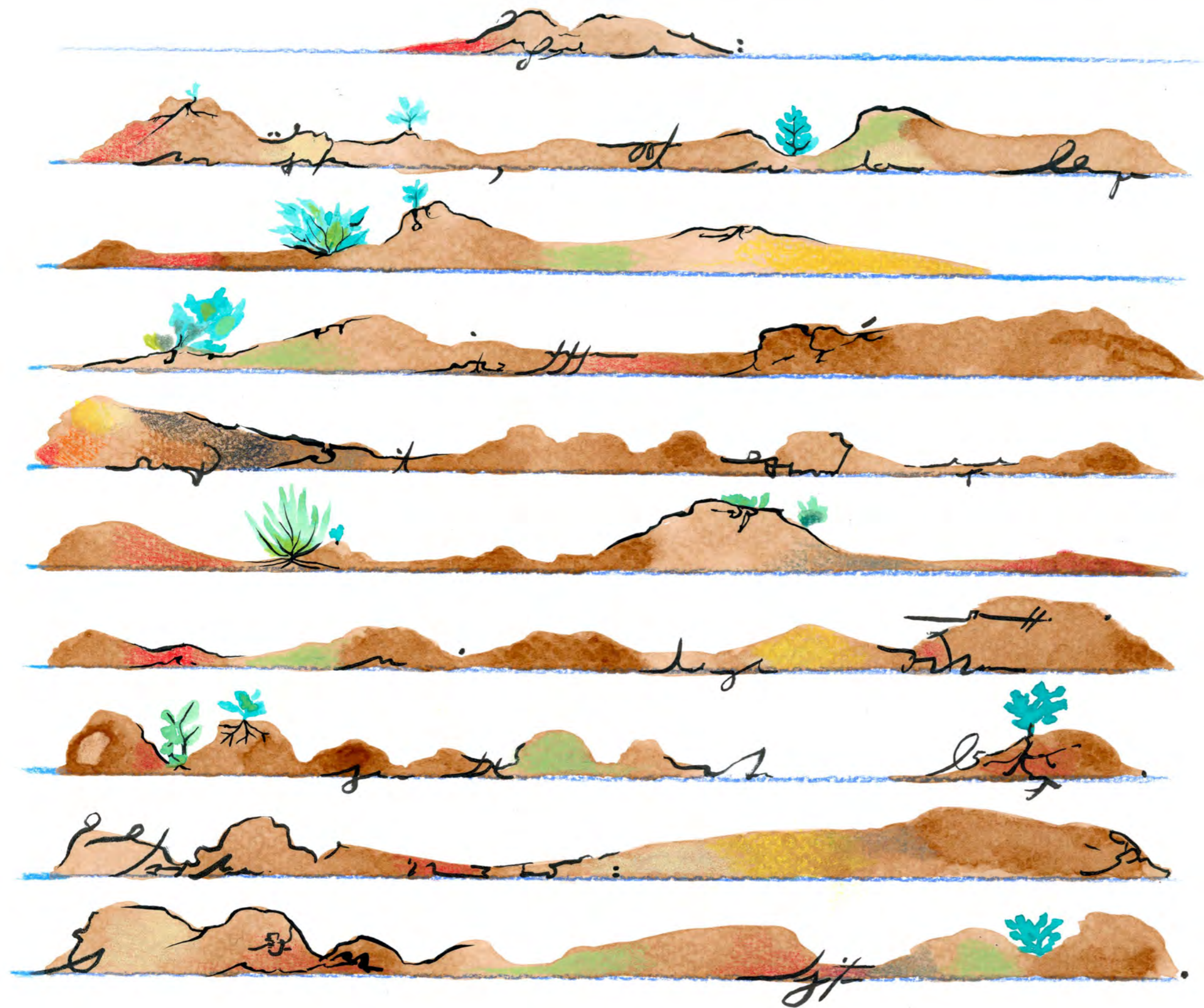
lado, ¿cuál es el otro camino?, ¿cuál la propuesta ante esto? Esa propuesta es real, implica ese mundo de relaciones, en el que hay mucho que reconocer de las herencias antiguas y ancestrales y mucho trabajo por hacer, digamos, para esbozar un camino alternativo a la modernidad. ¿Desechar lo moderno? No completamente y no sin recomponer. Pienso mucho en esa palabra: recomponer, reconectar. Es un trabajo que tenemos los poetas, los artistas, a través de lo que hacemos. Recomponer, reconectar nuestras relaciones con la naturaleza.

AC: Desde la poesía, según lo has expresado, a partir de la turbulencia actual —la crisis climática global—, éste es el mejor momento para insistir en la posibilidad de crear nuevas redes entre cultura, saberes y mundos, lo que plantea un diálogo abierto hacia todas las latitudes.

YM: Cuando hablo de redes, a lo que me refiero es a las

relaciones. Las relaciones son algo increíble, porque se tejen, por ejemplo, mediante los lenguajes artísticos y poéticos. Son sobre todo redes afectivas, que involucran nuestras emociones y nuestros sentimientos. Entonces estas redes tienen una fuerza que muchas veces se menosprecia: tienen la fuerza de construir nuestra imagen del mundo y también nuestros deseos, nuestros sentidos de satisfacción en la vida. Una de las cosas que he pensado a partir de la poesía es que ésta puede ser relevante, digamos, porque construye una relación de satisfacción con la vida, con una vida sencilla, ajena a este remolino de deseos insatisfechos que es el consumismo, uno de los grandes problemas. Y éste no se resuelve sólo con más información. Ese deseo insatisfecho es algo mucho más profundo. Creo que precisamente las artes, la poesía, construyen redes y estas redes son canales por los que circula una energía que construye nuestra





comprensión del mundo, pero que también construye el tejido de lo que somos.

AC: Es un duelo a muerte entre las redes vivificantes y las redes tóxicas enajenantes.

YM: Ése es el duelo y muchas veces no se ve. Porque, por ejemplo, cuando se habla de una transición, ya sea hacia la modernidad o hacia lo ecológico, se omite hablar de ese duelo frente a estas redes tóxicas. Padecemos de una enfermedad que es esta insatisfacción con nuestras propias vidas. Precisamente, lo que la poesía hace es mostrarnos que la satisfacción de la vida humana está conectada con la Tierra, con los demás seres vivos. Padecemos el espectáculo de la publicidad, con todo lo que nos dice: para estar satisfechos necesitamos más y más cosas, o esto y lo otro. Entonces hay un choque constante, pues muchas de estas cosas las hemos aceptado, adoptándolas como lo común o deseable. La poesía tiene su manera de

hacer las cosas, a través de la confrontación. Tiene una manera de mostrarnos, de revelarnos, no por su fuerza de seducción, pues no te seduce, más bien llega a lo profundo, a lo íntimo que tenemos, que son nuestros sueños, o las cosas que amamos. Claro que eso también depende del trabajo del poeta o del artista, cuando es consciente de eso. Su palabra se hace más fuerte y puede tocar el corazón de otras personas. Yo pienso que algo cambia con la poesía. Hay quien dice que la poesía no tiene ningún efecto real, pienso que eso no es cierto. La poesía es energía de la palabra y, como sabemos, la energía es también materia; ambas están conectadas, ¿no?

La poesía tiene un efecto profundo. Quizá no es algo inmediato. Pienso que ése es el lugar en el que están ahora las artes y la poesía. Hay efecto y lo habría más, pero las fuerzas contrarias son hasta este momento muy grandes. El lenguaje de la publicidad, predominantemente de imágenes, con el que nos



bombardean, es un lenguaje del que es muy difícil escapar. Todo eso está muy interiorizado, sobre todo en la ciudad, en la vida de la gente. Y, ahora sí, creo que el hacer poesía está un tanto a la defensiva pues tiene que encontrar esas grietas, esos espacios. La poesía necesita espacios, tiempo y su propio ritmo. Pero el ritmo de la vida actual nos satura al punto de no tener tiempo para la poesía ni para las artes. Hay una fuerza que se opone a la posibilidad de tiempos que no sean los del consumo ni de andar pensando qué más necesitamos, sino de encontrarnos con nosotros mismos y con los otros, en nuestra relación con el mundo.

AC: Y en esa geometrización, no acabamos de acomodarnos como sujetos. Ahí es donde encuentras el papel de la poesía.

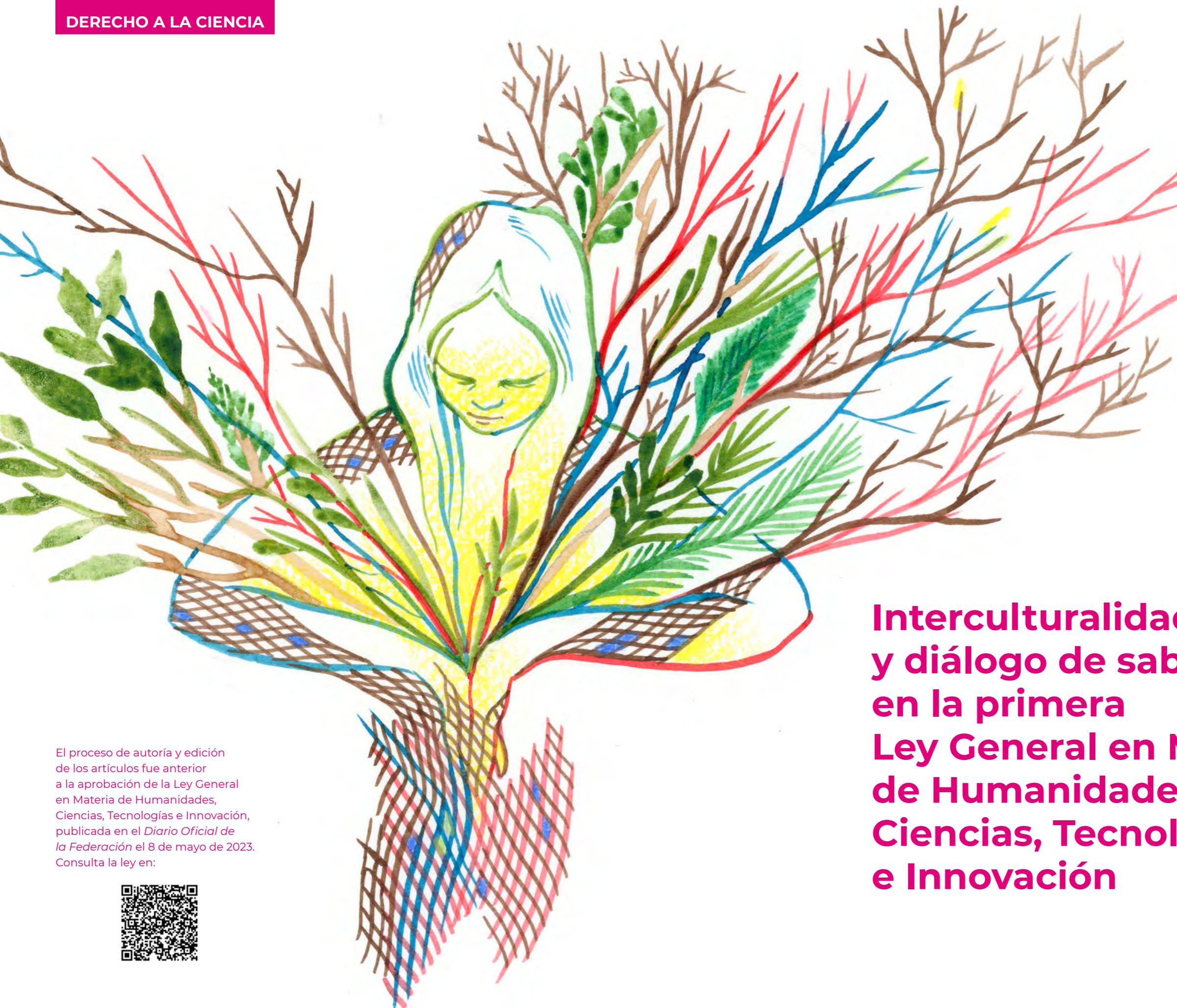
YM: Es una palabra que me parece muy buena, la de acomodarse. Y me parece que indica el sentido de estar

cómodos, de estar a gusto, ¿no? Eso es muchas veces de lo que carecemos. Y lo que hacemos es nada más seguir y seguir, sin sentido. Somos un poco como esas plantas rodantes que se mueven hacia donde sopla el viento. Pienso que si algo nos dan las artes es precisamente una raíz en la que podemos sentirnos en un lugar, en comodidad con nuestra vida. En una palabra: en un lugar sobre la Tierra. Y eso de no saber o no poder acomodarse es la pura neurosis, un estado de ni es ni *no es*; es decir, estar perdido, un sentimiento de extravío que nos enferma psicológica, espiritualmente. A final de cuentas, todo eso se convierte en un estilo de vida. No es casual que en nuestra modernidad proliferen el suicidio, la depresión. La conexión con el arte, con lo poético, tiene un valor terapéutico, diría yo.

AC: Yaxkin, ¿quieres agregar algo más?

YM: Me gustaría agregar algo sobre la poesía y la ciencia.

Quisiera que se apreciara el punto de encuentro entre ambas en nuestra visión. Tenemos que convencernos de que se necesitan mutuamente. Son como dos ramas que comparten un mismo tronco y una misma raíz que es la Tierra, el universo. La ciencia también tiene, como la poesía, un ejercicio imaginativo. Si no hubiera imaginación, si no se diera la asociación de cosas que parecen desconectadas, no tendríamos pensamiento científico. Por otra parte, la poesía, a su vez, tiene un sentido profundo de observación y contemplación del mundo. Un sentimiento del científico es ir encontrando patrones y yo pienso que el poeta también va encontrándolos, nada más que los expresa a través de su lenguaje poético y artístico. A final de cuentas, un poeta que se acerca al pensamiento científico tiene muchísimo que aprender y el científico que se acerca a la poesía se enriquecerá muchísimo. Ambos retornando a una raíz común.



El proceso de autoría y edición de los artículos fue anterior a la aprobación de la Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación, publicada en el *Diario Oficial de la Federación* el 8 de mayo de 2023. Consulta la ley en:



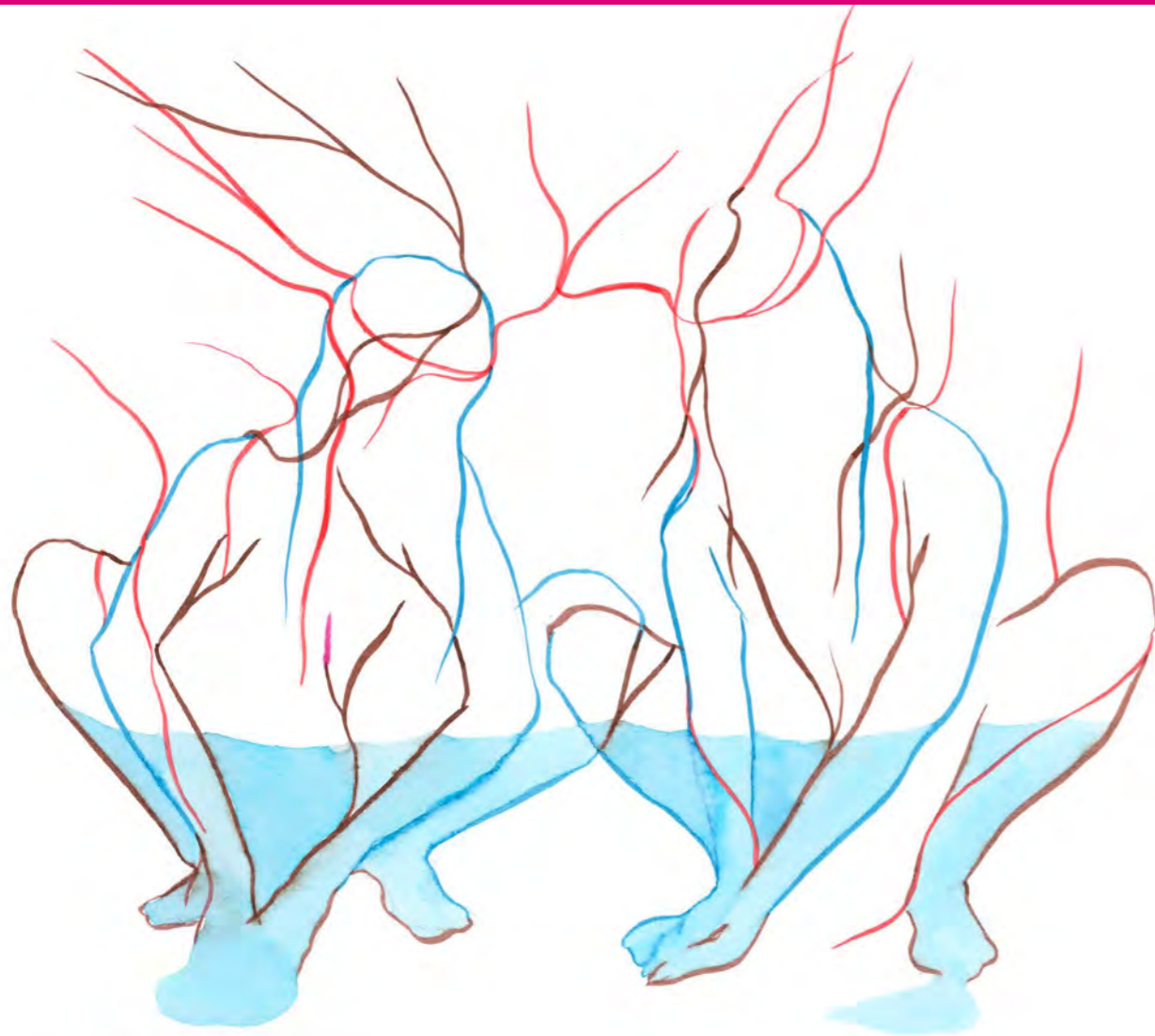
Interculturalidad y diálogo de saberes en la primera Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación

Maya Lorena Pérez Ruiz

Dirección de Etnología y Antropología Social, Instituto Nacional de Antropología e Historia.

La Iniciativa de Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación es valiosa dentro de su enunciación por varias razones; en este texto destaco algunos aspectos relevantes de su planteamiento.

Primero: reconocer las ciencias y tecnologías, en plural, representa un avance respecto de la perspectiva positivista hegemónica sobre la construcción del conocimiento. El enfoque de la Iniciativa de Ley cambia a uno más acorde al carácter pluricultural y diverso de nuestro país. El pluralismo epistemológico ampliamente asumido por filósofos de la ciencia y la cultura, como

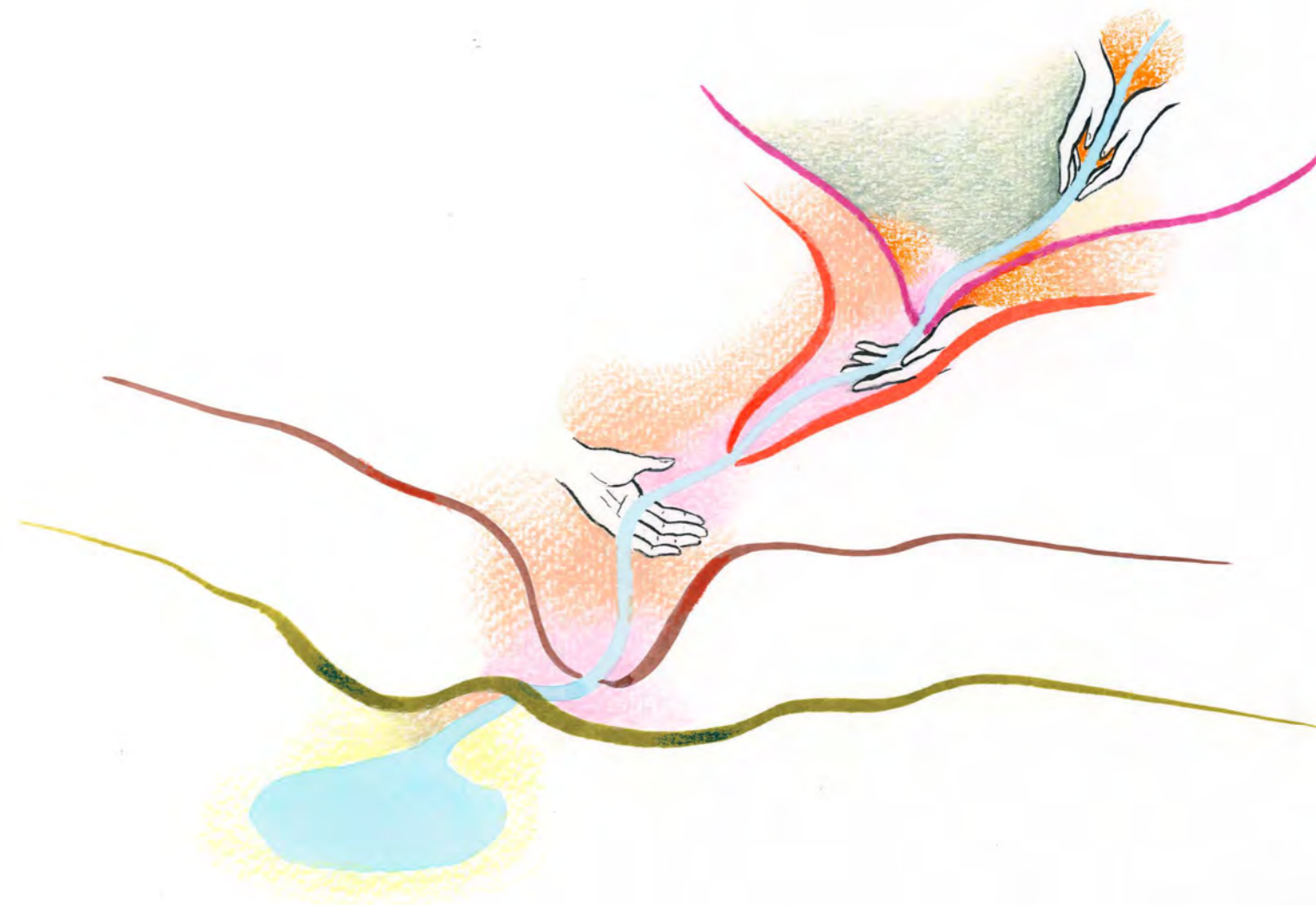


Luis Villoro y León Olivé, y adoptado en 2002 por el Consejo Internacional para la Ciencia (ICSU, hoy convertido en el ISC), reconoce el valor de los conocimientos tradicionales en diálogo con el conocimiento científico y propone distinguirlos claramente de los llamados pseudoconocimientos.

Segundo: se incorporan las humanidades en el título con la intención de enfatizar la relevancia de las aportaciones que estas disciplinas hacen al conocimiento y al diagnóstico de la realidad social, así como su papel significativo en la búsqueda y propuesta de soluciones. Además, se fortalecen

los espacios para la inter y la transdisciplina.

Tercero: se establece el derecho de todo el pueblo de México a participar en el progreso científico y tecnológico de la humanidad, como una prerrogativa que forma parte del derecho humano a la ciencia.



Cuarto: destaca el impulso de una política con visión de Estado que haga explícita la función social de las humanidades, las ciencias y las tecnologías, para que en ese marco se identifiquen prioridades estratégicas; ello sin limitar la libertad de cátedra, expresión, formación académica e

investigación en todas las áreas y campos del saber. Quinto: enaltece el valor del conocimiento creado por los pueblos y comunidades indígenas, campesinos y afrodescendientes, así como de los principios básicos que la hacen una ley incluyente y participativa, los cuales son: la interculturalidad, el diálogo

de saberes, la pluralidad y equidad epistémicas y la producción horizontal y transversal del conocimiento. Esto rompe con la hegemonía del conocimiento generado en los centros académicos, cuyas prácticas y modelos han sido tradicionalmente excluyentes de la diversidad cultural y la pluralidad

epistémica e impositivos en su quehacer de investigación, aplicación, extensión y difusión del conocimiento denominado científico.

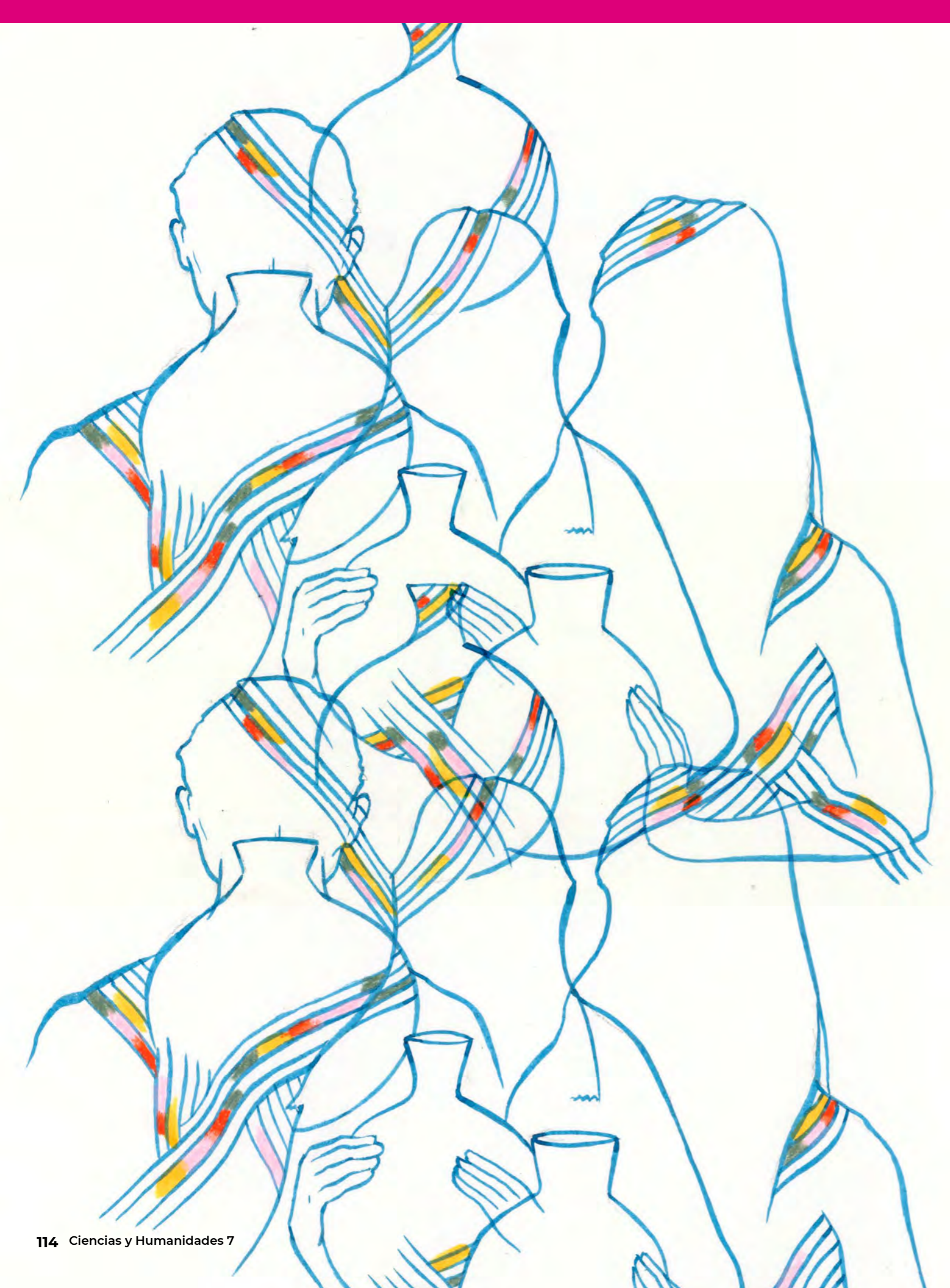
Lo enunciado hace posible la aplicación de la fracción V del artículo 3.º de nuestra Constitución. Además, permite el ejercicio de los derechos comprendidos en los artículos 2.º y 4.º que conciben a nuestro país como una nación plural y diversa en lo lingüístico y cultural, reconocen los derechos culturales como derechos humanos y rechazan cualquier forma de discriminación y de exclusión. Ello en concordancia con instrumentos internacionales, suscritos por México, en torno a los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, como el convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo y las declaraciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) en apoyo a la diversidad cultural y el patrimonio inmaterial, aunado a lo recomendado por el ICSU

en relación con el valor de los conocimientos tradicionales y al diálogo de saberes entre éstos, así como con el conocimiento científico.

Para hacer efectivos los principios y postulados de esta Iniciativa de Ley debería prestarse atención a ciertas problemáticas que subyacen a la situación de los pueblos y comunidades indígenas, algunas de las cuales son:

- En la actualidad los saberes de los pueblos indígenas, campesinos y afrodescendientes son concebidos de forma estigmatizada como conocimiento oral y empírico, producto de la experiencia y la repetición, de cobertura local, sin que se reconozca su presencia en amplias regiones y áreas culturales. Además, se ha olvidado que estos saberes conforman complejos sistemas de conocimiento y especialización que, a través de componentes de experimentación, validación





y transmisión, han podido persistir y resistir a lo largo de milenios.

- Es importante enfocarse en lo relativo a los sujetos a los que se refiere la diversidad y la pluralidad cultural, a fin de mantener la concordancia con el artículo 2.º de la Constitución.
- Es indispensable hacer valer explícitamente el fomento a la investigación básica y de frontera de carácter intercultural que ha de desarrollarse mediante el diálogo de saberes. De lo contrario, la «adecuación cultural» a la que se refiere la Iniciativa de Ley se restringirá a la divulgación, la extensión y la aplicación del conocimiento generado en los ámbitos académicos; en ese sentido, la investigación bajo la pluralidad epistémica será sólo un principio y no una política con líneas de acción de fomento y financiamiento específicas. De esa manera se harán operativos los principios

de igualdad y no discriminación, inclusión, pluralidad y equidad epistémica, diálogo de saberes, producción horizontal del conocimiento, trabajo colaborativo, solidaridad, beneficio social y precaución, contenidos en la ley.

- Se debe impulsar la interculturalidad desde la educación básica, las universidades y los centros de investigación para que en ellos se incorporen a plenitud los principios señalados en la Iniciativa de Ley.
- Por último, es necesario prestar atención en el tema de las patentes como único mecanismo de propiedad, protección, uso y aplicación del conocimiento generado, ya que, en el caso del conocimiento de los pueblos indígenas, campesinos y afrodescendientes, se trata de saberes colectivos, presentes en amplias regiones, con fronteras porosas, en las que es

imposible identificar a un propietario, a una persona o a un grupo específico que se detente como el único que tiene autoría y derechos sobre éste. De tal modo, al tratarse de un bien colectivo, de generación y uso común, por su carácter público y de beneficio social, no tendría que ser patentado ni privatizado, ya sea por una persona o un grupo, por más amplio que éste sea.

En conclusión, estoy convencida de que esta Iniciativa de Ley es de suma importancia y debe apoyarse y ponerse en marcha, ya que es un gran avance respecto a leyes anteriores. En este sentido, debe contarse con mecanismos de impulso bien establecidos que hagan efectiva y obligatoria su operación.

Hacia la producción

soberana de baterías de litio en México

El litio es un mineral estratégico cuyo valor sigue aumentando en el mundo por su capacidad de almacenar energía en sistemas cerrados (baterías) que se han ido optimizando, miniaturizando y diversificando tanto que hoy prácticamente forman parte de cualquier dispositivo con electrónica integrada. Las baterías de iones de litio (BIL) tienen una enorme relevancia para la transición energética, ya que son ampliamente demandadas principalmente para la movilidad eléctrica.

Actualmente China domina el 80 % del mercado mundial de baterías, y México se abastece de baterías importándolas principalmente de ese país. Para poder alcanzar una producción soberana, se requiere del desarrollo y fabricación integral de las BIL. En relación con esto, también se deben reorientar las capacidades del sector automotriz en México, que ocupa uno de los primeros lugares en producción de vehículos. Además, considerando que más de la

mitad de la población —sobre todo los sectores con menos recursos— usa el transporte público, resulta necesario adaptar esta tecnología para impulsar el mercado interno con una visión de futuro que garantice el acceso a vehículos eléctricos (taxis, autobuses, trolebuses, bicicletas, etc.) para la movilidad colectiva en zonas urbanas, periurbanas y rurales.

Este panorama presenta una oportunidad única para México de producir bienes estratégicos a partir del aprovechamiento de sus recursos naturales y fuerza laboral mediante una colaboración articulada con la comunidad científica y tecnológica, en un proyecto nacional para el beneficio social y con altos estándares de cuidado ambiental, como lo establece el Plan Nacional para la Innovación a través del Modelo Mexicano de Innovación Abierta, la Pentahélice.

Cabe señalar que México ocupa el décimo lugar entre los países con mayores reservas probadas de litio, aunque la

Delia Aideé Orozco

Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación, Conahcyt.

Alejandra Traffon


Dirección de Energías y Cambio Climático, Conahcyt.

Gabriel Plascencia

Centro de Investigación en Materiales Avanzados S. C.

Ignacio González

Departamento de Química, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.

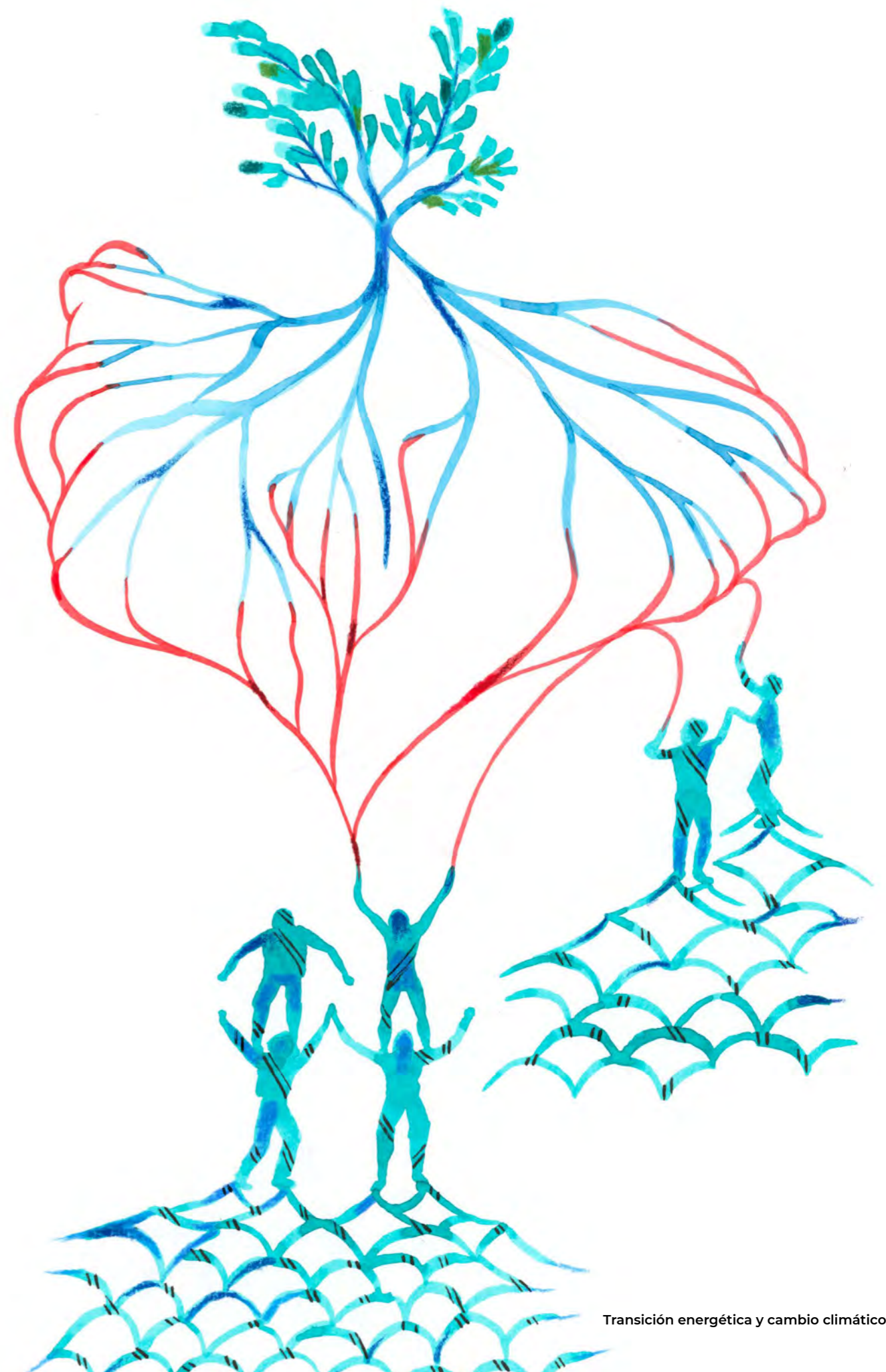


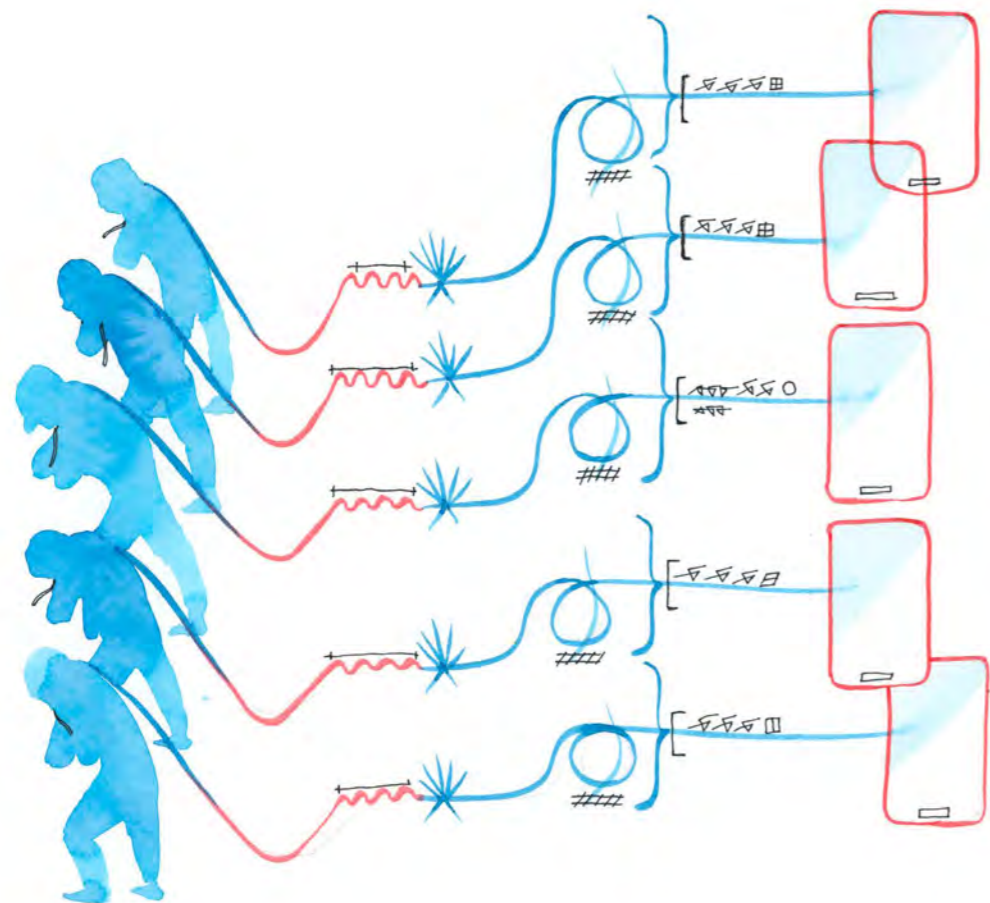
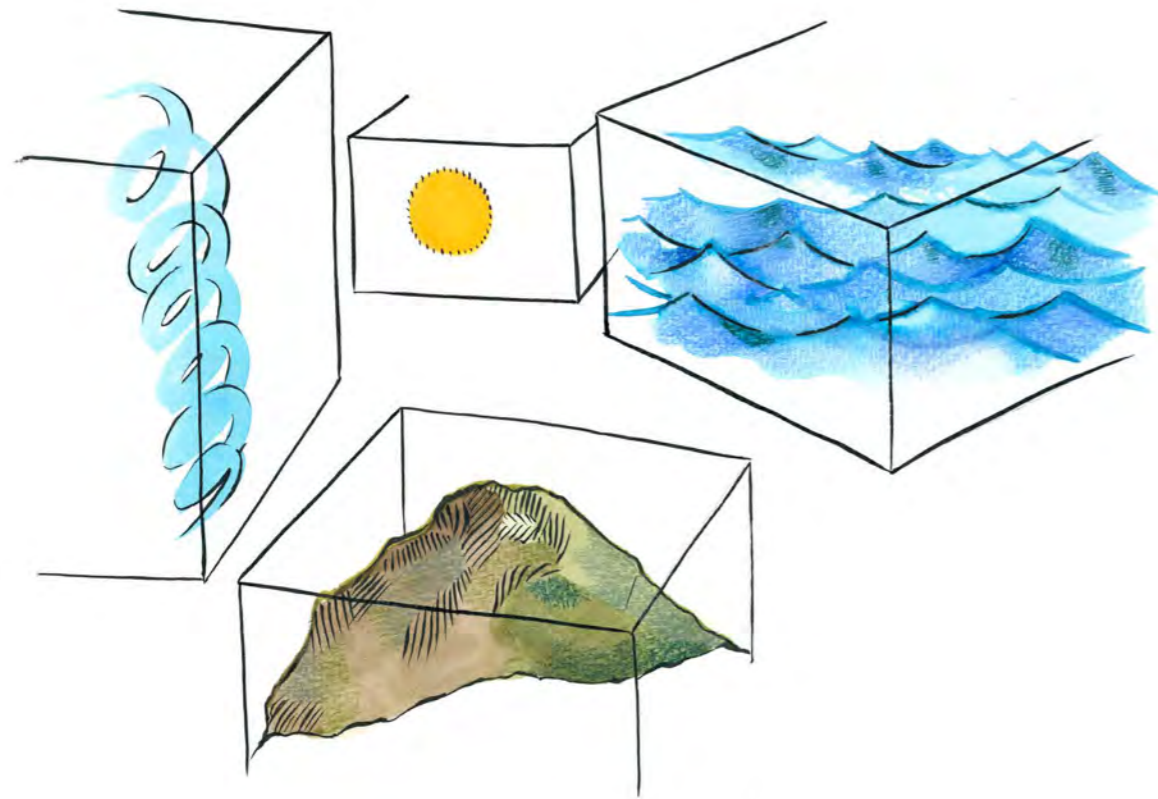
mayoría se relaciona con un único proyecto ubicado en Sonora, donde el pasado 18 de febrero se decretaron 234 855 hectáreas como reserva minera en los municipios de Bacadéhuachi, Arivechi, Divisadero, Granados, Huásabas, Nácori Chico y Sahuaripa. De acuerdo con información pública del Servicio Geológico Mexicano, la característica principal de estos yacimientos es que el litio está contenido en arcillas. En la actualidad, los procesos comerciales para la extracción de este mineral se han desarrollado para el tratamiento en rocas, como las pegmatitas (Tabelin *et al.*, 2021); sin embargo, todavía no existe ningún proceso industrial ni proyecto en el mundo que permita extraer litio de depósitos arcillosos.

Dado que se presentan concentraciones variables y asociaciones mineralógicas muy distintas que requieren de una caracterización constante y precisa para determinar las mejores rutas de procesamiento, a la fecha no hay estándares para la extracción del litio en arcillas y, por ello, los yacimientos mexicanos requieren un proceso de extracción a la medida que

aún no ha sido desarrollado. Asimismo, se deberán tomar en cuenta no sólo aspectos metalúrgicos y económicos, sino todos los impactos ambientales asociados y el desarrollo humano de las poblaciones cercanas a los sitios de explotación.

Entre los principales retos que enfrenta el aprovechamiento del litio destaca la escasez del agua, dado que se requieren grandes volúmenes para extraer el metal. Otros desafíos son la disminución del consumo energético asociado a la refinación del litio, el tratamiento de los residuos y el reprocesamiento de baterías gastadas. Dichos retos se complican por las condiciones exigentes de fabricación (dado que requiere de espacios libres de humedad y oxígeno), los insumos de alta pureza para los procesos de fabricación y las restricciones de propiedad intelectual, que incrementan costos y dificultan la implementación de procesos. El gobierno actual ha identificado esta prioridad dentro del Plan Sonora, a partir del cual se construye una visión de aprovechamiento soberano del litio desde la exploración geológica hasta



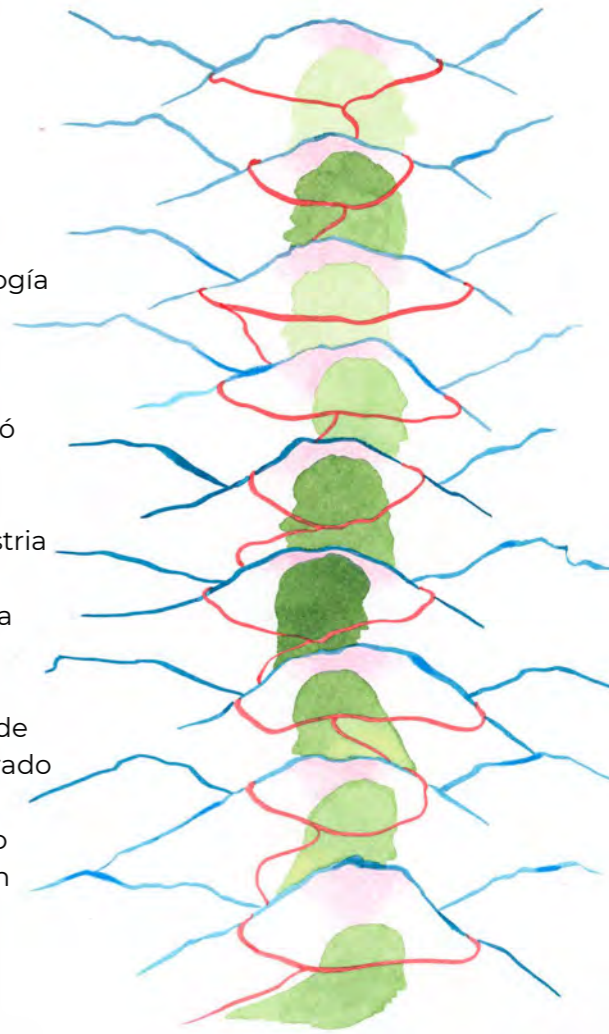


las aplicaciones finales de las baterías. En este contexto se ha hecho un llamado a que empresas mexicanas puedan producir las BIL en el corto plazo.

Hoy en México más de 40 instituciones trabajan en la metalurgia extractiva y en investigación en torno a las BIL, y más de la mitad de ellas cuenta con algún laboratorio. La masa crítica de especialistas puede fortalecerse mediante la formación de talento humano, así como a partir de la articulación de mecanismos de financiamiento adecuados que coadyuven al escalamiento de los procesos de laboratorio para favorecer la producción industrial de baterías y sus componentes, y así poder satisfacer al menos parcialmente la demanda nacional. Esto permitiría alcanzar la soberanía tecnológica en favor de la agenda del país y el fortalecimiento del mercado interno. De manera paralela, será necesario habilitar un ecosistema industrial que estimule la cadena de producción de los diferentes componentes de las baterías (grafito, aglomerantes, separadores, electrolito, precursores para el hierro fosfato, entre otros) con un

uso preferente de materias primas mexicanas y tecnología desarrollada en el país para la producción industrial.

En 1938 el presidente Lázaro Cárdenas nacionalizó el petróleo, y en 1960 el presidente Adolfo López Mateos nacionalizó la industria eléctrica; hoy la presente administración, encabezada por el presidente Andrés Manuel López Obrador, ha reconocido la importancia de asegurar que el valor generado por la explotación del litio retorne al pueblo de México mediante la nacionalización de este mineral. Con una comunidad de ciencia y tecnología pujante como la actual, estamos ante la oportunidad histórica de construir un nuevo modelo de transición energética de cara a los retos de marginación social y pobreza energética de un sector importante de la población, la crisis climática y el profundo deterioro ambiental. Esta comunidad está convocada a participar de una nueva manera para velar por el interés público, la soberanía nacional y el cuidado ambiental, por medio del desarrollo científico y tecnológico a favor de la grandeza de México.



Referencias

- Tabelin, C. B., Dallas, J., Casanova, S., Pelech, T., Bournival, G., Saydam, S. y Canbulat, I.** (2021). Towards a low-carbon society: A review of lithium resource availability, challenges and innovations in mining, extraction and recycling, and future perspectives. *Minerals Engineering*, 163, 106743. <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106743>

Energía para el *yeknemilis* (buen vivir)



IMPORTANCIA	MATRIZ DE QUEHACERES SEGÚN FUENTES ENERGÉTICAS	LEÑA	ELECTRICIDAD	SOL	GAS	FUERZA HUMANA	COMBUSTIBLES
1	HACER CARBÓN	CONSERVAR ALIMENTOS	ILUMINACIÓN	HORNear PAN	TRABAJAR	TRANSPORTE	
2	COCCIÓN DE PANELA	MOLINO DE NIXTANAL	SECAO DE LEÑA	TRANSPORTE	CONSTRUCCIÓN	MOTOSIERRAS Y CHAPEADORAS	
3	HACER AGUARDIENTE	ESCUCHAR LA RADIO	SECAO DE SEMILLA	COCCINAR	CORTAR LEÑA CAMINAR Y CORRER	JUEGOS PIROTÉCNICOS	
4	HORNear PAN	MOLER ALIMENTOS	SECAO DE ROPA	CALENTAR AGUA	HACER EJERCICIO	GLOBOS DE PAPEL	
5	COCINAR	ENTRETENIMIENTO	PARA ABRIGARNOS		BAILAR COCINAR	PARA HACER FUEGO	

José Pablo Fernández y F. Leonardo Durán O. Luis Enrique Fernández L. Georgina Morán R. Leticia Vázquez E. Proyecto colectivo «Energía para el *yeknemilis* (buen vivir) de la sierra nororiental de Puebla».

En la actualidad, la electricidad es el ícono aspiracional de un modelo de desarrollo energético que se basa en los principios de eficiencia y rentabilidad económica, y que no reconoce las concepciones de la energía que responden a otras formas de vida, como las de las comunidades en el ámbito rural. Desde la óptica de dicho modelo, el uso de la leña se visualiza, por ejemplo, como la «energía de los pobres» o «menos desarrollados», al sostener que es ineficiente, contaminante y que tiene impactos negativos para la salud y los recursos forestales, lo que, sin embargo, no es necesariamente cierto, ya que los resultados dependen de las prácticas y tecnologías que se empleen. Además, se debe considerar que en México, a partir de la Reforma Energética de 2013, los megaproyectos de generación «limpia» —hidroeléctricos,

eólicos y solares— se convirtieron, junto con la minería a gran escala, en las principales amenazas a los territorios de pueblos originarios, pues afectan su patrimonio biocultural, generan graves conflictos sociales y ocasionan irreparables deterioros ambientales, bajo el supuesto de que la tecnología aportaría elementos para su restauración (Luces de las Resistencias, 2021). Pese a sus beneficios, el modelo energético dominante es depredador y pone en riesgo la continuidad de prácticas y saberes sociohistóricos en materia de energía. Ejemplo de ello son los asociados a la producción, distribución y consumo de leña, que constituyen al menos el 70% de la energía producida y consumida en los hogares rurales (Fernández et al., 2022). Mientras estas prácticas



y saberes convierten a las familias y comunidades en sujetos ambientales activos, el modelo dominante produce consumidores o sujetos ambientales pasivos, con lo que se promueve el uso inconsciente de la energía.

Dos preguntas sobre la energía

En este contexto, la Unión de Cooperativas Tosepan ha puesto en marcha el Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) «Energía para el *yeknemilis* (buen vivir) de la sierra nororiental de Puebla», como parte de la agenda de investigación con incidencia del Programa Nacional Estratégico (Pronaces) Energía y Cambio Climático. Este proyecto ha llevado la reflexión sobre la energía a los corazones y mentes de las comunidades rurales, con el objetivo de construir en colectivo una alternativa de gestión de la energía que responda verdaderamente a sus formas de vida y no a la imposición del mundo occidental.

La decisión de desarrollar este proyecto tiene su origen en un largo proceso de defensa de la vida y el territorio contra los «proyectos de muerte»

que han amenazado la sierra de Puebla. Algunos de ellos son la minería a cielo abierto, las centrales hidroeléctricas de gran escala, las líneas de alta tensión, la fracturación hidráulica, las subestaciones eléctricas, entre otros proyectos eminentemente energéticos que responden a grandes intereses económicos ajenos a los territorios (Toledo *et al.*, 2014). Durante el proceso de defensa, la Tosepan, junto con otras organizaciones, colectivos y sociedad en general, detectaron la necesidad de reflexionar sobre la energía para pasar de la protesta a la propuesta a través de dos preguntas: ¿cómo queremos la energía?, ¿para quién queremos la energía? Dicha reflexión, aunada a experiencias de instalación de sistemas fotovoltaicos y estufas ahorradoras, entre otros procesos de apropiación tecnológica, nos hicieron ver la importancia de lo que en ese momento se enunciaba como «democratización de la energía» en el territorio.

De este proceso, en 2021, se deriva la ejecución de la fase semilla del presente proyecto. Distintas universidades locales, organizaciones sociales que emanan de procesos populares

EL ÁRBOL DEL YEKNEMLIS (VIDA BUENA)
Desde la economía social y solidaria

por la gestión del territorio y el uso de tecnologías sociales, instituciones de gobierno y actores clave del territorio con experiencia en temas de energía y tecnología fueron convocados a un proceso de reflexión sobre cómo construir una propuesta de proyecto multianual. De esta forma, se estableció la necesidad de:

- 1 Garantizar la participación activa de las comunidades.
- 2 Sumar comunidades que se dedican a la defensa del territorio.
- 3 Apoyar a comunidades con procesos de apropiación tecnológica en marcha.
- 4 Trabajar con un concepto amplio de la energía, sin focalizarlo únicamente en la electricidad.

Hacia la investigación participativa

Al hacer partícipes a las comunidades en los grupos de trabajo, a través de representantes, se busca contrarrestar una metodología de investigación tradicional de Occidente, que ha concebido a las personas como «fuentes de información» o «sujetos a investigar» para los intereses de académicos e investigadores,

con lo que se asume que las comunidades no cuentan con la capacidad de indagar, aportar o crear conocimiento.

Bajo el paradigma de investigación participativa e incidencia, entendemos que los saberes locales son contextuales, contingentes y, sobre todo, surgen de la reflexión colectiva. Por este motivo, a través de metodologías participativas, las propuestas de solución a las problemáticas fueron creadas, en su mayoría, por las comunidades que participan en esta experiencia, como sujetos activos en la construcción de un modelo alternativo propio. Durante este proceso, en el diálogo entre los saberes locales y los tecnocientíficos se propició el uso de la lengua local como elemento fundamental para reflexionar desde la manera de ser de las comunidades *masewal* y *tutunakú*, promoviendo la interculturalidad, la intergeneracionalidad y la perspectiva de género.

De la democratización al yeknemilis

El uso de conceptos comunes en el diálogo de saberes es fundamental para tejer y

construir conocimiento en colectivo. En este sentido, durante las reuniones de trabajo de la fase semilla se hizo evidente que para la comunidad tenía mucho más sentido hablar de *yeknemilis* o buen vivir, en lugar de conceptos como democratización, soberanía y seguridad. De esta forma, el nombre del proyecto dejó de ser «Democratización de la energía» y se convirtió en «Energía para el *yeknemilis*».

Desde 2015, la Unión de Cooperativas Tosepan comenzó a trabajar con el «Plan de vida de los pueblos *masewal*, *tutunakú* y mestizo», hoy conocido como el *Código Masewal* (Boege y Fernández, 2021). Durante esta experiencia, se reflexionó sobre los quehaceres y las identidades en el siglo XXI de las personas de dichos pueblos. El proceso culminó con el establecimiento de diez líneas estratégicas que pretenden orientar el trabajo en el territorio para transitar hacia el *yeknemilis*, y una de ellas es la autonomía energética (Figura 1).

Incidencia del modelo alternativo de energía

A principios de 2022, la propuesta de proyecto

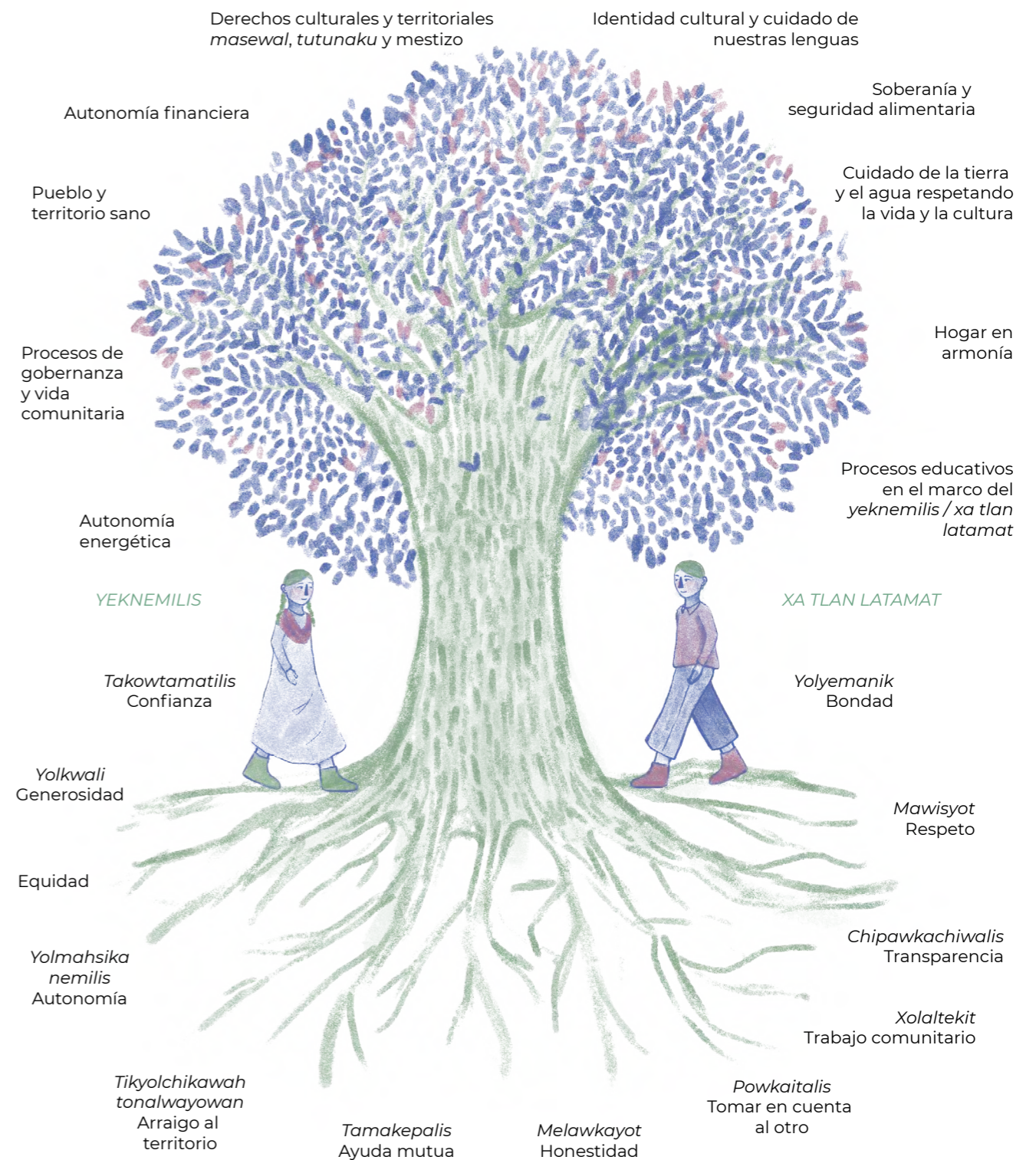


Figura 1. Árbol del *yeknemilis* (buen vivir). Líneas estratégicas de trabajo y valores comunitarios. Fuente: Boege y Fernández (2021).

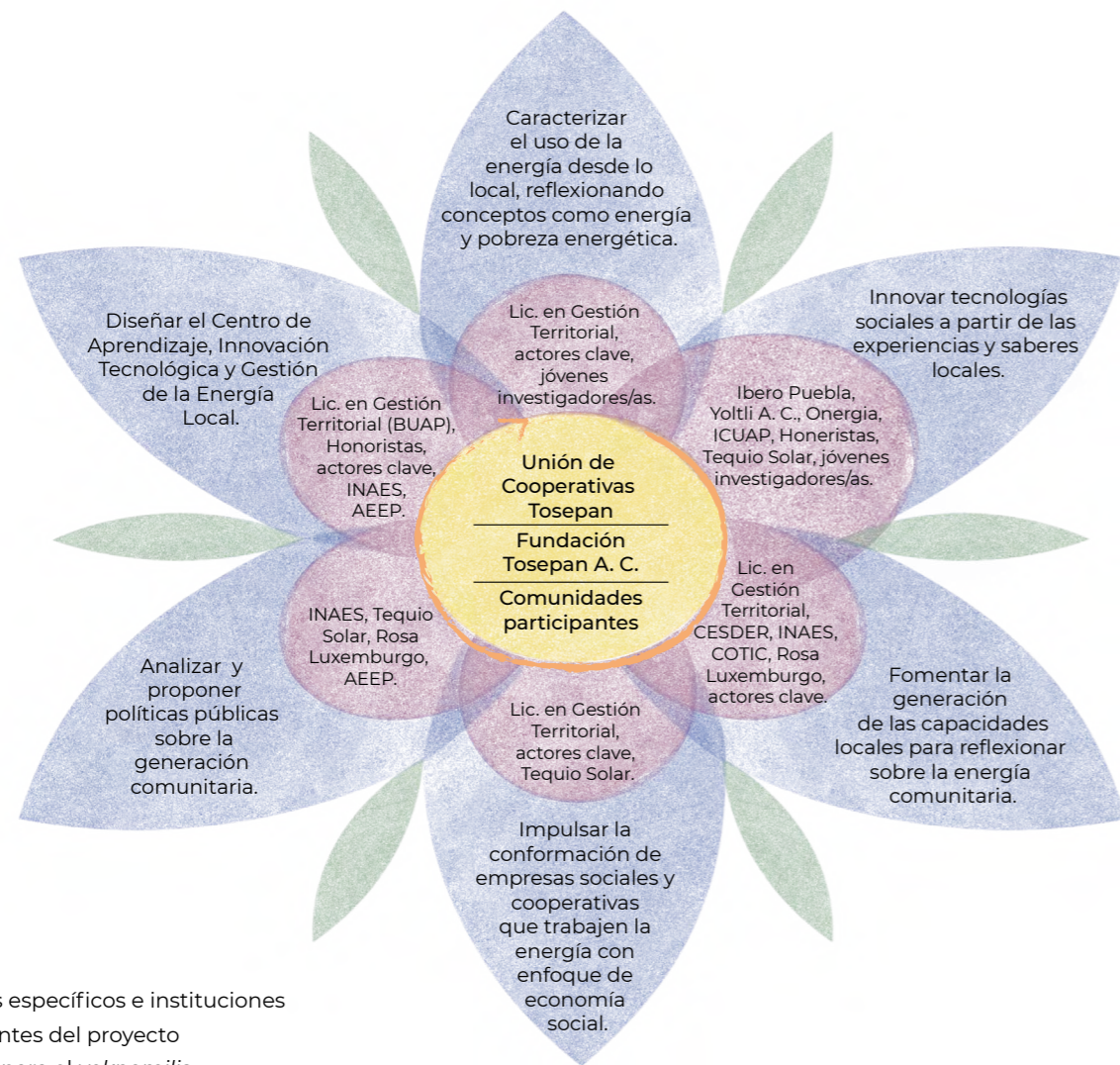


Figura 2. Objetivos específicos e instituciones participantes del proyecto «Energía para el yeknemilis».

Abreviaciones:
AEEP, Agencia de Energía del Estado de Puebla;
BUAP, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla;
CESDER, Centro de Estudios para el Desarrollo Rural;
COTIC, Comité de Ordenamiento Territorial Integral de Cuetzalan;
ICUAP, Instituto de Ciencias de la BUAP;
INAES, Instituto Nacional de la Economía Social.

multianual fue aprobada para su ejecución en un lapso de tres años. A partir de la suma de experiencias y capacidades del movimiento cooperativo Tosepan, el grupo de trabajo y las comunidades diseñaron estrategias vinculadas a seis objetivos específicos que se han trabajado de forma colectiva y participativa (Figura 2).

En el proceso de investigación e incidencia, destaca la participación de:

- Jóvenes egresadas de la Licenciatura en Gestión Territorial de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), sede Cuetzalan.
- Jóvenes con interés de conformar la cooperativa Tonaltzin para trabajar en temas de energía fotovoltaica y eléctrica.
- Jóvenes desde el servicio social de la Ibero Puebla.

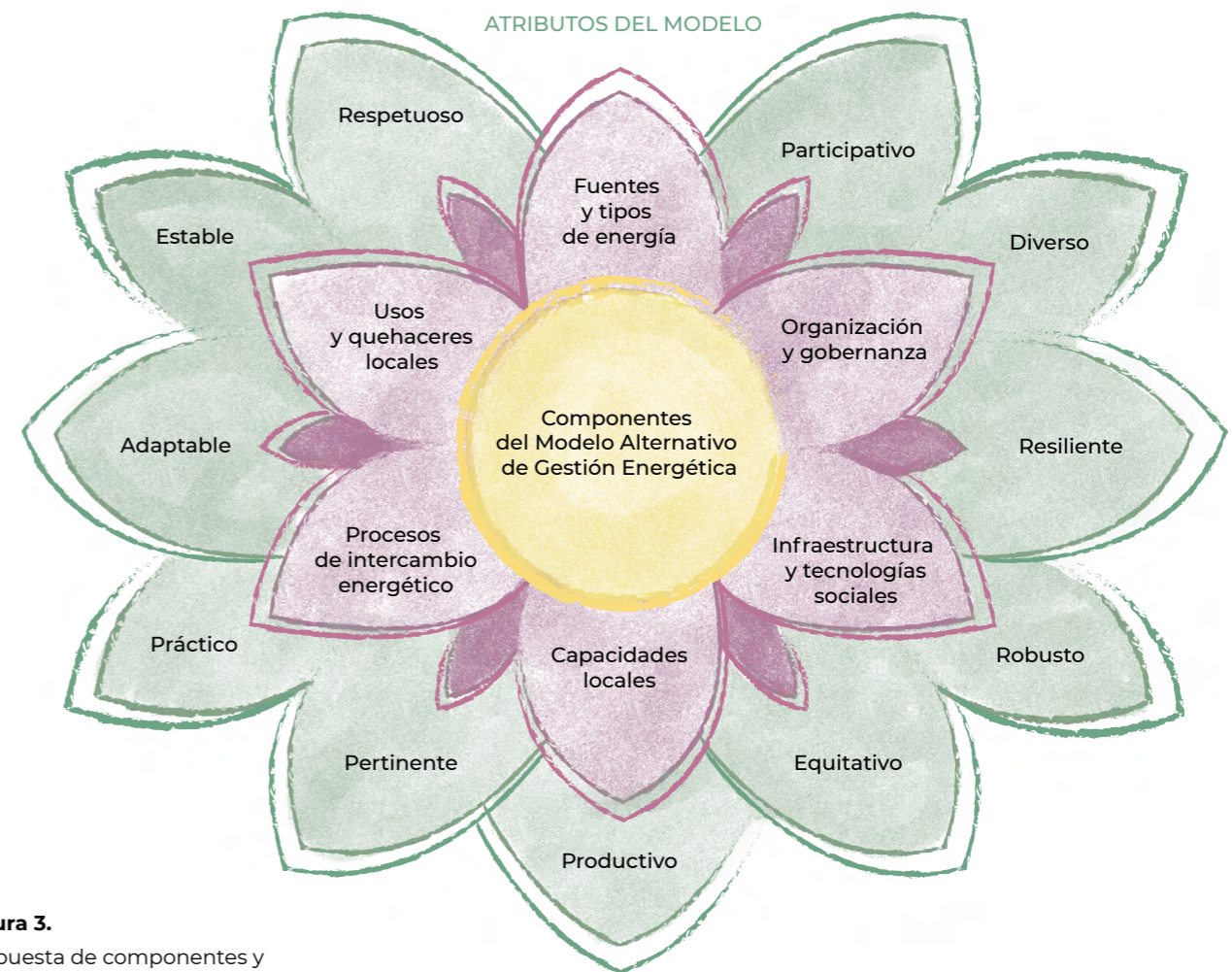


Figura 3. Propuesta de componentes y atributos del modelo alternativo de gestión energética del proyecto «Energía para el yeknemilis».

Para esta experiencia, la incidencia no se encuentra sólo en los ahorros económicos, en la instrumentación tecnológica o en las capacitaciones, sino que se expresa en la reflexión colectiva, en el aprendizaje comunitario y entre pares, en la generación de capacidades locales y en la disminución de las brechas de género e intergeneracionales, gracias a los procesos de diálogo de saberes. En este sentido, las

reflexiones desarrolladas con las comunidades apuntan a que el modelo alternativo debe responder no sólo a procesos tecnoeconómicos, sino también a procesos sociales y comunitarios.

Cabe destacar los componentes y atributos propuestos como parte de este proyecto (Figura 3) en la búsqueda de construir un modelo distinto de gestión energética, el cual ayude a las personas y comunidades

a transitar hacia el buen vivir, teniendo como base las formas de vida rurales y campesinas. Otras experiencias que se han desarrollado en el territorio sugieren que se va por buen camino y que la ruta trazada debe ser transitada y guiada por las personas que habitan, conocen y viven el territorio.

Referencias

Boege, E. y Fernández, L. (2021).

Códice Masewal. Soñando los próximos 40 años. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Fernández, J. P., Lomelín, L. E. y

Ramírez, B. (2022).

Caracterización del consumo y producción de energía local. Cuetzalan, Puebla. Pronaii-Conacyt «Energía para el yeknemilis (buen vivir) de la sierra nororiental de Puebla».

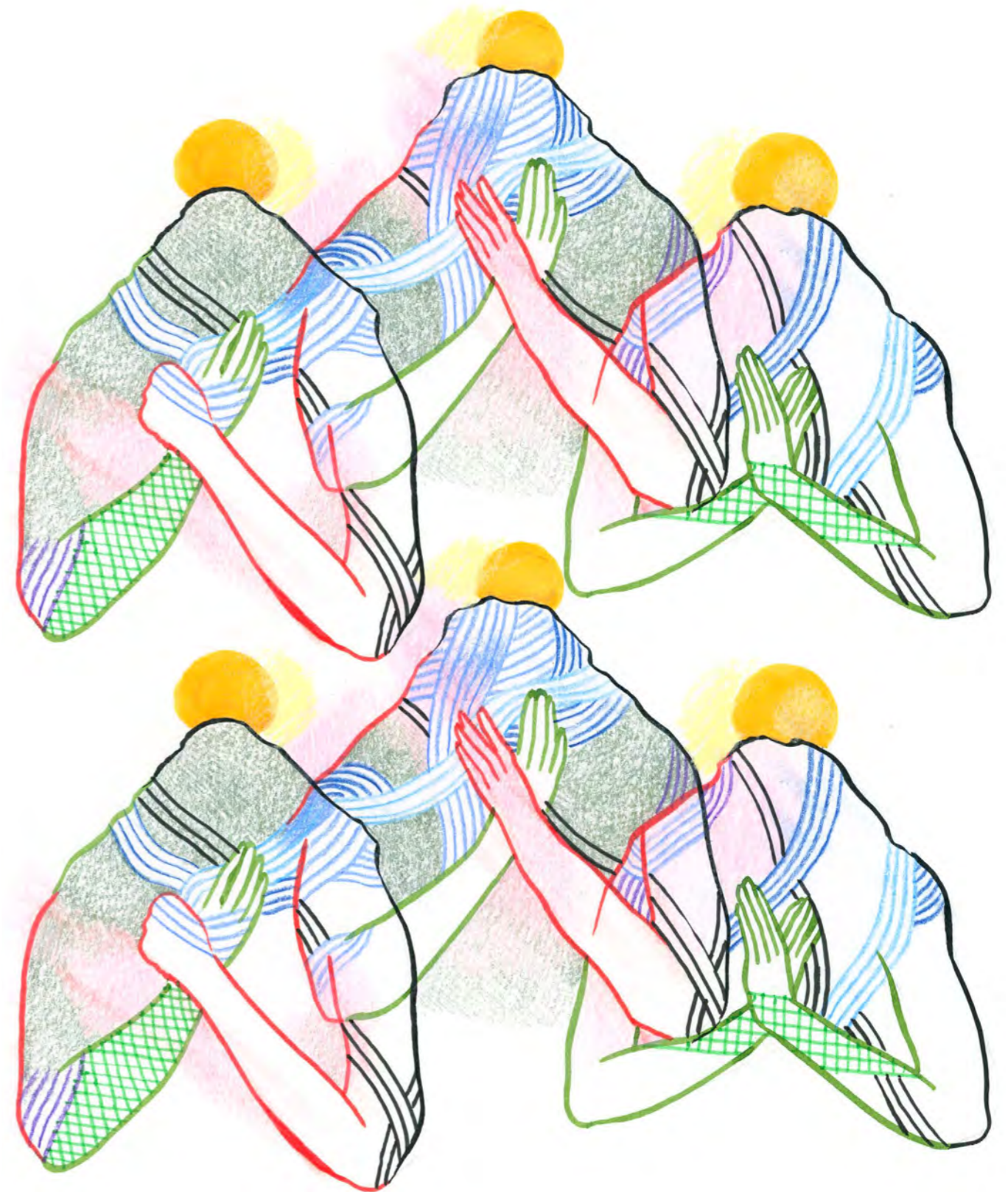
Luces de las Resistencias. (1 de diciembre de 2021). *Luces sobre el debate energético desde pueblos y organizaciones sociales* [boletín de prensa].

<https://www.laenergadelospueblos.com/post/bolet%C3%ADn-de-prensa-luces-sobre-el-debate-energ%C3%A9tico>

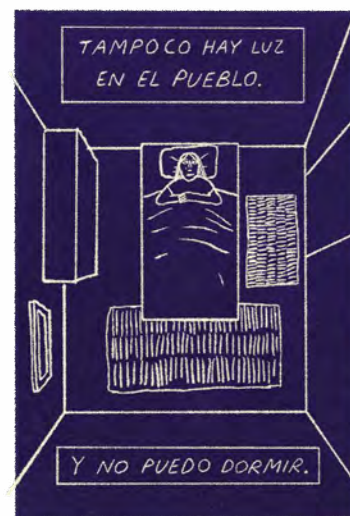
Toledo, V., Garrido, D. y Barrera, N.

(2014). Conflictos socioambientales, resistencias ciudadanas y violencia neoliberal en México. *Ecología Política Cuadernos de Debate Internacional*, 46(41), 115-124.

<https://www.ecologiapolitica.info/conflictos-socioambientales-resistencias-ciudadanas-y-violencia-neoliberal-en-mexico/>



EL FUTURO



Sueño, energía y transporte

Una mañana de lunes, en la clase de 9 a 11, en la Facultad de Arquitectura, nos encontramos hablando sobre transporte, espacio público y otros aspectos urbanos.

Alcen la mano los que se levantaron hoy antes de las cinco de la mañana para llegar a clase.

Aproximadamente la mitad del salón levanta la mano. Al preguntar sobre el tiempo para llegar a la universidad, comienza la búsqueda de miradas y turno por turno responden aquellos que viajan todos los días más de dos horas, no sin despertar cierta sorpresa, admiración o condescendencia:

—Yo viajo dos horas y media todos los días.

—Yo tres horas.

—Yo tres horas y media.

Percibo la confusión de dos alumnas extranjeras, una alemana y otra francesa, que se miran entre sí, sin



Antonio Suárez B.
 Coordinación
 del Laboratorio de Movilidad e
 Infraestructura Verde,
 Facultad de Arquitectura,
 Universidad Nacional Autónoma
 de México.



tener claro de qué se habla. Por momentos dudan estar entendiendo, no dan crédito de lo que escuchan y piensan que el problema es el idioma, hasta que una última chica, entre el silencio y la mirada de toda la clase, aclara:

—Yo cuatro horas, un poco menos, me levanto a las tres. Pero, profe, sólo los días que tengo clase a las siete. Si sólo viniera a su clase, me levantaría como a las cuatro de la mañana.

La alumna alemana no lo resiste y pregunta:

—Pero ¿cómo es posible? Yo viajé nueve horas para venir desde Alemania. Me dieron de comer, dormí y llegué cansada.

Recuerdo algo que comentamos en la clase anterior y respondo:

—Ahí la explicación a tu observación sobre la existencia de tantos puestos de comida en la calle.

La comida es energía, y la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) necesita mucha, pero mucha energía y de todo tipo para lograr los

más de 34.5 millones de viajes que todos los días se realizan dentro de ella.

Conforme a los datos de la *Encuesta Origen Destino en Hogares de la ZMVM* (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2017) se aclara que 15.5 millones de viajes se realizan en transporte público y sólo 7.2 millones, en transporte privado.

Entonces no está tan mal, ¿no?

Otro alumno pregunta: —¿Y los restantes?

La asombrosa cantidad de 11 millones de viajes sólo implican caminar: a la escuela, a los comercios circundantes, a las tortillas, a la panadería, al mercado sobre ruedas, a trabajos cercanos. En general, se trata de pequeños viajes barriales, cercanos a las viviendas.

Las chicas extranjeras insisten:

—Pero ¿por qué más personas no vienen en bicicleta si el clima es tan bueno aquí en Ciudad de México?

Ahora los alumnos nacionales son los que se





miran entre sí, imaginando lo que implicaría un viaje desde el Estado de México hasta Ciudad Universitaria en Coyoacán sin infraestructura ciclista. Ahora no se trata de un problema de idioma, es la evidencia de la desigualdad entre dos mundos: una ciudad con ciclovías, bicicletas públicas, cablebuses, sistemas eléctricos de transporte con subvenciones por arriba del 100% y la comparación con un modelo de periferia, similar a la mayoría de las ciudades mexicanas en las que vive el 79% de la población del país.

Ciudades, población y vivienda

En la actualidad, muy pocas personas pueden pagar por una vivienda bien localizada en las ciudades mexicanas. No sólo se trata de la ZMVM. En todo el país el costo del suelo urbano se ha encarecido con precios astronómicos que hasta hace unos cuantos años, en su mayoría, dependían de factores internos como oferta, demanda,

servicios, acceso a crédito y transporte, entre otros.

En un estudio sobre la expansión de las ciudades mexicanas, implementado en 2012 por la desaparecida Secretaría de Desarrollo Social, se encontró que en el periodo comprendido entre 1980 y 2010 la población de las zonas urbanas se duplicó, y la huella de las manchas urbanas creció en promedio siete veces. Este modelo de ciudad que se desarrolló en poco menos de cuatro décadas dejó a las fuerzas del mercado la producción de vivienda social, pero no tomó en cuenta el declive de la producción nacional de hidrocarburos, el alza global de los precios de los combustibles o el surgimiento de nuevas formas de trabajo para un grupo selecto de ciudadanos. Esto ha contribuido a elevar los costos de provisión de servicios, los tiempos de viaje y los precios de suelo, expulsando con ello a las poblaciones locales y generando una disrupción en la cual es difícil determinar no sólo el tamaño ideal de una

ciudad, sino también las mejores alternativas de transporte y traslado urbanos.

Algunas de las ciudades con mayor crecimiento poblacional durante las últimas décadas han sido los centros turísticos costeros, Cabo San Lucas y San José del Cabo en Baja California Sur, Playa del Carmen y Cozumel en Quintana Roo, Puerto Vallarta en Jalisco y, a una escala menor, Manzanillo en Colima y Puerto Peñasco en Sonora (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano, 2018). Sin embargo, ciudades como Aguascalientes, Querétaro y otras del Bajío también crecieron considerablemente.

Entre 2010 y 2018, la mancha urbana de las tres principales ciudades —Ciudad de México, Guadalajara y Monterrey— creció a un ritmo promedio 2.3 veces superior al incremento de población nacional. Este hecho evidencia que la expansión territorial de las ciudades mexicanas continúa independientemente de la dinámica poblacional (Zubicaray *et al.*, 2021).

Autos y ciudad

Las ciudades del centro y norte de México son el escenario principal en el que circulan más de 50 millones de vehículos (INEGI, 2021). De ellos, poco más de 34 millones corresponden a autos particulares, 11 millones sirven como camiones de carga de diversos tipos, incluyendo las llamadas *pick ups* o trocas, y 750 mil son camiones de pasajeros.

Hasta el inicio de la crisis mundial por la pandemia de COVID-19, el parque vehicular en México registró un crecimiento del 6.4% anual, mientras la población creció al 1.5%.

Cinco factores principales explican el número de vehículos que circulan en el país:

- 1 La extensión territorial de un país montañoso en aproximadamente el 50% de su territorio, caracterizado por una compleja accesibilidad.
- 2 La proliferación de una industria nacional

fabricante y ensambladora de autos que durante mucho tiempo se enfocó en el mercado interno y actualmente apunta al mercado de exportación.

- 3 La existencia de una amplia red de carreteras y caminos —174 779 km de carreteras pavimentadas, 78 385 km de vialidades urbanas y 527 345 km de caminos no pavimentados— con un total de 780 509 km que forman la red nacional de caminos.
- 4 La baja inversión en transporte público frente a una cultura orientada al uso del automóvil particular, que históricamente ha recibido gigantescos subsidios a través de combustible barato y prioridad espacial.
- 5 El surgimiento de ciudades dormitorio en las periferias, producto de la especulación inmobiliaria.

Un dato relevante es que los camiones y taxis colectivos son los modos de transporte predominantes a nivel

nacional. Los camiones representan el 34.5% del total de viajes y los taxis colectivos, el 25.5%. La mayoría de los viajes (60%) utiliza, en alguno de sus tramos, uno u otro de esos dos transportes, seguidos por el automóvil particular (22%). En consecuencia, una buena parte de los presupuestos estatales y municipales se enfoca en mantener, ampliar y mejorar la infraestructura vial para ellos. Esto incentiva a su vez la adquisición de más unidades en una ecuación de alto costo energético, en la que más autos demandan mejor infraestructura, lo que deriva en una cantidad mayor de vehículos.

El consumo voraz del suelo urbano y la modificación de la estructura de las ciudades limitan el acceso a la vivienda social, lo que obliga a las poblaciones de menores ingresos a vivir más lejos y a consumir más energía en ineficientes y largos trayectos desde y hacia las periferias, lo que implica comprometer cientos de millones de horas-persona todos los días.

Energía y movilidad

De acuerdo con el *Balance Nacional de Energía 2018* (Secretaría de Energía, 2019), del gasto total de la energía que se consume en México, el 46% es utilizado por el sector transporte —muy por encima de la media mundial del 28%—, mientras que el restante 54% corresponde a los demás sectores, categorías y subcategorías. Tan sólo para el sector transporte, destaca el hecho de que el autotransporte representa el 96% del consumo total. De ello se concluye que cualquier iniciativa que busque disminuir el consumo de energía en el país debe contemplar un cambio en la movilidad urbana que predomina en el presente.

Si bien aún no existe un modelo desagregado sobre el consumo energético del transporte de las zonas urbanas a nivel nacional, sí hay un consenso sobre la urgencia por generar modelos de gestión urbana y transformación de infraestructuras convencionales en



GASTO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE CARBONO POR MODO DE TRANSPORTE (g/km)

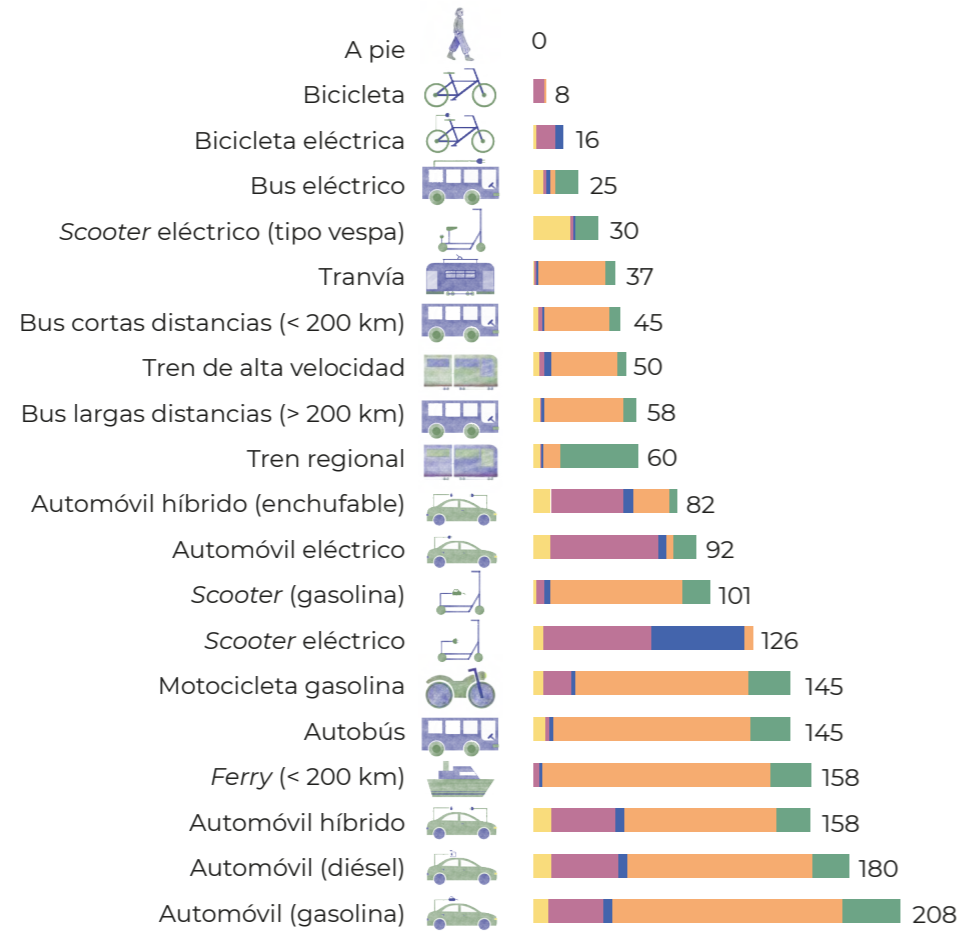


Figura 1. Gasto energético y emisiones de carbono por modo y categoría de transporte. Fuente: Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad (2019) y Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad (2020).

infraestructuras verdes, que puedan efficientar el gasto energético y ampliar la disponibilidad de transportes sustentables. Lo anterior incluye no sólo bicicletas, sino también la inminente electrificación del transporte público. Los modelos que se busca generar tienen el objetivo de disminuir la huella

energética de emisiones, así como las horas de traslado en favor de aquellos que más tiempo y energía invierten en sus trayectos.

La figura 1 muestra un análisis de los modos de transporte ideales en función de su eficiencia energética y de los gramos de emisiones por kilómetro

por pasajero, tomando en cuenta su manufactura, mantenimiento y operación.

Ciudad y sueños

¿Cuáles pueden ser los aportes desde la planeación, la arquitectura, el paisajismo y el urbanismo para solucionar este problema?

—Que exista vivienda asequible en la ciudad.

—Venir sólo unos días a la escuela y el resto estudiar en línea.

—Hacer más ciclovías y banquetas para que los 11 millones de viajes que ya se hacen sólo caminando puedan llegar a toda la ciudad.

Bueno, de acuerdo. Y si vivieran más cerca y tuvieran el transporte ideal, ¿en que utilizarían su tiempo extra?

—Dormir, profe, dormir...

Del total de alumnos inscritos en la Facultad de Arquitectura, cada estudiante viaja en promedio 80 minutos para llegar y en total 160 minutos tomando en cuenta el regreso a casa (Instituto de Geografía, 2020).

Referencias

Coordinación Universitaria para la Sustentabilidad. (2019). *Seminario tópicos de frontera*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Instituto de Geografía. (2020). *Queremos conocerte, resultados de encuesta de ingreso 2021-2*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2017). *Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México (OED) 2017*. <https://www.inegi.org.mx/programas/eod/2017/>

_____. (2021). *Parque vehicular*.

Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad. (2020). *Movilidad y transporte sustentable en la ciudad. Retos de la movilidad ante la pandemia [coloquio]*. Universidad Nacional Autónoma de México.

Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2018). *Sistema urbano nacional 2018*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/400771/SUN_2018.pdf

Secretaría de Energía. (2019). *Balance Nacional de Energía 2018*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/528054/Balance_Nacional_de_Energ_a_2018.pdf

Zubicaray Díaz, G., Brito Moreno, M. y Ramírez Reyes Brito, L. (2021). *Las ciudades mexicanas: tendencias de expansión y sus impactos*. Coalition for Urban Transitions. <https://urbantransitions.global/es/publication/las-ciudades-mexicanas/>

Números anteriores



Núm. 1

Agua

Septiembre-octubre 2021



Núm. 2 | Especial

Ciencia de frontera

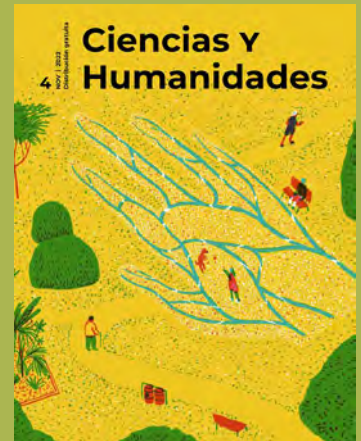
Octubre 2022



Núm. 3

Nuestros mares y océanos: el golfo de México

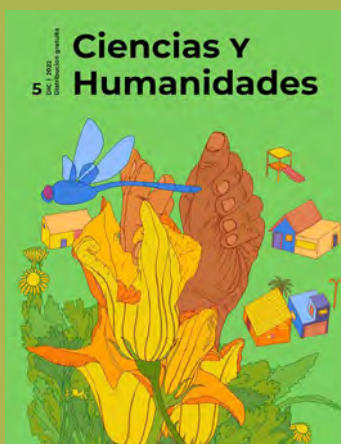
Octubre 2022



Núm. 4

Pronaces Salud I: Transformación de la investigación en salud

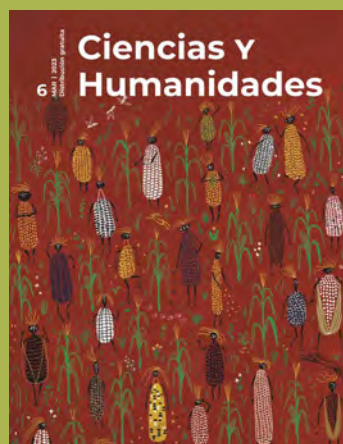
Noviembre 2022



Núm. 5

Pronaces Salud II: Rumbo a la investigación con incidencia

Diciembre 2022

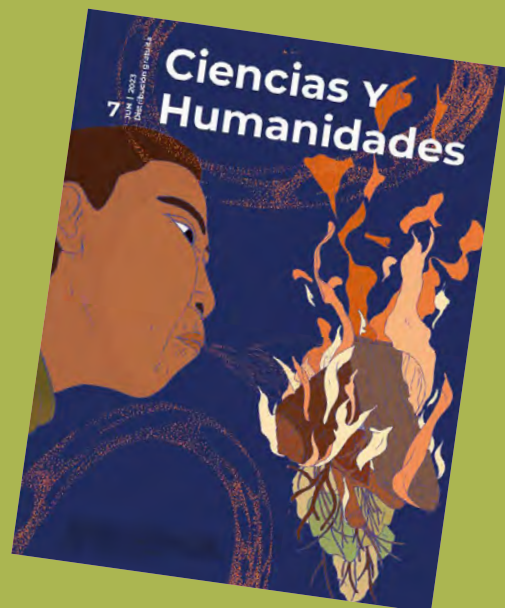


Núm. 6

Soberanía Alimentaria

Marzo 2023

Número actual



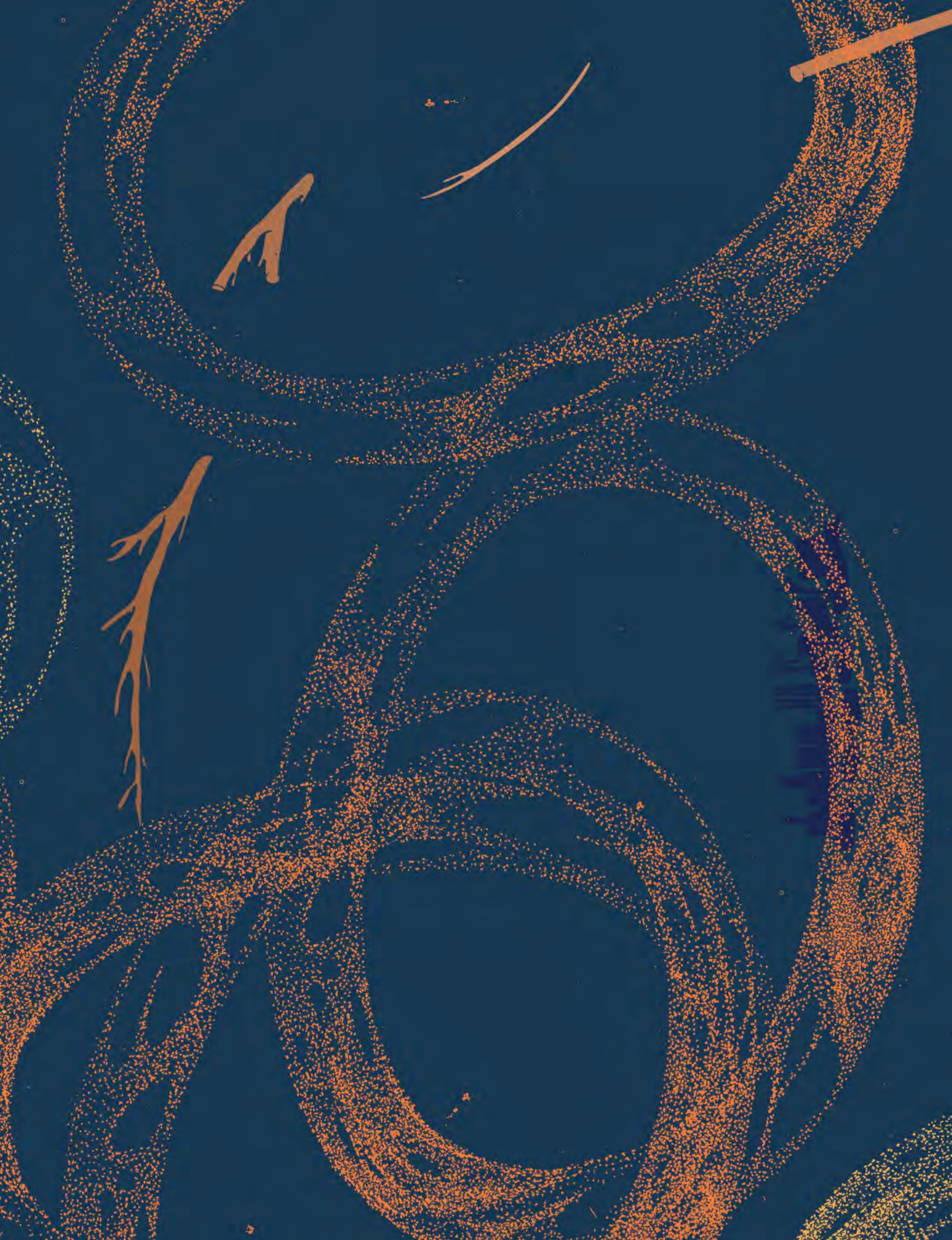
Núm. 7

Transición energética y cambio climático

Junio 2023

Próximos temas

• *Educación* • *Memoria histórica* • *Especial*



«Que se iluminen las palabras de todos los poetas
así iluminarán el rumbo de la ecología
Que sus poemas corten las cadenas
que atan a la pobreza del espíritu
Que traigan nueva ciencia, fresca y deliciosa
como un campo de mandarinas».

Yaxkin Melchy



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS