

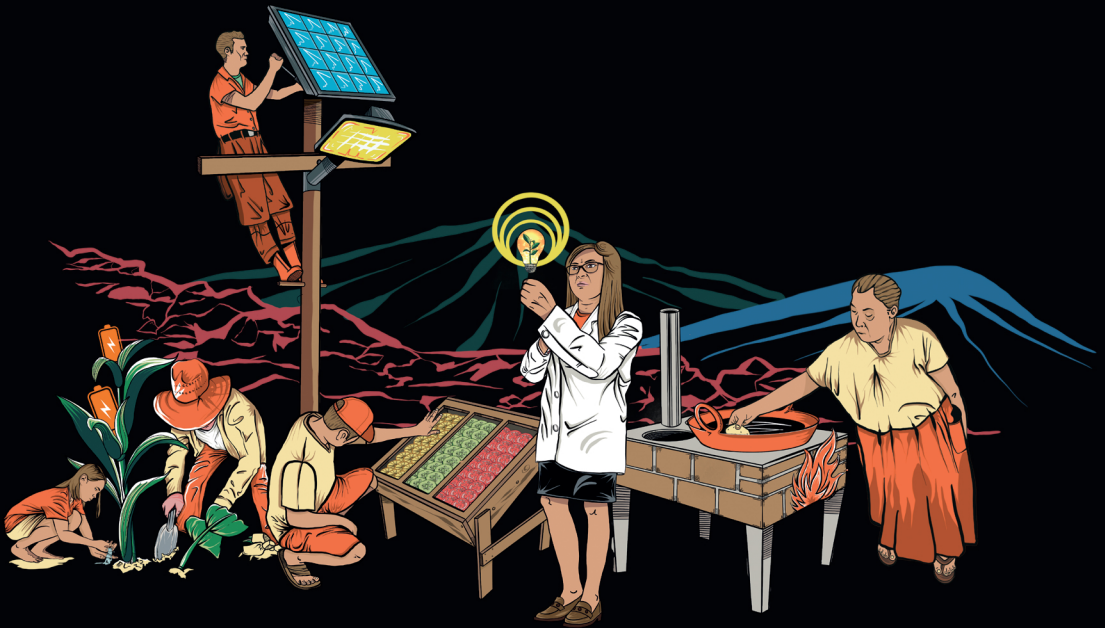
COLECCIÓN
CIENCIAS Y
HUMANIDADES
PARA MÉXICO

Energía y cambio climático

Retos y horizontes de la agenda de investigación en México

Sandra Rátiva-Gaona
Azucena Silva Norman
Alejandra Straffon

COORDINADORAS



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

COLECCIÓN CIENCIAS Y HUMANIDADES PARA MÉXICO

El Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) difunde, a través de la colección Ciencias y Humanidades para México, obras de investigación científica y humanística que aportan conocimientos para el desarrollo y bienestar de nuestro país.

Las personas autoras, tanto nacionales como extranjeras, son profesionales y académicas altamente capacitadas en la investigación humanística y científica, dedicadas a la atención de las principales temáticas y los problemas prioritarios de México, así como del contexto latinoamericano.

Con la publicación de estos trabajos se conforma un corpus valioso, accesible para estudiantes de educación superior, así como profesionales especializados y no especializados. De igual forma, el público general podrá completar o enriquecer su formación mediante la lectura y el estudio de sus páginas.

Los libros de esta colección abordan cuestiones fundamentales y de interés, como salud, movilidad, soberanía alimentaria, migración, cambio climático, transición energética, educación, artes y literatura, y contribuyen al diálogo e intercambio de ideas sobre temas actuales que remiten a nuestras realidades.

De esta manera, el Conahcyt y el Fondo de Cultura Económica han unido esfuerzos para hacer de esta colección una muestra significativa de las visiones y los conocimientos que las y los expertos tienen respecto de algunos temas sobresalientes que hoy se debaten en México y América Latina.

Energía y cambio climático

Programa Nacional Estratégico de Energía
y Cambio Climático (Pronace ECC)

COLECCIÓN
**CIENCIAS Y
HUMANIDADES
PARA MÉXICO**

Energía y cambio climático

Retos, aprendizajes
y horizontes de la
agenda estratégica de
investigación en México

Sandra Rátiva-Gaona
Azucena Silva Norman
Alejandra Straffon
COORDINADORAS



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
Y TECNOLOGÍAS



Instituto
Mora

Primera edición, 2024

Rávita-Gaona, Sandra, Azucena Silva Norman y Alejandra Staffron (coords.)

Energía y cambio climático. Retos, aprendizajes y horizontes de la agenda estratégica de investigación en México. Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) / coord. de Sandra Rávita-Gaona, Azucena Silva Norman, Alejandra Staffron ; present. de Omar Maserá, Luca Ferrari ; introd. de Alejandra Staffron, Sandra Rávita-Gaona. -- México : Conahcyt, Instituto Mora, 2024

540 p. : ilus., fots., grafs., tablas ; 23 x 17 cm -- (Colec. Ciencias y Humanidades para México)

ISBN: 978-607-8273-88-1

1. Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) 2. Recursos energéticos renovables -- México 3. Desarrollo sustentable -- Política gubernamental -- México 4. Política energética -- México 5. Políticas ambientales -- México 6. Cambio climático 7. Divulgación científica I. Silva Norman, Azucena, coord. II. Staffron, Alejandra, coord. III. Maserá, Omar, present. IV. Ferrari, Luca, present. V. t. VI. Ser.

LC HD9502.5

Dewey 333.794 R539e

Distribución nacional



© Coordinadoras: Sandra Rávita-Gaona, Azucena Silva Norman, Alejandra Staffron

© Ilustración: Juan Octavio Díaz Ruiz

D.R. ©2024 Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías
Av. Insurgentes Sur 1582, col. Crédito Constructor, Benito Juárez,
Ciudad de México, CP 03940

D. R. ©2024 Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora
Calle Plaza Valentín Gómez Farías 12, col. San Juan Mixcoac,
Benito Juárez, Ciudad de México, CP 03730

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, la fotocopia o la grabación, sin la previa autorización por escrito del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías.

Esta publicación forma parte del proyecto "Plataformas de difusión científica: narrativas transmedia para México" del Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, proyecto apoyado por el Conahcyt en el año 2024.

ISBN: 978-607-8273-88-1

Distribución gratuita, prohibida su venta

Impreso y hecho en México

Presentación

Son cosas chiquitas. No acaban con la pobreza, no nos sacan del subdesarrollo, no socializan los medios de producción y de cambio, no expropián las cuevas de Alí Babá. Pero quizá desencadenen la alegría de hacer y la traduzcan en actos. Y al fin y al cabo, actuar sobre la realidad y cambiarla, aunque sea un poquito, es la única manera de probar que la realidad es transformable.

EDUARDO GALEANO

Tras la publicación del libro *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México* (2023), es un placer poner a disposición de los lectores este nuevo volumen coordinado por el Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC), con el que se busca visibilizar, brindar reflexiones críticas y mostrar los principales resultados obtenidos hasta la fecha por un grupo amplio de Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) que forman parte de nuestro Programa.

Como Pronace ECC nos hemos dedicado desde hace cinco años de manera integral y colectiva a construir una propuesta para una transición energética justa y sustentable en México a partir de diferentes líneas de trabajo: el soporte conceptual, el desarrollo de políticas públicas, la generación de bases de datos e información estratégica del sector energético, la organización de foros de discusión, la publicación de numerosos

materiales de análisis y difusión para diferentes públicos, así como la coordinación de los Pronaii seleccionados en la convocatoria de energía y cambio climático.

Aunque todas estas acciones han sido importantes, no podríamos imaginar nuestro Programa sin el aporte de los Pronaii, el corazón y la fuerza que nutre el Pronace ECC. Los Pronaii son los “focos de esperanza” donde se teje de forma cotidiana un futuro diferente para el país. Donde colectivos, organizados en equipos multi y transdisciplinarios provenientes de la academia, de instituciones gubernamentales y privadas, de la sociedad civil y del sector social trabajan hombro con hombro en la resolución de problemáticas concretas de sus entornos para desarrollar propuestas que tengan viabilidad técnica, sociocultural y ambiental en 23 estudios de caso que cubren 20 estados y 84 municipios del país. Donde grupos provenientes de la academia dejaron sus “zonas de confort” para transformar el modelo dominante de ciencia-tecnología-innovación, en el que la sociedad sólo “recibía” los conocimientos y tecnologías generados por expertos en sus laboratorios, hacia una praxis alternativa basada en la investigación con incidencia socioambiental y en el diálogo de saberes con miras al bien común. Donde, en suma, las innovaciones y los desarrollos tecnológicos no se piensan desde y para el mercado, sino desde la visión, las necesidades y las prioridades de los usuarios locales.

Como todos los que abren nuevos caminos, es claro que los Pronaii enfrentan muchos obstáculos y retos, desde el cambio en modelos conceptuales enraizados en el quehacer científico y técnico tradicional, el enfrentarse a grupos de poder político y económico ligados al *statu quo* que al ver afectados sus intereses bloquean las iniciativas locales, la necesidad de desarrollar otros medios de comunicación y difusión, hasta el verdadero poder “hacer” y dialogar entre grupos cultural y epistémicamente diversos como los que forman los Pronaii.

Este volumen revisa de modo ágil e innovador las formas mediante las cuales 10 Pronaii del Programa y un grupo selecto de otros colaboradores

hacen frente y proponen alternativas a los retos metodológicos y prácticos inherentes a la tarea de transformar la realidad desde el ámbito local y regional. Las contribuciones incluyen la ampliación y resignificación de conceptos tan fundamentales como la energía misma o de marcos analíticos para el abordaje de los debates actuales en torno a la transición energética y la mitigación del cambio climático.

Otros trabajos abordan en términos metodológicos tanto la innovación como la construcción transdisciplinaria de conocimiento y presentan propuestas para hacer frente a problemas nacionales estratégicos en materia de energía y cambio climático. En otros casos, se discuten alternativas energéticas en el medio urbano, donde el transporte y la calidad del aire son temas centrales, y en el medio rural, donde se impulsan la apropiación de tecnologías energéticas por parte de los productores, así como la creación de valor en ámbitos locales a través de redes de producción y consumo. Todo este valioso bagaje de experiencias y conocimientos se nos comunica de manera diversa, didáctica y amena.

Los invitamos a participar de esta experiencia, seguros de que encontrarán en el volumen temas de reflexión, aprendizaje y un rico recuento de experiencias que recorre buena parte de nuestro país. Y tal vez, poco a poco, con libros como el presente, podremos ir repensando y construyendo un México en el que el futuro no se limite a perseguir un puñado de sueños a gran escala formulados desde el poder central o desde grandes corporaciones, sino en el que sea posible hacer realidad miles de pequeños y medianos sueños, imaginados, diseñados y llevados a la práctica desde cada una de las localidades de nuestro extraordinario, diverso y hermoso país.

Omar Masera y Luca Ferrari

Coordinadores del Programa Nacional
Estratégico de Energía y Cambio
Climático, Conahcyt

Introducción

Alejandra Straffon
Sandra Rátiva-Gaona

Los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) son una nueva estrategia que orienta la investigación a prevenir, atender y solucionar problemáticas nacionales específicas a través de Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii). Estos últimos están a cargo de grupos de investigación que trabajan con actores clave en otros sectores y en diferentes áreas de conocimiento. Los Pronaii son seleccionados en el marco de las convocatorias realizadas por el comité ejecutivo de cada Pronace.

Como su nombre lo indica, los Pronaii tienen como propósito incidir en las causas estructurales de los problemas que abordan, es decir, deben tener un impacto concreto en los territorios y comunidades donde se llevan a cabo. Al mismo tiempo, deben proponer mecanismos de disseminación de sus resultados con el fin de expandir procesos transformadores y soluciones a los problemas energéticos, climáticos o de calidad del aire del país.

Este libro busca dar visibilidad a las experiencias, retos y resultados de algunos de los Pronaii que forman parte del Pronace de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC), una de las 10 agendas de investigación aplicada propuestas por el Conahcyt. Han pasado casi cuatro años desde que estos grupos de investigación empezaron a desarrollar un modelo nuevo de actividad científica que dista de las prácticas tradicionales.

A través de una convocatoria interna, se invitó a los grupos de investigación que lideran los Pronaii del Pronace ECC a participar en este libro,

por una parte, para generar textos de divulgación científica que puedan estar al alcance de diversos grupos sociales –no sólo académicos o intelectuales especializados– y, por otra parte, para compartir sus avances y logros, así como sus retos y aprendizajes, porque producir conocimiento para la transformación de problemas sociales locales y nacionales en los campos de la energía, el cambio climático y la calidad del aire ha sido un reto para la comunidad científica que apostó por este Programa.

Además de la convocatoria a los Pronaii, la coordinación editorial hizo invitaciones directas a grupos y personas dentro del campo de producción de conocimiento temático en México que han dinamizado los debates sobre energía, y que aportan miradas integrales o incluso polémicas, pero que sin duda plantean preguntas y retos para la sociedad en su conjunto. Es importante recordar que uno de los objetivos del Pronace ECC es ampliar la noción de energía y producir miradas holísticas sobre los problemas que se avecinan en las siguientes décadas.

El contenido de este libro se ha organizado a partir de estos problemas y de las soluciones o miradas resolutorias que pueden surgir en torno a ellos. Cada una de las secciones corresponde a un conjunto de propuestas que han surgido en el desarrollo de los Pronaii y de los diálogos que ha promovido el Pronace ECC: la ampliación de conceptos o marcos analíticos para el abordaje de los debates actuales; la innovación metodológica y la construcción transdisciplinaria tanto de conocimiento como de propuestas para los problemas nacionales sobre energía y cambio climático; las alternativas energéticas en las ciudades mexicanas relacionadas con la movilidad y la calidad del aire; la apropiación de tecnologías energéticas por parte de los productores rurales, acompañada de la creación de valor en ámbitos locales a través de redes de producción y consumo; y la vinculación de sujetos sociales diversos en la producción de conocimiento y saberes.

En sintonía con el espíritu de divulgación y diversidad que hemos promovido, el libro reúne una gran variedad de formatos y estilos, como ensayos, entrevistas, análisis técnicos y relatos literarios. Consideramos

que este abanico refleja la heterogeneidad y multiplicidad de actores sociales que se han vinculado a lo largo de estos años con los Pronaii.

La primera sección presenta ensayos que muestran la necesidad de seguir ampliando la agenda de investigación e incidencia en energía y cambio climático. Existen horizontes en disputa sobre el futuro de la humanidad y de la vida en el planeta que requieren de la politización de la sociedad para hacer visibles las formas de conflicto que resultan de modelos extractivistas y neoliberales, con miras a abrir espacios para reflexionar y construir nuevos paradigmas donde lo público y lo común estén al centro.

En este contexto, las ciudades –al ser enclaves de población, de generación de residuos y emisiones, de transporte público y privado, así como centros de alto consumo de agua y energía– son espacios en los que convergen problemas de cambio climático y mala calidad del aire, lo cual, si se asume de forma integral y consciente, abre la posibilidad de una transformación profunda para el modelo de desarrollo imperante. En el presente, estos horizontes en disputa están dando lugar a prácticas transformadoras que desafían las estructuras patriarcales arraigadas en la investigación y generación de energía en México.

En la segunda sección se presentan reflexiones metodológicas para la producción de nuevos conocimientos en materia de energía y cambio climático. Si bien los Pronaii fueron convocados a desarrollar investigación con incidencia en el marco de los objetivos y ejes prioritarios identificados por el Pronace ECC, la forma de conseguirlo no siempre fue evidente.

Existen vacíos de información y múltiples preguntas por parte de los equipos de trabajo. ¿Qué debe considerar una investigación para tener incidencia social y aportar a la transformación del modelo de desarrollo imperante? ¿Cómo superar las barreras para lograr la participación incluyente y activa de las comunidades en el marco de los proyectos? ¿Cómo evitar la repetición de los nocivos patrones de asistencialismo y paternalismo dentro del sector académico? Los retos que plantea la ejecución de esta nueva forma de abordar la investigación han evidenciado

la necesidad de producir innovaciones metodológicas y la posibilidad de diseñar, implementar y supervisar aproximaciones de investigación transdisciplinaria y participativa de calidad.

Una de las distintas estrategias que se pusieron en marcha a lo largo de estos años ha sido impulsar grupos de investigación locales o de carácter comunitario. En el contexto del trabajo con poblaciones indígenas, esta estrategia ha logrado mitigar -pero no eliminar- las prácticas lesivas de extracción de información mediante la generación de resultados significativos para los grupos locales. Como parte de este proceso la revitalización lingüística y la reflexión de conceptos desde la cosmovisión de las lenguas indígenas, por mencionar algunos ejemplos, han sido fundamentales para alentar la creación de nuevas palabras que permiten a las comunidades hablar de asuntos novedosos y tecnológicos. Con ellas, sus integrantes han podido producir opiniones y pensamientos en sus propias matrices culturales y para sus proyectos de vida colectiva.

En el marco de estas reflexiones metodológicas sobre temas energéticos, se incluye un capítulo dedicado a la Plataforma Nacional Energía, Ambiente y Sociedad (Planeas), la cual constituye un proyecto de investigación e incidencia transversal del Pronace. Como parte de las formas de producción de conocimiento de la realidad impuesta por el neoliberalismo, existen claras intenciones de impedir una visión holística y articulada del sistema energético, como lo atestigua el enorme nivel de fragmentación -espacial, temporal, por fuente y por dependencia- de la información.

En este sentido, la planeación energética es una asignatura pendiente a nivel nacional y Planeas surge como respuesta a esta situación. En el capítulo correspondiente se detallan los avances en la construcción de un repositorio integral, actualizado y abierto sobre el sistema energético mexicano que pueda servir como instrumento público de consulta para la sociedad y, al mismo tiempo, como herramienta de modelación para el diseño de políticas públicas en la necesaria transición hacia un sistema energético justo y sustentable.

Uno de los aportes más destacados de Planeas al campo científico de la investigación en energía es incluir la variable ambiental. De esta forma, se hace evidente la necesidad de superar las nociones simplistas de oferta y demanda o de generación y consumo, a fin de darle profundidad social y territorial al problema del modelo energético. Esta misma necesidad la podemos encontrar en el capítulo sobre investigación-acción participativa para temas energéticos y ambientales, donde se analizan a su vez algunos de los mayores retos de los Pronaii y del Pronace ECC en su conjunto: transformar las prácticas científicas para superar el extractivismo académico; producir conocimientos y saberes de utilidad para comunidades y grupos sociales con necesidades específicas; y trascender las aproximaciones tecnocentradas en la energía para promover diálogos entre ciencias aplicadas y humanidades.

En la tercera sección se abordan algunos de los retos asociados a la transformación de las ciudades. El transporte –principal sector en consumo energético y emisión de gases y compuestos de efecto invernadero– se analiza desde la experiencia de la asociación de mujeres mototaxistas Guerreras Fénix, en el municipio de Umán, Yucatán, quienes han encontrado un nicho laboral al atender las necesidades de transporte de la periferia de la ciudad de Mérida. Guerreras Fénix ha conseguido adecuar su dinámica de trabajo a las necesidades familiares de sus integrantes como madres y jefas de familia, además de brindar un servicio de calidad reconocido por su comunidad. Más aún, la asociación se ha distinguido por reconvertir y probar mototaxis eléctricos, los cuales son una opción sostenible en términos económicos y ambientales a escala local en ciudades intermedias.

En esta misma sección, y a partir de la pregunta sobre las propuestas o alternativas para las ciudades frente a la mitigación de gases de efecto invernadero –o, de manera más profunda, de las transformaciones en las formas de producir ciudades y formas de vida urbana más allá del consumo de energía para el automóvil individual–, otro capítulo presenta la mirada de una empresa mexicana de base tecnológica, enfocada en el

diseño y manufactura de componentes para vehículos eléctricos destinados al transporte público en las ciudades.

Este capítulo describe los avatares que pasó esta empresa en el auge de las políticas neoliberales en el país, e ilustra la pérdida de ramas industriales nacionales, la fuga de mano de obra calificada y la renuncia a producir bienes de capital estratégico para el país que se vivió en la última década del siglo xx. Pese a todo ello, el capítulo, escrito desde la experiencia empresarial, muestra cómo, en años recientes y con apoyo gubernamental, se impulsa el desarrollo de vehículos eléctricos con tecnología propia, materializando la mancuerna entre reducción de emisiones –que es una acción de mitigación del cambio climático–, una estrategia de promoción de usos públicos y colectivos del transporte, así como una alternativa para el desarrollo de actividades económicas. Esta iniciativa ha demostrado su potencial y está por entregar a la población mexicana el primer prototipo de autobús eléctrico de tecnología mexicana.

Para cerrar la tercera sección del libro que busca abrir debates sobre energía y cambio climático en contextos urbanos, se propone una investigación sobre la relación sistémica de los fenómenos climáticos con la contaminación del aire en las ciudades, ya que el cambio climático condiciona el comportamiento de algunos contaminantes atmosféricos y viceversa. Esto obliga a repensar la forma tradicional en la que se diseñan por separado las políticas públicas para la atención del cambio climático y la gestión de la calidad del aire, con una participación tangencial del sector salud y de la sociedad. En respuesta a esta dimensión de la problemática, que implica visibilizar las condiciones de vida en las urbes bajo condiciones ecológicas adversas a la salud y que empeoran con la crisis climática, este capítulo presenta los esfuerzos por integrar estas dos dimensiones en las políticas públicas de cuatro zonas metropolitanas en México.

La cuarta sección reúne diversas experiencias de Pronaii orientadas a detonar procesos productivos de pequeña escala a partir de la incorporación de energías renovables. Las unidades productivas familiares

y comunitarias con las que entraron en contacto los Pronaii para la producción de lácteos, piloncillo, ron, frutas deshidratadas y productos pesqueros no contaban con equipos adecuados ni suficientes para garantizar estándares de calidad o una operación eficiente, no disponían de canales de comercialización ni de infraestructura para el desarrollo de productos de valor agregado, presentaban una deficiente inocuidad alimentaria y experimentaban una limitada incorporación de tecnología.

Frente a esta situación, es de reconocerse el enorme compromiso de los equipos de investigación e incidencia para fomentar el uso de la bioenergía y de tecnologías solares para el beneficio social y económico de las comunidades rurales. Los capítulos de esta sección narran de manera esperanzadora cómo el acompañamiento y diálogo de saberes han hecho realidad el empleo de fuentes alternativas de energía -insospechadas con anterioridad- en distintas actividades productivas.

Asimismo, se avanzó en la creación de nuevas formas de organización comunitaria sustentadas en sus propias costumbres y en procesos de educación no formal dirigidos a las y los productores. La sostenibilidad a largo plazo de estos proyectos se conseguirá en la medida en que se encuentren mercados de distribución para la comercialización de los productos generados y dependerá a su vez de la fortaleza de las organizaciones comunitarias que los sustentan.

El concepto tradicional y hegemónico de la energía se ha puesto en tela de juicio desde que comenzaron a trabajar los Pronaii y en el transcurso de estos casi cuatro años se ha hecho patente que existen diversas significaciones, ancladas a cosmovisiones, usos y fuentes. En este sentido, la quinta sección del libro presenta ensayos orientados a mostrar los ejercicios conceptuales de democratización y descolonización que se han emprendido en comunidades de Tabasco, Michoacán y de la sierra nororiental de Puebla para ampliar nuestro entendimiento y resignificar los conceptos de energía y pobreza energética.

Estudiar la energía desde la satisfacción de las necesidades básicas de un grupo humano y no desde los *megawatts* o las grandes industrias

energéticas nos abre la oportunidad para pensar en las ecotecnologías como herramientas para atender necesidades específicas con un enfoque integral, con diversidad de fuentes energéticas y con múltiples tecnologías, dirigido a combatir la pobreza energética, alimentaria e hídrica, así como a resignificar y valorar la diversidad biocultural.

Las ecotecnologías tienen la capacidad de reducir vulnerabilidades, ya que su uso permite a las comunidades ser más resilientes al prepararse, resistir, responder y recuperarse ante impactos y perturbaciones relacionadas con el cambio climático y otros fenómenos sociales, económicos o ambientales. En esta sección se presentan distintos modelos de diseminación de ecotecnologías que superan el enfoque asistencialista y contemplan su uso a largo plazo.

La última sección está conformada por cuentos preparados por los Pronaii como herramientas de comunicación para acercarse a las infancias y juventudes. En algunos casos los personajes estuvieron inspirados en los propios integrantes de los equipos de investigación y en otros se usaron personajes ficticios o incluso legendarios. Estos textos de divulgación de la ciencia permitieron acercar a público nuevo a las temáticas energéticas y ambientales.

Para cerrar esta introducción, nos parece relevante mencionar que el libro se queda con algunas deudas, que son también preguntas para los siguientes años de balance y retroalimentación del Pronace y de los Pronaii. Sigue abierto el debate sobre la minería -incluida la de litio que en México está a cargo del Estado-, su relación con un modelo de transporte público soberano para la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad del aire en las grandes ciudades; la deuda no es menor porque es imperativo atender los grandes problemas socioambientales que produce el modelo minero.

De forma análoga, continúa el diálogo sobre los procesos de apropiación de ecotecnologías y de políticas públicas de escala local en las ciudades, un tema sin duda central, ya que los ámbitos urbanos son espacios que también necesitan transformaciones profundas y la estrategia de

implementación de tecnologías para agregar valor a economías populares y mitigar impactos ambientales puede ser una de las rutas posibles. Por otro lado, la aparente dicotomía entre la centralización –a cargo del Estado o empresas privadas– y la distribución –a cargo de colectivos sociales– en la generación de energía requiere del desarrollo de más experiencias comunitarias, así como de una regulación adecuada que haga compatible la rectoría del Estado con la democratización y el empoderamiento del sector social.

Desde el Pronace ECC se han coordinado otras publicaciones que abordan el predicamento energético de México y proponen alternativas frente a la urgente necesidad de atender de manera integral las múltiples problemáticas que nos rodean. Una de ellas es el libro *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México*.

A su vez, están disponibles de forma gratuita para su descarga los cuadernos temáticos: 1) *Patrones de consumo energético en el sector residencial de México: un análisis desde la perspectiva de usos finales*; 2) *Estudio del Balance Nacional de Energía 2020*; 3) *El Sistema Eléctrico Nacional. Parte 1. Integración y análisis de la información sobre capacidad instalada, generación y factor de planta*; 4) *Hacia un Programa Nacional de Calentadores Solares de Agua*; y 5) *Retos y problemas de la energía nuclear como una alternativa para México*. Otros cuadernos se encuentran en preparación mientras se termina de redactar esta introducción.

Frente a los peligros que supone la crisis climática para la vida humana, tal como la conocemos, urge transformar la forma en la que nos relacionamos con la energía. Éste es sin duda uno de los principales retos del siglo XXI, porque, como el agua para los peces, la energía se ha convertido para la humanidad en un bien intangible no reflexionado. Por esta razón, esperamos que algunas de las reflexiones de este libro potencialicen debates, generen preguntas incómodas y permitan asumir ese enorme reto de transformar para construir horizontes de bienestar.

Primera parte

AMPLIAR LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN SOBRE ENERGÍA
Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

1. El cambio climático debe ser un tema de estudio transgresor: entrevista con la doctora María Amparo Martínez Arroyo¹

Sandra Rátiva-Gaona

La doctora María Amparo Martínez Arroyo coordina el Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), junto con el doctor Luca Ferrari y el doctor Omar Masera. De formación, la doctora Martínez Arroyo es bióloga y maestra en Ciencias por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), e hizo su doctorado en Ecología en la Universidad de Barcelona. En la actualidad es investigadora titular en el Instituto de Ciencias de la Atmósfera y Cambio Climático de la UNAM. Ha estudiado las interacciones entre atmósfera, biósfera e hidrósfera, así como aquellas que existen entre la ciencia, el medioambiente y la sociedad. Cuenta con proyectos y publicaciones científicas, tanto académicas como de divulgación, nacionales e internacionales.

Durante los últimos 20 años la doctora Martínez Arroyo se ha dedicado a la aplicación de la ciencia en la construcción de políticas públicas para la resolución de problemas relacionados con la atmósfera y el cambio climático en México. Además de participar en diversos organismos

¹ Entrevista realizada el 20 de enero de 2024.

internacionales sobre cambio climático global, fue directora del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM de 2009 a 2013 y del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de 2013 a 2021.

¿Por qué se considera el cambio climático como un asunto estratégico para el país? ¿Por qué lo ha incluido el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías como prioridad para la producción de conocimiento humanista y científico?

El cambio climático es un fenómeno global, complejo y sistémico. Esto significa que afecta de forma directa e indirecta todas las actividades básicas de las sociedades humanas, de los ecosistemas y del ambiente a escala planetaria. El problema no sólo radica en el calentamiento global, sino en el hecho de que es uno de los problemas más importantes del siglo XXI para la humanidad, y por eso debe ser considerado como un asunto estratégico y prioritario para el país.

Conahcyt decidió abordarlo desde el entendimiento de la dinámica de sus interacciones y la previsión de sus impactos. Es importante destacar que, aunque el estudio de sus causas y consecuencias comenzó en el campo de las ciencias naturales, su origen se encuentra en el sistema socioeconómico de desarrollo que tenemos y afecta, de manera creciente, tanto a procesos naturales como a la salud y el bienestar de las poblaciones humanas, de las especies y ecosistemas, los sistemas productivos, la infraestructura y la seguridad alimentaria. Sin embargo, los impactos del cambio climático no son ni serán homogéneos: a quien más golpeará y está golpeando es a la población más desprotegida y a los países más pobres o menos preparados para enfrentarlos. Por ello, es una prioridad no sólo la investigación científica y tecnológica, sino la socioeconómica, la humanista e incluso la cultural en cada país.

¿En ese sentido, cómo afectará el cambio climático a México?

En el caso de México hemos hecho estudios y modelaciones sobre los impactos del cambio climático en el corto, mediano y largo plazo para diversos

sectores como el agrícola, donde se han registrado, por ejemplo, las tendencias históricas de factores imprescindibles para garantizar la seguridad alimentaria, como los patrones de lluvias, la calidad del suelo y la humedad, al relacionarlos con los rendimientos. Algo fundamental es entender que el calentamiento global es el síntoma más evidente del cambio climático, pero éste va mucho más allá del aumento de la temperatura. Por decirlo de manera sencilla, el calentamiento global significa que está entrando más energía a la Tierra de la que está saliendo, y esto se convierte en calor.

En nuestro planeta, la vida está muy regulada por aspectos del clima, como la temperatura, las lluvias, las sequías, los vientos, la humedad y una serie de sinergias entre estos. Entonces el que esto esté cambiando provoca desacoplamientos en muchos procesos naturales; son las condiciones para la vida las que se están modificando.

En las relaciones entre especies animales se puede tomar como ejemplo las poblaciones de presas y depredadores de un ecosistema local, que en general tienen distintos ritmos de reproducción y crecimiento con diferentes requerimientos de temperatura o de condiciones climáticas. En este caso, al cambiar la temperatura, es posible que las presas nazcan y mueran o se dispersen antes de que lleguen los depredadores, lo que resulta problemático porque este desajuste podría ocasionar la muerte de los depredadores por falta de alimento. Algo similar se ha documentado con los polinizadores, los cuales pueden no haber llegado al estadio fisiológico que permite que cumplan su función cuando las plantas están listas, y se comienzan a desacoplar muchas funciones.

Esto se puede ver como una cuestión meramente biológica, pero tiene que ver con la biodiversidad y la estructura de los ecosistemas, además de que repercute en la seguridad alimentaria. Si ya tenemos problemas con sequías por razones que no son meteorológicas, sino por el derroche de agua que se hace en algunas zonas, pronto empeorará la situación al presentarse más sequías meteorológicas, ya que no habrá suficiente agua ni para consumo humano ni para la producción. Esto

representa una grave amenaza para nuestras sociedades, así como la mayor ocurrencia de eventos climáticos extremos como tormentas, ciclones o huracanes; es decir, que tal vez llueva en dos horas lo que debía llover en tres meses, y esto hace que se pierdan no sólo las cosechas, sino incluso la comida almacenada y, por supuesto, casas, bienes y personas en sitios de mayor riesgo o vulnerabilidad.

El sector energético se encuentra en la raíz del cambio climático que estamos viviendo. Han habido muchos cambios climáticos en el planeta, pero el que vivimos ahora está relacionado con la composición atmosférica de la Tierra alterada por la emisión de gases y compuestos de efecto invernadero. Estos últimos son sobre todo producto de la quema de combustibles fósiles que sirve como fuente de energía para el sistema socioeconómico actual.

En ese sentido, se ha acelerado la búsqueda de nuevas fuentes de energía en sociedades que deberían comenzar por no derrocharla. Esto por supuesto implica un quiebre de paradigmas, ya que se pensaba que podríamos seguir quemando combustibles fósiles por siempre para mantener una trayectoria de crecimiento económico infinito, y resulta que no. Además de impulsar una transición hacia las fuentes renovables, debemos encontrar formas de vivir con bienestar que no requieran las enormes cantidades de energía contaminante que utilizamos ahora, ni la destrucción de la naturaleza y el deterioro ambiental.

En el Pronace ECC, ¿cómo se eligieron y orientaron los proyectos nacionales de investigación e incidencia en materia de cambio climático? ¿De qué balance se partió? El cambio climático es un fenómeno transdisciplinario, y cuando se empezaron a plantear los distintos Pronaces vimos que se podría incluir el tema de forma natural dentro de muchos de ellos, pero notamos que ningún Pronace trataría de forma particular las problemáticas de la contaminación atmosférica y sus interacciones con el cambio en el clima. Por eso decidimos enfocar los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) del Pronace ECC en cuestiones de clima y calidad

del aire en las ciudades, ya que la mayor parte de la humanidad vive en centros urbanos y éstos son los sitios donde se producen más residuos y emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.

Las ciudades son los lugares donde se hace un uso continuo, intensivo y masivo de agua y energía. Además, se concentran en ellas actividades industriales, de comercio y de intercambio de materiales, bienes y servicios. Al mismo tiempo, en nuestro país y en los países en desarrollo en general, la concentración no planificada de población, infraestructura y servicios, así como los asentamientos humanos irregulares tienden a amplificar los impactos socioeconómicos, de salud y de eventos ambientales. Por estos motivos, las ciudades ofrecen la oportunidad y el reto tanto de proveer mayor información, como de promover mayor participación y organización para impulsar cambios estructurales en la sociedad.

¿Cuál es la visión del cambio climático que quiere transmitir el Pronace ECC a la sociedad mexicana?

En primer lugar, para avanzar en acciones que nos permitan enfrentarlo con mayor probabilidad de éxito colectivo, nos interesa que se entienda que es un problema de origen socioeconómico. El sistema que tenemos privilegia el crecimiento económico sin importar las consecuencias hacia el medio ambiente o la salud de las poblaciones. En términos de ciencia dura sabemos, hasta cierto punto, qué está pasando. Ahora lo que hace falta es la parte social y la parte económica. En ese sentido considero que la lucha contra el cambio climático constituye el enfrentamiento más fuerte que podemos tener con el sistema capitalista, porque la única forma de superar de manera adecuada, para la mayor parte de la población, la problemática múltiple que nos presenta esta crisis global es una transformación profunda del modelo de desarrollo.

En segundo lugar, queremos transmitir el mensaje de que, pese a su gravedad, el cambio climático representa una gran oportunidad para

repensar y reconstruir el funcionamiento de las sociedades mismas. Con el conocimiento y las tecnologías existentes se pueden trazar múltiples trayectorias de desarrollo que se adapten a cada lugar y a sus condiciones. Esto implica romper las brechas de desigualdad socioeconómica, de conocimiento, de posibilidades de participación y de género, entre muchas otras, para enfrentar la crisis climática y ambiental mediante la construcción de una sociedad nueva. Eso incluye nuevas formas de aprendizaje, enseñanza e investigación. Nosotros tenemos que estudiar y resolver los grandes problemas existentes y los que se avecinan. Nadie va a venir a arreglarlos por nosotros.

Si se consideran estos mensajes que el Pronace ECC quiere transmitir, ¿cuál es la importancia de fomentar la transdisciplinariedad y la incidencia en las investigaciones de cambio climático? ¿Podrías compartirnos algunos ejemplos concretos de los Pronaii?

El cambio climático debe ser un tema de estudio transgresor porque para resolver algo y tener incidencia los investigadores tenemos que salir de nuestra caja disciplinaria y ver qué es lo que sucede en las demás áreas y sectores. Los huracanes, incendios o sequías tienen repercusiones en la economía, en la salud y en la agricultura; antes nos parecía que eran fenómenos aislados, pero ahora está más que claro que se trata de condiciones que se están presentando en todo el mundo, y que amenazan más a unos países que a otros por su posición geográfica o por su vulnerabilidad en términos de capacidad de respuesta. Es por esto que la transdisciplinariedad se vuelve un requerimiento. Necesitamos que toda la parte social esté inmersa en las investigaciones que por mucho tiempo llevaron sólo los químicos atmosféricos, los físicos, los ingenieros o los biólogos. Estoy hablando de estudios sociológicos, humanísticos, culturales e incluso filosóficos.

En el caso del Pronace ECC, seis Pronaii abordan las problemáticas de cambio climático y calidad del aire en diferentes ciudades y con enfoques distintos. Son proyectos multiinstitucionales, inter y transdisciplinarios

que requirieron la construcción de sinergias entre personas especializadas en química atmosférica, biología, física, sociología, medicina, ingeniería, economía, arquitectura y ciencias de la computación, así como con representantes de gobierno y grupos sociales diversos.

En Hidalgo se construyó una agenda ambiental para tres ciudades, con diseños de estrategias y metodologías de muestreo y elaboración tanto de inventarios de emisiones como de programas municipales de adaptación y mitigación al cambio climático. Para ello se colaboró con autoridades locales, se realizaron aportaciones tecnológicas y se desarrollaron actividades de difusión entre la población.

En Xalapa, Veracruz, se trabajó en la rehabilitación de humedales urbanos con participación ciudadana y colaboración gubernamental para disminuir la temperatura ambiental y las inundaciones, así como para mejorar la calidad del aire, agua y suelo a nivel local. Con ello se planea implementar acciones tempranas de adaptación al cambio climático y generar tanto conocimiento como buenas prácticas de organización y educación ambiental.

Otro Pronaii se enfocó en la influencia del Desierto de Sonora en entornos urbanos, con análisis, recuperación y restauración del ecosistema del desierto para mejorar la calidad del aire y reducir la vulnerabilidad de la población rural y urbana. Este estudio incluye análisis de nanopartículas minerales y modelación de trayectorias.

En Toluca y Cuernavaca se desarrolla un proyecto dedicado a la detección de distintos compuestos atmosféricos cuya presencia no se cuantifica en los monitoreos generales. En este sentido, se analizan contaminantes, sus fuentes, su dispersión y su efecto tanto en el cambio climático como en la salud de la población. Dado que son sustancias con emisiones locales y con daños a la salud reportados en la literatura, se efectúan estudios de percepción del riesgo y posibilidades para su mitigación, con actividades de divulgación en escuelas de nivel medio y medio superior.

Con mayor énfasis en la identificación de impactos en la salud, en Monterrey, Guadalajara y el Valle de México se analiza la contaminación

del aire y aspectos del cambio climático en relación con la mortalidad y morbilidad de las poblaciones. Además, se realizan estudios de cohorte para seguir a grupos de maestras de primaria y determinar los cobeneficios del mejoramiento en la calidad del aire y la adaptación al cambio climático.

Por último, se está concluyendo un amplio estudio de las áreas urbanas y periurbanas de los seis estados de la megalópolis del Valle de México. Se consideran factores como clima, cambio climático, islas de calor, biodiversidad, uso del suelo, salud desde un enfoque socioambiental, contaminación atmosférica, modelación de escenarios y alternativas de adaptación. El proyecto tiene un enfoque integral e intersectorial mediante la construcción de herramientas de análisis y visualización para apoyar la toma de decisiones en cambio climático y calidad del aire. Se espera que los resultados sean de utilidad para el gobierno federal, los gobiernos estatales y distintos sectores de la población.

Los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) representan una forma diferente de hacer ciencia, de modo transdisciplinario y con un enfoque tanto en el avance en la resolución de problemas específicos como en la apropiación social del conocimiento generado. Antes de los Pronaii, la mayor parte de la investigación sobre contaminación atmosférica y cambio climático en ciudades se hacía de manera separada, sin considerar otras dimensiones. En este sentido, la incidencia de estos primeros proyectos ocurre en primer lugar entre los propios investigadores y grupos académicos y sociales participantes. Esta incidencia no es menor, porque las buenas prácticas no se dan sólo por decreto, sino que conllevan procesos de aprendizaje, convencimiento y articulación entre distintos grupos y formas de trabajo.

Por otra parte, los Pronaii ponen a disposición de la población información directa y práctica sobre las causas y consecuencias de la contaminación atmosférica, así como sobre sus repercusiones en el clima. Con ello se busca brindar a la sociedad elementos para entender los fenómenos que se presentan en su entorno, de modo que puedan participar de forma

colectiva en su prevención o en reducir la vulnerabilidad de su comunidad. Estos proyectos también tienen incidencia en los tomadores de decisiones, al generar herramientas de análisis y apoyo que les den una mejor idea de qué pasa si se actúa, si no se actúa o si se toman unas medidas u otras al implementar políticas públicas, con base en conocimiento generado dentro de sectores y comunidades que podrán darles seguimiento.

Si pensamos en avanzar en una agenda integral de producción de conocimiento, ¿cuáles son los siguientes pasos en las investigaciones de los Pronaii de cambio climático del Pronace ECC?

Debido a que las acciones frente a estos temas suelen tener efectos visibles sobre todo en el mediano y largo plazo, debe haber un compromiso institucional, bajo la vigilancia democrática de una ciudadanía informada, en torno a la evaluación periódica de los procesos, el apoyo continuado, la incorporación paulatina de nuevos grupos de investigación y apoyos para la implementación de los resultados. Es importante también propiciar condiciones para la articulación y el intercambio entre los diferentes grupos, centros de investigación e instituciones que han participado en los Pronaii. De esta forma se fortalecerán los resultados y experiencias que hayan tenido en común y se generará a su vez un espacio de discusión sobre sus diferencias. Con ello podremos obtener herramientas de incidencia en políticas públicas, en divulgación científica y otras estrategias que saquen a la ciencia de los laboratorios y la pongan en diálogo con los campos de acción e intervención social.

Tener un mapa georeferenciado con los resultados de los Pronaii de los 10 Programas Nacionales Estratégicos puede ayudarnos a establecer una agenda de sitios y temas para complementar el conocimiento del territorio. Con base en esto, se podría llevar a cabo un plan nacional diferenciado, de adaptación y reducción de la vulnerabilidad a los impactos proyectados de cambio climático.

Aunque la primera obligación de cada gobierno sea administrar y presentar resultados para los problemas existentes en el corto plazo,

el Estado debe coordinar a su vez la integración y actualización sistemática, tanto de las condiciones de vulnerabilidad y riesgo, como de las oportunidades de acción frente a las amenazas de una crisis global y regional, mediante una agenda permanente de las problemáticas socioambientales en el mediano y largo plazo. Ésta debe ser una agenda estratégica con corresponsabilidades para los gobiernos, comunidades científicas, humanistas y tecnológicas, en la que participen también los sectores sociales interesados.

Muchas gracias, Amparo. ¿Hay algo más que quieras mencionar?

Sólo que me parece que ya era necesario estudiar y atender de manera conjunta y transdisciplinaria muchos problemas al mismo tiempo. Ahora habrá que tejer más fino en la construcción de trayectorias comunes y diferenciadas que nos conduzcan a una transformación socioambiental incluyente y justa, con responsabilidad intergeneracional y con el resto del planeta.

2. Transición energética: una lectura crítica sobre el modelo dominante y sus alternativas

Sofía Ávila Calero

INTRODUCCIÓN

En el siglo XXI, la transición energética se ha convertido en un imperativo global que se enmarca como respuesta a la crisis climática y al progresivo descenso de las reservas fósiles. Desde diversas escalas, múltiples agendas van apostando a la idea de la transición energética como estrategia para avanzar hacia la descarbonización, sobre todo a través del aprovechamiento de recursos energéticos renovables y de la implementación de tecnologías que permitan su almacenamiento, transporte y consumo.

Lo cierto es que la transición energética está lejos de ser una simple sustitución de fuentes y tecnologías. Por el contrario, representa un horizonte de cambio social y ambiental que está sujeto a disputas de carácter discursivo, práctico y material. Se trata, pues, de un asunto donde no sólo se juegan modificaciones sobre el aprovechamiento de recursos, el diseño de infraestructuras e instituciones que les regulen, sino que también representa contiendas en torno a distintos proyectos políticos, económicos, sociales y ambientales que buscan impulsarse a través de tales cambios.

En tanto que *horizonte en disputa*, la transición energética ha adquirido un carácter prioritario dentro de las agendas públicas y corporativas del Norte Global,¹ así como en la difusión que éstas tienen sobre la toma de decisiones de las élites políticas y económicas de los países del Sur Global. Estas tendencias apuntan hacia el impulso de un proyecto de transición dominante que, por un lado, se enraíza en el imperativo del crecimiento económico y la globalización neoliberal.

Por otro lado, asume que las energías renovables y tecnologías asociadas mantendrán los patrones de producción y consumo que son propios de la era de la abundancia fósil. La apuesta por desacelerar el cambio climático acelerando el capitalismo verde se confronta, sin embargo, con una creciente resistencia y cuestionamiento sobre las limitaciones y desigualdades socioambientales inherentes a tal modelo.

El presente texto desarrolla una propuesta desde la ecología política para analizar de forma crítica estas dinámicas e identificar los espacios más fértiles para la construcción de alternativas, desde las escalas locales hasta las nacionales.² Con estos elementos expuestos, el capítulo busca generar una vía para reflexionar sobre los esfuerzos que en la actualidad se impulsan en México para avanzar hacia una transición energética justa y sustentable.

¹ Los términos Norte Global y Sur Global suelen entenderse como designaciones geográficas, pero también tienen trayectorias históricas, económicas y políticas (Kothari et al., 2019, p. xxii). Para los fines de este capítulo se emplean las definiciones de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD, 2022). El Sur Global se compone, entonces, por las regiones comúnmente identificadas como “en vías de desarrollo”, es decir, los países de América Latina, el Caribe, África, Asia y Oceanía –excepto por Israel, Japón, Corea del Sur, Australia y Nueva Zelanda–. Por su parte, el Norte Global se refiere a las naciones consideradas como “desarrolladas”, con un alto nivel de industrialización, consumo y riqueza; éstas son: América del Norte, Europa, Israel, Japón, Corea del Sur, Australia y Nueva Zelanda. En este capítulo, China es concebido como un país cuya economía emergente comienza a tener un papel protagónico en el modelo de transición energética dominante.

² Este capítulo recupera contenidos de Ávila (2023), ofrece una lectura más accesible, de carácter divulgativo, y añade reflexiones específicas para el caso de México.

PREMISAS DEL MODELO DOMINANTE

El modelo dominante para la transición energética a nivel global está sustentado en el paradigma de la modernización ecológica. La modernización ecológica defiende una visión débil de la sustentabilidad y asume que el crecimiento económico es compatible con la sustentabilidad ambiental y la equidad social, ya sea mediante la regulación del Estado o del mercado (Mol y Sonnenfeld, 2000). En su base descansa la idea de que los recursos y servicios ecosistémicos son sustituibles; es decir, que su cantidad puede disminuir siempre que se proporcione compensación suficiente con otros recursos y servicios, así sean naturales o humanos –como la mano de obra, nuevas tecnologías y conocimientos–.

Bajo esta lógica, la modernización ecológica ha decantado en un modelo de transición energética que asume que los ritmos de crecimiento económico facilitados por la abundancia y quema de recursos fósiles podrán ser alcanzados de manera sostenible y eficiente a través del aprovechamiento de *otros* recursos y del desarrollo de *nuevas* tecnologías. Estas estrategias están tomando forma a través de políticas públicas, flujos de inversión global y esquemas de cooperación internacional, sobre todo en tres sectores. Primero, en el desarrollo de megaproyectos de energía renovable –en particular eólica y solar–; segundo, en el aprovechamiento de recursos limpios –como el hidrógeno verde y el gas natural–; y tercero, en la explotación de recursos minerales estratégicos que son clave en la electrificación de los modos de vida modernos –litio, cobre, cobalto, grafito, indio, etcétera–.

Desde la perspectiva de la ecología política, sin embargo, este modelo dominante despolitiza el debate sobre las soluciones de fondo que se requieren para atender la crisis climático-energética y las desigualdades que le acompañan. Decimos esto no porque su apuesta esté vacía de contenido político, sino porque reduce la complejidad de la crisis a una cuestión tecnológica y de asignación de recursos. En otras palabras, el modelo dominante favorece salidas técnicas que dan continuidad al modo

de producción capitalista y el *metabolismo*³ que lo sostiene, con lo que se perpetúan relaciones de explotación social y ambiental tanto en los pueblos como en las ciudades.

Politizar la transición energética implica dar cuenta de los límites biofísicos y las desigualdades tanto sociales como ambientales que son inherentes al modelo dominante, hacer visibles las formas de conflicto que surgen como respuestas sociales a tal modelo y articular otros modos de pensar la relación entre energía y sociedad.

DEMANDA DE RECURSOS EN EL MODELO DOMINANTE

El modelo dominante en la transición energética asume que el crecimiento económico se puede desacoplar del uso de energía y materiales, y que por lo tanto la transición puede apostar por el crecimiento económico constante y ser, al mismo tiempo, justa y sustentable. Sin embargo, la apuesta por sostener un modo de producción y consumo en constante crecimiento bajo un sistema basado en energías renovables de manera ineludible desencadenaría grandes demandas de recursos como tierra, agua, diversos minerales e incluso recursos energéticos adicionales. Estas demandas implicarían por necesidad la explotación ambiental y social en las zonas sacrificadas para el beneficio de una transición energética en esencia corporativa y centralizada que, en muchos casos, está guiada por la ganancia. ¿Por qué esto es así? Veamos algunas cuestiones con más detenimiento.

Mientras los hidrocarburos –petróleo, carbón y gas– son reservas de energía solar fosilizada con una notable densidad energética que se

³ El metabolismo social se refiere al flujo de energía y materiales que alimentan a una economía dada. Los flujos de energía y materiales entran en forma de recursos naturales a la economía, son transformados por las dinámicas de producción y consumo, y por último salen en forma de desechos –sólidos, líquidos o gaseosos–. Para la economía ecológica, un mayor *metabolismo* social se traduce en mayor consumo de recursos e impactos ambientales.

condensó en el subsuelo, los recursos renovables son flujos de energía solar, contienen una menor densidad energética y se encuentran dispersos sobre la superficie de la Tierra –en forma de radiación solar, biomasa, flujos de agua y viento–. Esto significa que una apuesta por mantener los niveles de consumo energético actuales no sólo necesitaría de un industrial emplazamiento de megaproyectos de energía renovable, sino que también demandaría otras estrategias de compensación energética, como el desarrollo de hidrógeno verde, el aprovechamiento de gas natural, la reactivación y expansión de energía nuclear y la extracción de “energías fósiles extremas” (Avedaño y Scandizzo, 2016).

Por otro lado, los requerimientos de espacio que se asocian al aprovechamiento de las energías renovables sugieren que asistimos al tránsito de un régimen energético en el cual la cuestión de la tierra adquiere un carácter central. Estimaciones a escala global y regional demuestran que, bajo los ritmos de crecimiento económico actuales, la transición a fuentes renovables traería consigo una histórica demanda y competencia por el uso de tierras dentro y fuera de las economías nacionales (Scheidel y Sorman, 2012; Capellán et al., 2017). Estas estimaciones no sólo obligan a problematizar la cantidad de energía que se espera continuar consumiendo a nivel global, sino también reclaman visibilizar las desigualdades de este consumo en distintas escalas (García-Ochoa et al., 2024).⁴

Por último, bajo los estándares de bienestar y consumo moderno, la transición a renovables involucra el desarrollo de diversas tecnologías para su extracción, almacenamiento y consumo –paneles solares, turbinas eólicas, baterías de almacenamiento, autos y otros dispositivos eléctricos–. En este tenor, el Banco Mundial (2017) reconoció que las tecnologías clave para la transición energética actual son “significativamente más intensivas en sus demandas materiales que los actuales sistemas

⁴ Como se menciona en el análisis de García-Ochoa y colaboradores (2024), tan sólo China y Estados Unidos consumen 42% de la energía mundial y generan entre ambos 44% del total de las emisiones de CO₂.

de suministro basados en combustibles fósiles”, y añadió que los recursos mineros críticos “juegan un papel dominante en 81 países que en conjunto representan ... la mitad de la población mundial, y casi el 70% de la población que vive en pobreza extrema”.

Estos elementos no sólo desarticulan *desde adentro* la idea de que el modelo dominante demandará menos recursos y será más sustentable, sino que además dejan en evidencia que la economía extractiva asociada a este modelo implicará mayores niveles de explotación ambiental y desigualdades sociales. Para países como México, cuestionar el paradigma hegemónico de la transición energética y proponer alternativas en distintas escalas resulta una tarea fundamental de nuestro tiempo.

NEOLIBERALISMO Y EL MODELO DOMINANTE DE LA TRANSICIÓN

Como base ideológica de la globalización, el neoliberalismo está inspirando programas de gran alcance para la liberalización de mercados y el control corporativo en la transición energética. Así, los programas que apuntan a acelerar el crecimiento verde y su modelo de transición están relacionados de forma íntima con el imaginario de eliminar las barreras que hasta ahora han impedido una rápida ampliación de las fronteras energético-mineras necesarias para sostener tal proyecto.

Estas barreras se identifican en dos grandes ámbitos. El primero reside en una supuesta ineficiencia del sector público para planificar y gestionar sectores estratégicos, como la electricidad y la minería. El segundo radica en las incertidumbres que derivan de los ámbitos aún no insertos en las lógicas del mercado, como diversos sistemas colectivos de tenencia de tierras y el derecho humano tanto al agua como a la energía.

Si se toma el caso de la electricidad como ejemplo para el primer rubro, se observa que la tendencia hacia la desregulación y progresiva privatización de las industrias eléctricas ha conllevado a una notable avanzada de grandes corporaciones energéticas; éstas se favorecen no

sólo de licitaciones y contratos *ad hoc* para la rápida implantación de megaproyectos renovables, sino también de subsidios indirectos como el uso de infraestructuras públicas de transmisión, los certificados de energía verde y las exenciones tributarias.

Si bien esta tendencia es de carácter mundial, registra un particular auge en los países del Sur Global. En América Latina, los proyectos privados de energía renovable tuvieron un primer auge con la privatización de grandes infraestructuras hidroeléctricas, y en tiempos más recientes, con la expansión de megaproyectos eólicos y solares de carácter fuertemente centralizado (Furtado y Soldateli, 2018). Muchos de estos proyectos son, además, parte de los esquemas conocidos como de *autoabasto corporativo*, los cuales favorecen a grandes empresas privadas tanto en el nodo de la producción como en el nodo del consumo (Ávila, 2018).

La avanzada neoliberal sobre diversos sistemas de tenencia de la tierra es un aspecto destacable para el segundo rubro. Durante las últimas décadas, los mecanismos para la privatización de tierras han avanzado de forma notable, y han revertido luchas históricas a favor de la justicia agraria y la protección de sistemas colectivos y consuetudinarios. En México, estos procesos han favorecido en gran medida a las grandes corporaciones de energía, y han desencadenado dinámicas de especulación y concentración de tierras a favor de un modelo territorial organizado en torno a enclaves energéticos renovables (Ávila, 2017).

El acceso a las tierras vía el mercado es también facilitado por el mapeo de territorios y la conceptualización de éstos como “tierras improductivas” o con un “amplio potencial de desarrollo”. El auge de los biocombustibles que tuvo lugar a principios del siglo XXI bajo el discurso del aprovechamiento de tierras marginales y desperdiciadas es un claro ejemplo en este sentido (Lohman, s.f.). Con la llegada de grandes flujos de capital para el emplazamiento de megaproyectos solares y eólicos, estas tradiciones se renuevan y tienen a la cartografía como uno de sus dispositivos instrumentales (McCarthy y Thatcher, 2019; Ávila et al., 2022). En tales representaciones se borra el tejido de relaciones

socioambientales que sostienen lo común en un territorio, incluyendo comunidades campesinas, sistemas locales de gestión de recursos y una diversidad de valores culturales y ecológicos anclados a los territorios.

La privatización de bienes comunes, la acumulación de ganancias y la expulsión de comunidades rurales hacia trabajos precarios son el resultado de este modelo, el cual también incluye una ampliación de la explotación minera. En América Latina se ha facilitado el auge del litio y otros minerales estratégicos con base en las medidas de flexibilización de normas ambientales y laborales que han azotado al sector en las últimas décadas, con sus correlatos de contaminación ecológica y explotación social (Fornillo, 2019). En su conjunto, la avanzada neoliberal sobre bienes públicos y colectivos se traduce en procesos de desposesión territorial con múltiples implicaciones: erosión de regímenes de tenencia colectiva, cambios en los usos de la tierra y la cobertura vegetal, así como en los patrones de consumo de agua a favor de la industria privada.

CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES: UN CUESTIONAMIENTO AL MODELO DOMINANTE

En México y América Latina, el creciente número de conflictos socioambientales que surgen ante los proyectos energéticos y mineros mal llamados “verdes” exige un cuestionamiento de fondo al modelo dominante de la transición energética.

Mientras que los discursos de la modernización ecológica encasillan a las comunidades movilizadas como fuerzas egoístas en contra de un bien común, desde la ecología política argumentamos que estos conflictos representan espacios de desacuerdo que son fundamentales para democratizar el debate sobre la transición (Ávila, 2019). En otras palabras, los conflictos desmontan la idea de que el modelo dominante es el único camino para superar la crisis climático-energética y diversifican, así, las rutas para construir futuros socioecológicos alternativos.

La relevancia política de estas movilizaciones se cristaliza en múltiples sentidos. En primera instancia, los conflictos en torno a la expansión de la frontera energético-minera verde permiten hacer visible la distribución dispar de los beneficios y cargas ambientales que el modelo dominante ofrece. Además de los patrones de desarrollo desigual que se refuerzan entre los espacios de producción y consumo -rural-urbano, periferias-centros, Sur-Norte globales-, esta mala distribución se expresa también en escalas locales y desplaza costos desproporcionados hacia comunidades históricamente marginadas en términos de clase, etnicidad, género y edad. El carácter ecológico y distributivo de estos conflictos posiciona entonces a la transición energética como una preocupación central para la justicia socioambiental.

Por otro lado, los conflictos develan que el “giro ecoterritorial” (Svampa, 2012) de las luchas sociales, que venía tomando fuerza y notoriedad durante las últimas décadas, se mantiene vigente y revitaliza ante las tendencias de despojo que se asocian a la avanzada del crecimiento verde y su modelo de transición. Dentro de ello, destaca la forma en que las movilizaciones del “ambientalismo popular” (Martínez-Alier, 2002) impulsan una defensa integral sobre sus modos y medios de vida, al tiempo que protegen los recursos más susceptibles a ser privatizados y mercantizados -el caso de la tierra, como aspecto notorio en los megaproyectos en energías renovables, y el agua, como recurso clave en el emplazamiento de proyectos mineros como el litio y otros minerales estratégicos-.

Un tercer aspecto radica en la diversidad de demandas y narrativas que estas movilizaciones promueven, y sugiere la conformación de un espectro político diverso en cuanto a los intereses, valores y perspectivas en torno a la transición energética. Dentro de este espectro, surgen casos que resuenan con lo que David Pellow (2018) conceptualiza como el enfoque reformista de la justicia ambiental.

En dichos casos, las comunidades movilizadas, sus repertorios de acción, alianzas y narrativas demandan la aplicación y mejora de políticas públicas que aseguren resultados más equitativos sobre el modelo de

transición que ya está en marcha. Además, las demandas locales por el reconocimiento y la participación tienden a trabajar dentro del sistema, creando –en el mejor de los casos–, un contrapeso en la distribución de beneficios dentro del modelo dominante de la transición. Sin embargo, en muchas ocasiones, la negociación con agencias estatales y empresariales resulta en mecanismos clientelares que no resuelven las relaciones desiguales en la toma de decisiones sobre los proyectos territoriales y el aprovechamiento de sus recursos (Navarro, 2012).

La articulación de posiciones más críticas y transformadoras representa una segunda tendencia dentro de este espectro. En tales casos, “la autoorganización se convierte en una dinámica central ... ante la evidente incapacidad, corrupción y complicidad entre gobiernos y empresas” (Navarro, 2012, p. 161). Así, en lugar de centrarse en las políticas, estos movimientos adoptan un enfoque en “la política” (Pellow, 2018), y evidencian una fuerte apuesta por la acción directa y la articulación con otras redes, organizaciones y movimientos en resistencia. En esta línea, las demandas tradicionales de la justicia ambiental –reconocimiento, participación y redistribución– sólo guardan potencial en el marco de transformaciones más amplias sobre cómo se entiende la transición energética a partir de preguntas como: “¿Energía para qué? ¿Energía para quién? ¿Energía cómo?” (Luces de las resistencias, s.f.).

Dentro de todo este espectro de casos encontramos un denominador común. Las protestas, campañas y movilizaciones frente al avance de proyectos energéticos y mineros “verdes” sugieren que la dimensión política de la transición energética tiene menos que ver con “estar en contra” o “a favor” de las energías renovables, y más sobre los marcos políticos, ecológicos, ambientales y sociales que le dan sentido a su implementación y aprovechamiento. En este sentido, politizar la transición energética significa reconocer la diversidad de posicionamientos, visiones y proyectos que se van construyendo como respuestas sociales alternativas frente a la crisis climático-energética.

ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS: REDES MÁS ALLÁ DEL TERRITORIO

Los cuestionamientos al modelo dominante de la transición energética se van nutriendo de la formación de redes en diversas escalas organizativas y geográficas. Así, las movilizaciones del ambientalismo popular y por la justicia ambiental van más allá del ámbito local de la defensa del territorio y catalizan un pensamiento tanto político como colectivo en torno a la crisis ambiental global y las profundas desigualdades que cruzan el ámbito de la energía.

En América Latina, la reciente conformación de redes nacionales subregionales y regionales para avanzar hacia transiciones energéticas alternativas –justas, democráticas y populares– se compone y enriquece con actores y colectividades diversas.⁵ En estos contextos, la tradición reivindicativa de los movimientos indígenas campesinos va convergiendo con otras luchas que abarcan ámbitos diversos: el derecho a la electricidad asequible; a la salud y la vivienda digna; al agua y la soberanía alimentaria; y la defensa de los ecosistemas como sustento de la vida humana y no-humana. En estas redes participan personas y comunidades con orígenes e identidades políticas diversas, como poblaciones indígenas y campesinas en lucha, algunas organizaciones urbano-populares, organizaciones de la sociedad civil, organizaciones no gubernamentales (ONG), académicos militantes, abogados que trabajan en la justicia social y ambiental, periodistas e incluso algunos funcionarios públicos.

La diversidad de espacios políticos, enfoques y colectividades que estas redes reflejan da cuenta de cómo la cuestión energética y climática se convierte en una preocupación compartida y un pivote articulador

⁵ Algunos ejemplos son: el Pacto Ecosocial e Intercultural del Sur, la propuesta que varias organizaciones desarrollaron para una Disminución Planeada de la Dependencia Fósil en Colombia, y la Red de Energía y Poder Popular en América Latina, así como diversos mapeos sobre alternativas energéticas a escala regional y subregional.

para *hacer política* ante la crisis ambiental, global y civilizatoria que nos atraviesa. En este sentido, se renuevan también las vías de investigación-acción que son propias de la ecología política, la justicia ambiental y la justicia climática; esto ocurre no sólo para comprender la emergencia de nuevos espacios políticos, sino también para amplificar su trabajo en términos de audiencias, alianzas y escalas. En este marco, resulta de particular relevancia el trabajo de investigación y acción sobre espacios incipientes con amplio potencial transformador.

El primero de ellos tiene que ver con el mundo del trabajo. Más allá de los discursos reformistas en torno a la “transición justa” –a favor de la reconversión dentro del capitalismo verde–, las y los trabajadores del sector energético, minero y otros vinculados a estas transformaciones son clave para cuestionar el modelo dominante y construir una nueva subjetividad de amplio espectro. Con las posibles alianzas entre comunidades rurales y urbanas, campesinas y trabajadoras, se amplían las condiciones para hacer colectivo el conocimiento técnico y práctico que permita gestionar la energía en diversas escalas y contextos (Aguilar y Rátiva-Gaona, 2022).

El segundo tiene que ver con el carácter necesariamente internacional y pluriversal de un horizonte energético alternativo. Ante la dependencia material, energética, financiera y tecnológica entre los centros y las periferias del sistema económico global, resulta obligado pensar en plataformas de alianza solidaria sobre escalas más amplias. A los planteamientos para reclamar el pago de la deuda climática del Norte para con el Sur Global, así como la moratoria para frenar los extractivismos, se suman otros espacios políticos de posibilidad. Entre ellos, el pensamiento y praxis feministas de los “sures” para la justicia climática (Moreano et al., 2021), así como el diálogo y solidaridad entre colectividades que, desde distintos puntos del planeta, cargan de forma desproporcionada con los costos del modelo dominante de la transición –regiones sacrificadas, trabajadoras y trabajadores precarizados y migrantes, entre otros–.

Asimismo, construir solidaridades para desarticular los mecanismos de despojo en lo local, nacional e internacional implica pensar en la complementariedad intelectual y política que se articula entre las propuestas por un decrecimiento en el Norte Global, con aquellas que demandan y proponen un postextractivismo en el Sur Global. En estas alianzas, se abre un espacio político de amplia realización para la justicia ambiental y climática global.

CONCLUSIONES: PENSAR LA ENERGÍA COMO RELACIÓN SOCIAL

Como concepto articulador, la energía está sujeta a múltiples significaciones. Ha sido entendida como una entidad física, como la capacidad para realizar un trabajo, como un derecho, como un recurso, e incluso como una mercancía dentro de las lógicas de la globalización neoliberal. Lo cierto es que, en la medida en que se le otorgan diversos valores, la energía refleja una *relación social*. Dicho de otra forma, la energía da sustento a relaciones sociales de carácter material –modos de producción, distribución y consumo– y simbólico –relaciones de poder, percepciones y representaciones sobre la sociedad y el entorno–.

Desde la perspectiva de la transición energética, este abordaje conceptual facilita un amplio campo de trabajo crítico y alternativo. Además del estudio en torno a las instituciones, infraestructuras, expectativas y distribución de poder que el modelo dominante sostiene, la ecología política plantea rutas críticas para pensar otras formas de relacionamiento socioambiental y energético. De esta forma, en su apuesta por articular una visión *fuerte* de la sustentabilidad, la ecología política aporta hacia y se nutre desde las diversas propuestas que hoy en día se articulan en los movimientos del ambientalismo popular, las redes organizativas, la academia crítica y las instituciones públicas que avanzan en el sentido democrático de la energía. En este campo coproductivo, destacan tres temáticas centrales en la hoja de ruta para construir alternativas.

LA CUESTIÓN DE LA ESCALA

En contraposición con los principios de la sustentabilidad *débil* y sus correlatos en la modernización ecológica, la sustentabilidad *fuerte* coloca en la escala económica el punto crítico de cambio y reconoce que los límites biofísicos del planeta se acompañan por la no-sustituibilidad de recursos, funciones y valores ambientales. Desde esta perspectiva, una transición energética alternativa se inserta dentro de luchas más amplias por otra economía política, una que favorezca el desescalamiento de los ritmos metabólicos, y funcione a favor de la redistribución democrática en el aprovechamiento y uso de recursos.

Desde esta perspectiva transformadora, la transición energética requiere diluir las lógicas del desarrollo desigual entre el campo y la ciudad, los centros y las periferias, el Norte y el Sur globales. Una transición energética alternativa pasa por relocalizar la producción y el consumo, de modo que se dé prioridad al mismo tiempo a la sana reproducción de las personas y los territorios tanto en el campo como en la ciudad. Entre otros, estos cambios incluyen una reconfiguración de los sistemas de transporte –para favorecer modelos no-intensivos en materiales y energía, así como esquemas públicos y colectivos–, la recuperación de la soberanía alimentaria y el cuidado del agua, el aprovechamiento de ecotecnias en la vivienda, la industria y el aprovechamiento de energías diversas, así como una integración territorial a favor de la diversidad biológica, productiva y cultural.

En estas transformaciones, la escala regional se posiciona al centro de una planeación democrática que identifique tanto los recursos disponibles a escala nacional, como las necesidades regionales y locales para el cuidado y reproducción de la vida.

(RE)DISTRIBUCIÓN

Una transición energética alternativa requiere de una economía que replantee las nociones de escasez y suficiencia. Los planes alternativos

para enfrentar la crisis climática y energética consideran vías para evaluar de forma científica y democrática los recursos energéticos y mineros disponibles, las infraestructuras activas y las disparidades energéticas entre los sectores más derrochadores y aquellos que se encuentran más desfavorecidos. En paralelo, los planes alternativos consideran que los recursos fósiles que aún se encuentran disponibles pueden pasar a fungir como bisagra de una planeación democrática hacia el desescalamiento metabólico, y no al servicio de una constante expansión del sistema energético como sucede en la actualidad (por ejemplo Roy y Schaffartzik, 2021). La redistribución de la energía implica, por lo tanto, cambiar el énfasis desde el lado de la oferta hacia el lado de la demanda y promover enfoques tanto regionales como locales para la sostenibilidad local y la satisfacción de necesidades básicas para el desarrollo de una vida plena.

PROPIEDAD, GESTIÓN Y PARTICIPACIÓN

Las rutas para una transición energética alternativa abren un amplio debate sobre qué tipo de propiedad, gestión y regulación hacen posible un proyecto a favor de la justicia social y ambiental. Si bien no hay respuestas unívocas en este sentido, las luchas sociales y políticas que se han gestado en contra del neoliberalismo durante las últimas décadas sugieren aprendizajes que pueden ser incorporados a la reflexión presente.

En América Latina la experiencia de los gobiernos progresistas ha demostrado que el reposicionamiento del Estado facilitado por amplios sectores de la sociedad aseguró una mejor distribución de las rentas de los sectores estratégicos, pero no una salida a los modelos de acumulación extractivistas. Por lo tanto, pensar la dimensión de lo público en el contexto de la transición energética alternativa va más allá de la necesidad de reposicionar al Estado como único rector de este proceso. Desde una perspectiva integral, el debate que hoy se vuelve necesario pasa por repensar el papel del Estado, pero también el de las empresas públicas, las cooperativas, los sindicatos y las comunidades organizadas en la construcción de

una transición energética alternativa, donde lo público y lo común predominen por encima de los sistemas extractivos y mercantiles.

En este proceso, que debe ser democrático, el Estado guarda un importante potencial para facilitar una transición progresiva sobre el ámbito de la economía política al hacer énfasis en la cuestión de la escala y la redistribución de los recursos a favor de una economía equitativa, regenerativa y en clave social-solidaria. A su vez, el Estado guarda el potencial de favorecer y proteger mecanismos de democracia directa en la gestión de las empresas públicas, la planificación y la ejecución de estrategias para la transición en distintas escalas: desde lo nacional hasta lo local.

Es en este ámbito –el de lo local y lo regional– donde un amplio abanico de iniciativas puede ser convergente y complementario. Aquí pueden incluirse iniciativas de planeación energética y territorial que se nutran del diálogo de saberes, de la autodeterminación de los pueblos originarios y de la promoción de iniciativas cooperativas, tanto en el ámbito de la producción como en el consumo de recursos.

En México, los debates, las disputas y las prácticas que apuntan en este sentido se encuentran en marcha, de manera incipiente y sin un camino único definido. Desde la perspectiva de la sociedad organizada, estará en manos de distintas instituciones y colectivos impulsar las rutas alternativas para la transición.

REFERENCIAS

- Aguilar, E. E. y Rátiva-Gaona, S. (2022). La chispa de la vida: el trabajo cooperativo energético como búsqueda para la reproducción de la vida digna. *Tramas y redes*, (2), 79-95.
- Avedaño, R. T. y Scandizzo, H. (28 de septiembre de 2016). Qué entendemos por energía extrema. *Portal del Observatorio Petrolero Sur*. <https://rebellion.org/que-entendemos-por-energia-extrema/>
- Ávila, S. (2017). Contesting Energy Transitions: Wind Power and Conflicts in the Isthmus of Tehuantepec. *Journal of Political Ecology*, 24(1), 993-1012.

- Ávila, S. (2018). Environmental Justice and the Expanding Geography of Wind Power Conflicts. *Sustainability Science*, 13(3), 599-616.
- Ávila, S. (2019). Transición energética y justicia socio-ambiental. Aproximaciones desde el Sur global. En C. Tornel (coord.), *Alternativas para limitar el calentamiento global en 1.5°C. Más allá de la economía verde*. Heinrich Böhl.
- Ávila, S. (2023). Seis ejes ecológico-políticos en torno a la transición energética, *Ecología Política*, 63, 21-30.
- Banco Mundial (2017). *The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future*.
- Capellán-Pérez, I., de Castro, C. y Arto, I. (2017). Assessing Vulnerabilities and Limits in the Transition to Renewable Energies: Land Requirements Under 100% Solar Energy Scenarios. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 760-782.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) (2022). *Country Classifications*. <https://unctadstat.unctad.org/EN/Classifications.html>
- Fornillo, B. (coord.) (2019). *Litio en Sudamérica: Geopolítica, energía y territorios*. Clacso.
- Furtado, F. y Soldateli Paim, E. (2018). *Energía en América Latina: del negocio a lo común*. Fundación Rosa Luxemburgo.
- García-Ochoa, R., Ávila, S., Serrano-Medrano, M. y Masera, O. (2024). 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*. (pp. 249-285) Conahcyt/Fondo de Cultura Económica.
- Gutowski, T., Cooper, D. y Sahni, S. (2017). Why We Use More Materials. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 375(2095), 20160368.
- Kothari, A., Salleh, A., Escobar, A., Demaria, F. y Acosta, A. (eds.) (2019). *Pluriverse: A Post-Development Dictionary*. Tulika Books/AuthorsUpFront.
- Lohmann L. (s.f.). Bioenergy, Thermodynamics and Inequalities. En M. Backhouse y C. Rodriguez (eds.), *Bioeconomy and Global Inequalities: Knowledge, Land, Labor, Biomass, Energy, and Politics*. (pp. 85-103) Palgrave Macmillan.

- Luces de las resistencias (s.f.). *La energía de los pueblos*. <https://www.laenergíadelospueblos.com/la-campa%C3%B1a>
- Martínez-Alier, J. (2002). *El ecologismo de los pobres: conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Icaria.
- McCarthy, J. y Thatcher, J. (2019). Visualizing New Political Ecologies: A Critical Data Studies Analysis of the World Bank's Renewable Energy Resource Mapping Initiative. *Geoforum*, 102, 242-54.
- Mol, A. y Sonnenfeld, D. (2000). Ecological Modernization Around the World: An Introduction. *Environmental Politics*, 9(1).
- Moreano Venegas, M., Lang, M. y Ruales Jurado, G. (2021). *Perspectivas de justicia climática desde los feminismos latinoamericanos y otros sures*. Fundación Rosa Luxemburgo/Región Andina.
- Navarro, M.L. (2012). Las luchas socioambientales en México como una expresión del antagonismo entre lo común y el despojo múltiple. *Revista del Observatorio Social de América Latina*, 13(32), 15-39.
- Pellow, D. N. (2018). *What is Critical Environmental Justice?* Polity Press.
- Roy, B. y Schaffartzik, A. (2021). Talk Renewables, Walk Coal: The Paradox of India's Energy Transition. *Ecological Economics*, 180, 106871.
- Scheidel, A. y Sorman, A. (2012). Energy Transitions and the Global Land Rush: Ultimate Drivers and Persistent Consequences. *Global Environmental Change*, 22(3), 588-595.
- Svampa, M. (2012). Consenso de las *commodities*, giro ecoterritorial y pensamiento crítico en América Latina. *Revista del Observatorio Social de América Latina*, 13(32), 15-39.

3. ¿Es posible despatriarcalizar la energía? Reflexiones y prácticas desde la investigación

Sandra Rátiva-Gaona
Azucena Silva Norman

Los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) son un vehículo esencial para materializar los objetivos de los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces) del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), en consonancia con el derecho humano a la ciencia y los nuevos paradigmas de ciencia con incidencia y ciencia de frontera. En este sentido, el Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) busca contribuir a satisfacer el derecho a servicios energéticos dignos, accesibles y sustentables, a partir de una visión integral que, lejos de concebir a la energía sólo como una mercancía, trasciende lo meramente técnico y utilitario.

Como lo muestra este libro, los Pronaii del Pronace ECC incorporaron a poblaciones y comunidades en la producción de energía a partir de fuentes renovables y con ello promovieron la equidad y el acceso universal a servicios energéticos dignos. Desde su formulación, estos proyectos sentaron las bases de una nueva forma de hacer ciencia al conformar grupos científicos diversos e interdisciplinarios, como una forma de trascender fronteras institucionales y sectoriales para abordar de manera holística los retos de la transición energética. A través de las convocatorias, se invitó a diferentes actores –desde instituciones educativas hasta

organizaciones sociales y empresas- con el propósito de *cocreando* soluciones que respondieran a las necesidades del país y en el proceso de selección se privilegiaron tanto la solvencia epistemológica como el compromiso con el bienestar de la población mexicana.

Este enfoque no sólo apuntó a la resolución de problemas nacionales fundamentales, sino que también buscó transformar las dinámicas de poder y distribución de recursos para promover una transición energética inclusiva, justa y sostenible. Para ello, se han impulsado reflexiones sobre las relaciones y las prácticas que vinculan a las mujeres en el sistema energético mediante preguntas acerca de sus papeles e impacto en las investigaciones. Estos diálogos hacen posible pensar, proponer y configurar en una mirada más justa, menos excluyente, menos violenta y dirigida no sólo a potenciar la participación de las mujeres, sino a construir enfoques y miradas que cuestionen el machismo y las relaciones de dominación patriarcal.

Una reflexión de esta naturaleza va más allá de pensar sólo en las mujeres, pues exige pensar en el trabajo de cuidados, en las relaciones jerárquicas, en los vínculos comunitarios y en la interdependencia entre la sociedad -que produce el sistema energético- y los ecosistemas -que sustentan la vida humana y no humana-.

Como parte de este esfuerzo, el Pronace ECC organizó en septiembre de 2022 el seminario virtual *Mujeres y energía: barreras y oportunidades para repensar el modelo energético*. En él se abordaron la brecha laboral y educativa en el sistema energético mexicano, experiencias de cooperativas impulsadas por mujeres con base en ecotecnologías energéticas, así como el enfoque ecofeminista de la energía. Además, con base en el seminario se produjo el resumen de recomendaciones de política pública *Energía y mujeres, repensar el modelo energético* (Pronace ECC, 2023a), donde se sintetizan los aspectos mínimos para incluir en los debates sobre energía los aportes de la perspectiva de género, de los feminismos y de las iniciativas lideradas por mujeres.

En este sentido, este texto tiene dos propósitos. Por un lado, presenta algunas de las discusiones que están surgiendo desde diversos campos de

investigación y reflexión –tanto feminista como de ecología política– sobre la necesaria despatriarcalización de la energía. Por otro, comparte algunas de las experiencias concretas de los Pronaii y de algunas organizaciones sociales que aspiran a mejorar la calidad de vida de las mujeres y de las infancias, a través de su participación en los proyectos de investigación o de implementación de ecotecnologías para una transición energética justa, así como de ampliar el debate público sobre el sistema energético.

Para cumplir con estos propósitos organizamos el capítulo en tres apartados. El primero está enfocado en los conceptos que orientan nuestra reflexión en torno a la necesidad de despatriarcalizar la investigación y el trabajo sobre energía. El segundo propone algunos de los debates y de las propuestas para desbordar y ampliar los enfoques de investigación y de proyectos asociados a la energía. El tercero se centra en las prácticas y experiencias que identificamos tanto en algunos de los Pronaii como en iniciativas con las que el Pronace ECC ha tenido acercamientos o conversaciones.

¿CÓMO ENTENDEMOS EL PATRIARCADO?

El patriarcado es el término que los movimientos de mujeres y movimientos feministas usamos para nombrar la estructura de dominación que se construyó a través de la historia de forma violenta y que convirtió la diferencia en desigualdad. En otras palabras, el patriarcado transformó el dimorfismo sexual entre mujeres y hombres –la diferencia física– en desigualdad social (Federici, 2015; Sendón de León, 2002). Esta última se expresa en diferentes ámbitos y producciones sociales como la división sexual del trabajo, el lenguaje excluyente, las religiones misóginas, las instituciones machistas, las normas, las leyes, el deseo, el amor y las estructuras de sentimientos, por mencionar algunos ejemplos.

Hablar de patriarcado es nombrar una lógica o una forma de ordenar el mundo que se materializó hace por lo menos cuatro milenios y que determina la mayor parte de las relaciones sociales y ecosistémicas

de la actualidad. Su consecuencia principal ha sido la legitimación de la desigualdad entre cuerpos y valores masculinos –como estrato superior de este orden social– y el resto de la vida en el planeta, incluidos los cuerpos femeninos y feminizados (Hernando, 2012; Gutiérrez y Navarro, 2019), así como el resto de las especies y ecosistemas, quienes desde esta óptica son vistos como sujetos pasivos a ser dominados y utilizados para la acumulación de poder y de recursos tanto materiales como energéticos, incluida la fuerza de trabajo de animales, humanos y naturalezas (Fernández Durán y González Reyes, 2018).

Podemos ver entonces que el patriarcado no es sólo un asunto de las violencias que las mujeres experimentamos por ser mujeres, sino que también implica las relaciones, los valores y las instituciones que justifican y reproducen esa violencia (Mies, 2019). Esas relaciones, valores e instituciones se han impuesto a su vez a otras personas y grupos humanos, pero sobre todo a las naturalezas concretas, es decir, a otras especies, a los ecosistemas y al sistema planetario. Cobrar conciencia de estas implicaciones revela el hecho de que el patriarcado debe ser entendido como un problema de las sociedades en su conjunto y no sólo de las mujeres (Federici, 2015).

El patriarcado se expresa en el machismo, el sexismo y la misoginia, pero también se expresa en la idea colonial de que hay pueblos superiores a otros. Esto justificó la invasión y el exterminio de pueblos enteros en los procesos de colonización que antecedieron el desarrollo del capitalismo industrial y que de hecho persisten en la actualidad. ¿Por qué? Porque supone que hay una jerarquía, una superioridad basada en la diferencia étnica, racial, genética u otra expresión física.

El patriarcado también se expresa en la forma en que la ciencia y la técnica se desarrollaron en la sociedad occidental, donde persiste la idea de que la naturaleza es un objeto externo a la sociedad, que es “salvaje” y que por lo tanto debe ser dominada. Esta idea es el reflejo de la jerarquización de la razón y del utilitarismo como valores centrales para la producción de conocimiento y para su posterior implementación en

la doctrina económica dominante en occidente. Este marco de comprensión del mundo ha justificado un despliegue de la ciencia positivista, de las ciencias aplicadas y de la carrera tecnológica desde el siglo XIX sin consideraciones de fondo sobre los impactos ambientales o sociales que esto pudiera provocar.

PATRIARCADO Y ENERGÍA

El modelo energético actual está basado en dinámicas de explotación de la naturaleza, en relaciones geopolíticas, económicas y ecológicas desiguales, y está en el centro de la acumulación de capital a escala global (Fernández Durán y González Reyes, 2018; Bertinat, 2016; Malm, 2020). Además, ha contribuido de forma sistemática a generar gravísimos conflictos socioambientales que afectan a comunidades campesinas, indígenas, afrodescendientes y poblaciones rurales, así como a sus territorios; por este motivo, el extractivismo para la producción de energía es el mejor ejemplo de colonialismo a escala global (Navarro Trujillo, Rátiva Gaona, y Furtado, 2023; Roca-Servat y Perdomo Sánchez, 2020; Machado, 2018; Lander y Lang, 2011).

Las consecuencias ambientales y sociales de la explotación de minerales e hidrocarburos para el sostenimiento de la demanda energética actual están ampliamente documentadas. De forma análoga, el debate que se está desarrollando sobre la transición energética, ha develado la grave dependencia de los combustibles fósiles que padece el capitalismo y los enormes conflictos que puede provocar la expansión masiva de sistemas fotovoltaicos, proyectos eólicos de gran escala y la generación de hidrógeno o el uso de gas para las llamadas energías renovables no convencionales (Ávila, 2020; Escalante Katún, 2021; Kazimierski y Argento, 2021; Puente y Argento, 2015; Roa et al., 2018).

En tal sentido y ocupando la connotación ampliada de patriarcado –que no se reduce a un asunto de violencia sobre las mujeres–, la configuración de la economía, de las instituciones y por lo tanto del modelo

energético son un reflejo de una serie de valores e instituciones que podemos llamar patriarcales, porque establecen una jerarquía del ser humano sobre la naturaleza, porque necesitan explotar –e incluso destruir– ecosistemas, pero sobre todo porque se fundamentan en una cultura androcéntrica que pone en el centro de la vida social valores asociados a la masculinidad, como la producción y la riqueza monetaria.

Entender que hay un marco simbólico androcéntrico, donde los valores que celebra la sociedad son la fuerza, la potencia y la velocidad, que a su vez son términos asociados a la definición técnica de energía, la cual permite –y permitió históricamente– consolidar un modo de producción capitalista termo-industrial, nos permite observar que ahí existe también una creencia profunda que configura las formas de organización social y el modelo de organización de la energía.

La acumulación y el uso de energía implican la acumulación de poder (Fernández y Reyes, 2018). Encontramos entonces 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). No en vano la publicidad de automóviles de alta gama y potencia se representa con hombres que reflejan la masculinidad hegemónica y la virilidad.

A partir de esta lectura –con la que comprendemos que el patriarcado se teje con la degradación ecológica y ambiental, que justifica instituciones y formas de organización social como el modo de producción capitalista y que forma parte del complejo actual del extractivismo energético– podemos proponer también una mirada ampliada sobre las relaciones sociales que producen, distribuyen y consumen energía. ¿Es posible despatriarcalizar este modelo energético? ¿Se puede hacer lo mismo con el concepto mismo de energía o con la investigación sobre la energía? Creemos que sí. Para conseguirlo, un primer paso es abrir debates y proponer diálogos fértiles dirigidos a visibilizar aquellas prácticas, experiencias e iniciativas que ya están en curso.

REFLEXIONES Y DIÁLOGOS ACTUALES

El debate en torno a la energía ha trascendido los límites de la opinión pública y la academia hasta convertirse en uno de los temas principales a nivel mundial. La transición energética que impulsan los principales países industriales y las instituciones financieras busca reemplazar los combustibles fósiles con energías renovables bajo el paradigma de la “industria verde”. Sin embargo, esta visión tecnoproductiva invisibiliza la dimensión social de la transición, relega a los países periféricos a externalizar los costos socioambientales y limita el acceso equitativo a la energía, lo que impacta en especial en las mujeres.

La relación entre energía, reproducción social y género es crucial. Históricamente, las mujeres han sido las más afectadas por la desigualdad en el acceso a la energía y los recursos naturales, pese a ser las responsables de las tareas reproductivas y de cuidado. Además, en las últimas décadas la lógica neoliberal financiarizada ha concentrado cada vez más el control de la energía en manos de unas cuantas empresas transnacionales, ha profundizado las desigualdades de género y ha feminizado la pobreza energética. En este contexto, el nuevo acuerdo verde ha ganado impulso como una propuesta política de transición energética, que promueve la intervención estatal para incentivar el crecimiento económico a través de tecnologías sustentables; sin embargo, desde una perspectiva corporativa y tecnoproductiva, corre el riesgo de mercantilizar la naturaleza y perpetuar las desigualdades de género.

Ante esta realidad surgen propuestas feministas que demandan una transición energética justa, social y popular donde la energía sea vista como un bien común y un derecho fundamental para sostener la vida. Estas propuestas buscan desmercantilizar la energía y promover proyectos colectivos bajo lógicas de políticas públicas democráticas que garanticen un acceso equitativo y una distribución justa de la energía, y que reconozcan el trabajo de las mujeres y su papel central en la reproducción social. Para ampliar las perspectivas de la investigación de

la energía desde un enfoque de despatriarcalización es necesario desbordar las miradas que limitan el problema a la relación entre mujeres y energía, no porque ésta no sea importante, sino porque es insuficiente por dos motivos: 1) las mujeres no están solas en el mundo y 2) la energía no se limita sólo a combustibles y electricidad.

En relación al primer punto, algunos movimientos han planteado la necesidad de pensar en un feminismo para el 99% de la población. La propuesta parte del reconocimiento de que a las mujeres se les ha relegado a las esferas del trabajo doméstico no remunerado y a las labores de cuidado, se les ha limitado a peores remuneraciones salariales y se les ha restringido el derecho a la titularidad y tenencia de la tierra, así como el acceso a los derechos en general. Bajo estas circunstancias se ha configurado una feminización de la pobreza en el mundo que no sólo afecta a los cuerpos femeninos, sino también a los hijos e hijas de estas mujeres, a las personas que dependen de su cuidado, a las comunidades de las mujeres empobrecidas y, por lo tanto, a los espacios y entornos donde el empobrecimiento tiene lugar.

Esto último implica que existen territorios y ecosistemas que son degradados por las condiciones sociales de los grupos humanos que los habitan. No obstante, si bien es verdad que las condiciones de vida de las mujeres afectan a otros grupos poblaciones e incluso a los ecosistemas, esto también significa que las prácticas que rompen con la jerarquía y la desigualdad pueden contribuir con la restauración de las condiciones de vida y con los vínculos ecológicos y sociales de comunidades y sociedades enteras.

El segundo elemento del debate sobre la ampliación de la perspectiva de la relación entre energía y mujeres hace énfasis en el hecho de que la energía no es sólo electricidad y combustibles para mover vehículos, para conectar aparatos o para garantizar la cadena de producción que genera empleos, que da salarios y que permite el consumo mercantilizado de bienes y servicios. Como lo expone Sofía Ávila en su capítulo, las energías son una compleja cadena de relaciones sociales y ecológicas que incluyen: las relaciones ecosistémicas necesarias para la producción de

alimentos, textiles y herramientas; el trabajo socialmente necesario para extraer, procesar y transformar las naturalezas en mercancías energéticas; y, por supuesto, la existencia de instituciones como el mercado o el Estado para la gestión y el consumo de los millones de productos que la energía mueve y produce.

Por estas razones, la relación entre mujeres y energía no es la simple vinculación entre energías finales y las personas feminizadas que las consumen. Por el contrario, su análisis nos permite comprender diversos niveles de la complejidad social y sobre todo diversos niveles de las esferas de conflictividad social y de los mecanismos de dominación actuales. La violencia, el empobrecimiento, la exclusión y la contaminación son consecuencias de un sistema social que afecta a las mujeres y a todos los grupos humanos donde ellas están.

Los megaproyectos energéticos del siglo xx -complejos petroleros, represas y minas- degradaron ecosistemas y culturas originarias, pero también afectaron las condiciones de vida de las mujeres y sus familias; al mismo tiempo, las altas tarifas de la energía eléctrica en las ciudades han empeorado las condiciones de vida, de cuidado y de vinculación tanto para las infancias como para las personas enfermas; más aún, el exceso mundial de emisiones de gases de efecto invernadero por combustibles fósiles ha comprometido el sistema climático planetario y, con él, la posibilidad de reproducción de la vida humana y de la vida de otras especies y ecosistemas.

Frente a esta gran complejidad, varias pensadoras feministas, ecofeministas y comunitarias han planteado preguntas a propósito de aquello que es en verdad necesario para la reproducción de la vida humana, cuáles son y cómo se deben desenvolver los trabajos productivos y reproductivos en una vida social en cooperación -y no en competencia- (Federici, 2013) o cómo vamos a producir en común (Gutiérrez y Rátiva, 2020).

Llevar estas preguntas a la esfera de la energía, a las reflexiones y discusiones sobre el modelo energético, a las investigaciones sobre generación, distribución o consumo de energías y a los proyectos que incentivan

o promueven ecotecnias y tecnologías energéticas nos conduce a abrir el campo de conocimientos sobre las energías a las preguntas por la despatriarcalización. De esta forma, las reflexiones desbordan la actuación o sujeción de las mujeres y es posible ver un cuadro más complejo que incluye a los ecosistemas y a las relaciones entre ser humano y naturalezas.

A esto último le llamamos *poner la vida en el centro* e implica mover los esfuerzos sociales –las instituciones, los fondos públicos, las investigaciones, el tiempo y el trabajo colectivo– para transformar también el marco simbólico androcéntrico hasta convertirlo en un marco simbólico que reconozca y socialice el trabajo del cuidado y que potencie 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). Tal es el resultado de reconocer el trabajo de las mujeres y el trabajo del cuidado como elementos centrales de la reorganización social, de la reorganización de la energía y de la reorganización de los bienes comunes, y de asumir la cooperación y la diferencia como patrones de armonización de las desigualdades actuales.

PRÁCTICAS DESPATRIARCALIZADORAS

Para vincular las ideas, los conceptos y los debates mencionados, presentamos a continuación algunas reflexiones sobre las prácticas de los Pronai y de otras organizaciones que buscan romper con la organización patriarcal del sistema energético actual, que apuestan por convivir en comunidad y en armonía con la naturaleza, que reconocen la relevancia social y económica del trabajo de cuidados y que colocan la vida en el centro de la discusión. En otras palabras, este apartado aspira a compartir expresiones concretas de prácticas, reflexiones y experiencias despatriarcalizadoras en el ámbito específico de la energía en proyectos de investigación, cooperativos y económicos-rurales, así como en iniciativas profesionales.

A modo de autoreflexión, queremos empezar por compartir que en la conformación de los grupos de trabajo de los Pronaii se observa la brecha de género en la representación técnico-científica de las mujeres: de los 15 proyectos seleccionados para la convocatoria de transición energética, el 33% es liderado por mujeres desde su componente técnico; en contraste, el 70% de quienes dirigen el componente social al interior de los grupos son representantes femeninas. Esta situación refleja la persistencia de estructuras patriarcales arraigadas en la investigación y generación de energía en México, las cuales constituyen un desafío fundamental para la consolidación de una transición energética justa y equitativa.

Ahora bien, aunque reconocemos que es imperativa la participación de hombres y mujeres en la investigación y generación de energía, el enfoque que queremos presentar va más allá de la mera identificación de disparidades. Buscamos resaltar las prácticas que rompen con este paradigma al apostar por la convivencia en comunidad y la armonía con la naturaleza tanto en la construcción como en la generación de sistemas energéticos, es decir, mediante la proyección de los vínculos y las relaciones familiares y organizativas como parte del proceso productivo.

EXPERIENCIAS COMPARTIDAS DESDE LOS PRONAI

Entre los proyectos analizados,¹ diversas acciones buscan involucrar de forma activa a las mujeres, desde su capacitación en el manejo, desarrollo y codiseño de tecnologías hasta su participación en la formulación de programas con perspectiva de género. Destacan algunas actividades que representan verdaderos intentos de transformación de la estructura social y de las dinámicas de participación de las mujeres en las actividades económicas y comunitarias.

¹ Todas las experiencias de los Pronaii fueron analizadas a partir de las fichas de los proyectos. Para mayor información, ver Pronace Ecc (s.f.).

En el Pronaii de San Luis Potosí, “Desarrollo social y económico de pequeñas unidades agroindustriales con base en la socialización, gestión, generación y/o uso eficiente de energía sustentable”, se implementó un programa de acción social dirigido sobre todo a mujeres y niños, con el objetivo de fomentar la cultura, la educación y los hábitos sostenibles. Además, se incluyeron temas de valorización de residuos y generación de energía, lo que demuestra un esfuerzo por abordar de manera integral las necesidades y desafíos específicos de las mujeres en estas comunidades.

En el proyecto de Hueyapan, Morelos, “Centro comunitario para el deshidratado solar de productos agropecuarios de pequeños productores indígenas”, se generaron estrategias de educación popular con perspectiva de género, mediante la fusión de los procesos de tecnología de energías renovables con la realidad social de la comunidad indígena. Esto implicó la realización de jornadas informativas y talleres dirigidos a diferentes grupos de la comunidad, lo que contribuyó a sensibilizar sobre temas como la deshidratación solar de alimentos y el manejo de residuos, con un enfoque en la participación de mujeres y jóvenes.

El Pronaii “Comunidades mayas sustentables: hacia el diseño de nuevos modelos energéticos rurales transregionales e integrales para el desarrollo sostenible en el estado de Yucatán” se distingue por su enfoque en las mujeres productoras de cebollita,² quienes se benefician del bombeo solar y se encuentran en proceso de defensa del territorio. Esta experiencia demuestra cómo el proyecto no sólo las hace receptoras de la tecnología, sino también las acompaña como agentes activas en la protección y gestión de recursos locales.

En el proyecto “Desarrollo e implementación de alternativas energéticas sustentables en comunidades rurales de la meseta Purépecha de Michoacán” se integraron perspectivas de género y enfoques etnolingüísticos en el trabajo conjunto con la comunidad. Esto se consiguió

² La *cebollita* es una variedad de cebollas moradas pequeñas que sólo se da en el pueblo de Ixil.

mediante la realización de talleres participativos, los cuales visibilizaron las actividades específicas de las mujeres en el hogar y en la comunidad, reconocieron su papel como usuarias finales de tecnologías y las integraron al proceso de codiseño de las estufas ecológicas.

En el Pronaii “Seguridad energética, hídrica y alimentaria para pueblos originarios en regiones costeras semiáridas del norte de México” se organizó un grupo de trabajo con criterios de equidad de género y edad en la comunidad comcáac, orientado a fomentar la participación de mujeres y personas de la tercera edad en la toma de decisiones comunitarias. Además, se implementó un programa de talleres con perspectiva de género, dividido en varias fases, para fortalecer la participación de las mujeres en la gestión comunitaria y para reforzar la organización comunitaria previa, como la iniciativa Mamás Solares. Esta última se refiere a un grupo conformado por mujeres seris que se capacitaron en el Barefoot College de la India para llevar luz y agua a los dos pueblos que integran la nación comcáac: El Desemboque de los Seris y Punta Chueca.

En el proyecto de la Unión de Cooperativas Tosepan “Energía para el *yeknemillis* (buen vivir) de la sierra nororiental de Puebla” se generó un proceso de formación con maestras y maestros como investigadoras e investigadores comunitarios para ampliar las reflexiones que el grupo de investigación ha hecho sobre las energías para el *yeknemillis* o buen vivir. Este proceso incluyó la producción de cuentos, relatos y materiales para las infancias que, por un lado, retoman la tradición oral de los pueblos nahuas y totonakus y, por otro, dinamizan las relaciones de formación y educación a partir de la investigación de energías y ecotecnologías para la región.

Un ejemplo contundente de prácticas abocadas a fortalecer el cuidado colectivo es la iniciativa de Guerreras Fénix de Umán, Yucatán.³ Esta agrupación constituye un verdadero faro de cambio en la relación entre mujeres, energía, movilidad y transporte público digno. Surge en

³ En la tercera parte del libro se puede encontrar la entrevista realizada a Verónica Ocaña, fundadora de la agrupación.

un contexto donde el sistema organizativo de mototaxistas en el municipio de Umán relegaba a un segundo plano la participación femenina en la toma de decisiones. Como respuesta, la asociación civil de mujeres ha generado un espacio incluyente, seguro y transversal para todas las mototaxistas de la región. Esta actividad les permite generar ingresos y organizar sus propios tiempos para estar con sus familias y cuidar a sus hijos. Además, al estar legalmente constituidas, las 40 integrantes de Guerreras Fénix tienen acceso a prestaciones de salud y vivienda.

Esta iniciativa cobró aún más fuerza gracias a su colaboración con el Pronai “Movilidad urbana-rural integrada e innovación en electromovilidad en Yucatán”, liderado por la Escuela Modelo. Además, la agrupación recibió apoyo del Programa de Pequeñas Donaciones (PPD) del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). A través de estas alianzas, las integrantes de Guerreras Fénix fueron capacitadas y equipadas para realizar la conversión eléctrica de sus mototaxis. De esta manera, pueden no sólo brindar un servicio de transporte público digno, eficiente y amigable con el ambiente, sino también generar ahorros económicos al disminuir en casi el 90% los gastos anuales por unidad.

Lo que hace extraordinaria esta experiencia es su enfoque centrado en la comunidad y el cuidado del entorno. A través de la transición hacia mototaxis eléctricos, y la implementación de prácticas de cuidado y solidaridad, estas mujeres están cambiando la forma en la que se desplazan y se relacionan con la comunidad. En un mundo donde la tecnología y la eficiencia suelen ser los principales focos de atención, Guerreras Fénix demuestra que hay otra forma de abordar la transición energética y la movilidad, mediante la construcción de un sistema de transporte más justo y sostenible que siente las bases para un cambio cultural profundo “donde las mujeres son reconocidas no sólo como usuarias de la tecnología, sino como productoras, técnicas y actoras con capacidades de agencia en la toma de decisiones energéticas” (Ricaldi Arévalo, 2020).

También es importante mencionar el proyecto “Rehabilitación de humedales urbanos con participación ciudadana para reducir la

emisión de gases de efecto invernadero, disminuir la temperatura ambiental y mitigar las inundaciones en Xalapa, Veracruz” que se destaca por su enfoque integral hacia la conservación ambiental, la participación comunitaria y el fortalecimiento de una perspectiva sobre la relación entre los seres humanos con la tierra y lo no humano.

A través de acciones como la construcción de humedales artificiales, la remoción de especies invasoras y la conformación de los comités ciudadanos Guardianes del Humedal –conformados por mujeres y hombres– se ha fomentado una reflexión profunda sobre la importancia de cuidar y preservar estos ecosistemas para mitigar los efectos del cambio climático. Estos comités representan una respuesta local a la degradación ambiental, así como un acto de resistencia ante las estructuras de poder que amenazan sus modos de vida y su relación con la tierra.

MIRADAS DE OTRAS ORGANIZACIONES

Aunque hasta ahora hemos compartido experiencias específicas de algunos Pronaii del Pronace ECC, reconocemos la importancia de ampliar nuestra mirada hacia las numerosas y valiosas iniciativas llevadas a cabo por otras organizaciones. En ellas se refleja una larga trayectoria de esfuerzos en la lucha contra la patriarcalización en diversos ámbitos, a través de acciones que promueven la participación, el empoderamiento y el reconocimiento de las mujeres en el ámbito energético y más allá.

Explorando la intersección entre género y energía

La Red Mujeres en Energía Renovable y Eficiencia Energética (Redmeree)⁴ es un ejemplo paradigmático de una organización mexicana que aborda

⁴ Ponentes del seminario virtual "Mujeres y energía: barreras y oportunidades para repensar el modelo energético", organizado por el Pronace ECC (2023b).

la intersección entre género y energía desde una perspectiva integral y crítica. Esta red reconoce que la igualdad de género y la sostenibilidad energética son dos agendas transversales que no se habían abordado de manera conjunta. Su enfoque va más allá de sólo considerar las necesidades específicas de las mujeres en el acceso a la energía; lo que busca es comprender y abordar las dinámicas de género en todas las etapas de los proyectos energéticos, con el objetivo de lograr una igualdad sustantiva y una transición energética justa y equitativa para todos. La Redmeree manifiesta tener tres enfoques principales:

1. *Fortalecimiento de capacidades.* Buscan equipar a las mujeres con las herramientas necesarias para enfrentar los desafíos del sector energético a través de actividades como capacitaciones, jornadas de formación y becas en temas específicos.
2. *Promoción de la eficiencia energética.* Reconocen la importancia de la eficiencia energética como paso previo a la adopción de energías renovables y trabajan en el desarrollo de competencias en este ámbito.
3. *Empoderamiento y visibilización.* Aspiran a impulsar a las mujeres en el sector energético, destacar su contribución y promover su participación en roles de liderazgo y emprendimiento.

La Redmeree también subraya la importancia de sensibilizar a todos los niveles de la sociedad –desde las y los individuos hasta las instituciones– y aboga por políticas flexibles que fomenten la igualdad de género. Además, trabaja en colaboración con instituciones gubernamentales y otras alianzas para influir en el desarrollo de políticas públicas que aborden estas problemáticas e impulsen la igualdad de género en el sector energético.

*Las mujeres en la gestión local
de proyectos energético*

La cooperativa Túumben K'óoben,⁵ ubicada en la península de Yucatán, sobresale por su labor en la implementación de estufas de leña mejoradas. Esta iniciativa es crucial en áreas rurales donde el uso de fogones abiertos es común y conlleva riesgos para la salud de las mujeres y la degradación de los recursos forestales. Además de ofrecer una alternativa más segura y eficiente para cocinar, la cooperativa empodera a las mujeres al involucrarlas de forma activa en todas las etapas del proceso.

Aunque la construcción de estufas solía ser vista como un trabajo exclusivo de los hombres, en la actualidad, la participación y la apropiación de las mujeres se ha convertido en un elemento central de dicha actividad. A través de talleres y capacitaciones, las mujeres adquieren habilidades en la construcción y mantenimiento de estufas, con lo cual se convierten en agentes de cambio en sus comunidades. Más aún, la cooperativa ha implementado un sistema de microcréditos que, al permitir a las mujeres acceder a los materiales necesarios para construir las estufas, fomenta la autonomía económica de las mujeres.

La labor de la cooperativa no se limita a la construcción de estufas, ya que también busca promover otras soluciones energéticas sostenibles – como sistemas de energía solar y bombeo –, así como otras actividades en beneficio de la comunidad y el ambiente. Esto se relaciona con el hecho de que en el presente se encuentran en un proceso de adquisición de parcelas de selva para crear una zona de conservación y preservar la naturaleza y sus tradiciones, lo cual funciona al mismo tiempo como una forma de resistencia frente a los proyectos extractivos en su región.

⁵ Ponentes del seminario virtual “Mujeres y energía: barreras y oportunidades para repensar el modelo energético”, organizado por el Pronace Ecc (2023b).

La cooperativa Onergia y la formación técnica para mujeres

Onergia, nacida de la inquietud de sus miembros por el medio ambiente y el cambio social, es una cooperativa localizada en Puebla que se ha propuesto ser un agente de cambio en la distribución equitativa de los recursos energéticos en México. Su enfoque, basado en los principios del cooperativismo internacional, aboga por la colectivización, la cooperación y la democratización en la toma de decisiones, con el objetivo de construir nuevas relaciones de producción y distribución de energía. Uno de sus compromisos es el reconocimiento del potencial de las capacidades de las mujeres como usuarias y actoras en el campo de la energía.

Onergia ha implementado cursos de capacitación en electricidad dirigidos en específico a mujeres; estos cursos no sólo representan una oportunidad para adquirir habilidades técnicas, sino que también son un paso significativo hacia la construcción de una nueva narrativa en torno a la energía, al abrir espacios para que las mujeres participen y sean reconocidas como agentes con capacidad de acción y transformación.

REFLEXIONES FINALES

A lo largo del texto presentamos ideas y elementos que pueden contribuir a la despatriarcalización del campo de estudios e investigaciones sobre la energía. Creemos que es importante ir más allá de enunciar la relación entre mujeres y energía –lo que, no obstante, sigue siendo una deuda dentro del campo de conocimiento y la comunidad académica– y queremos ratificar la importancia de ampliar las perspectivas para pensar en prácticas que desafíen jerarquías y contribuyan a la restauración de los ecosistemas en la generación de energía.

La clave no es quién ejecuta las prácticas, sino la ruptura con la noción instrumental de la energía para promover la coexistencia de comunidades basada en la relación armoniosa entre seres humanos, naturaleza,

cultura y tradiciones. Esto implica reconocer la prioridad del cuidado colectivo, que deja de ser exclusivo de las mujeres, abraza la idea de comunidad en su totalidad e incluye la atención a la infancia, vejez y enfermos.

En cuanto a los Pronaii, es importante reflexionar sobre el papel de las juventudes e infancias en la perspectiva de despatriarcalización. Aunque no se haya mencionado de forma explícita en los párrafos anteriores, se les ha considerado de manera activa en la participación de jornadas educativas y como personas ejecutoras en proyectos energéticos. Sin embargo, es fundamental reconocer su papel como agentes sociales detonadores. En otras palabras, no deben ser vistos sólo como ejecutores o consentidores de las acciones, sino como personas actoras que pueden contribuir de manera significativa al cambio social y al desarrollo sostenible de sus comunidades. Incorporar sus perspectivas y capacidades en los proyectos puede enriquecer las intervenciones y promover un mayor impacto a largo plazo.

Por último, es crucial reconocer que no todos los esfuerzos de los proyectos representan prácticas despatriarcalizantes por sí mismas, pero son un paso necesario hacia la construcción de una nueva narrativa de transición energética. Esta última implica una transformación profunda en nuestras relaciones con la naturaleza, en nuestras estructuras sociales y en nuestras concepciones mismas de la energía y el trabajo.

REFERENCIAS

- Ávila, S. (2020). *Decarbonizing the SouthSpace, Justice and Politics at the Renewable Energy Frontiers*. Institute of Environmental Science and Technology. https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2021/hdl_10803_671659/sac1de1.pdf
- Ávila, S., Rátiva-Gaona, S. y Torres-Wrong, M. (2024). Una mirada sociocultural de la energía: hacia transiciones energéticas justas. En L. Ferrari, O. Masera y A. Straffon (coords.), *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México* (pp. 497-530). Conahcyt/Fondo de Cultura Económica.
- Bertinat, P. (2016). Transición energética justa. Pensando la democratización energética. *FES sindical*, 1, 1-18.

- Escalante Katún, A. (2021). *Energy [in]Justice in México. An Analysis of Wind and Solar Energy Projects in Yucatán*. University of York.
- Federici, S. (2013). *Revolución en punto cero: trabajo doméstico, reproducción y luchas feministas*. Traficantes de sueños.
- 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. (2018). *En la espiral de la energía. Vol. I Historia de la humanidad desde el papel de la energía (pero no solo)*. Libros en Acción/Baladre.
- Gutiérrez Aguilar, R. y Navarro Trujillo, M. (2019). Claves para pensar la interdependencia desde la ecología y los feminismos. *Bajo el volcán*, (28), 45-57.
- Gutiérrez Aguilar, R. y Rátiva-Gaona, S. (2020). La producción de lo común contra las separaciones capitalistas: hilos de una perspectiva crítica comunitaria en construcción. En D. Roca-Servant y J. Perdomo Sánchez (eds.), *La Lucha por los comunes y las alternativas al desarrollo frente al extractivismo: miradas desde las ecología(s) política(s) latinoamericanas* (pp. 41-65). Clacso.
- Hernando, A. (2012). *La fantasía de la individualidad: sobre la construcción sociohistórica del sujeto moderno*. Katz Editores.
- Kazimierski, M. y Argento, M. (2021). Más allá del petróleo. *Relaciones Internacionales*, 30(61), 142. <https://doi.org/10.24215/23142766e142>
- Lander, E. y Lang, M. (eds.) (2011). *Más allá del desarrollo*. Abya Yala/Universidad Politécnica Salesiana/Fundación Rosa Luxemburgo.
- Machado Aráoz, H. (2018). *Potosí, el origen: genealogía de la minería contemporánea*. Abya Yala/Fundación Rosa Luxemburgo
- Malm, A. (2020). *Capital fósil. El auge del vapor y las raíces del calentamiento global*. Capitán Swing.
- Mies, M. 2019. *Patriarcado y acumulación a escala mundial*. Traficantes de sueños.
- Navarro Trujillo, M. L., Rátiva-Gaona, S. y Furtado, T. (2023). Re-existence Struggles and Socio-Ecological Alternatives for Reproduction of Dignified and Sustainable Life in Territories Affected by the Extractivist Offensive in Latin America. En B. Bustos, S. Engel-Di Mauro, G. A. García López,

- D. Ojeda y F. Milanez (eds.), *Routledge handbook of Latin America and the environment*. Routledge.
- Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) (s.f.). *Energía*. Conahcyt. <https://conahcyt.mx/pronaces/pronaces-energia-y-cambio-climatico/energia/>
- Pronace ECC (2023a). *Energía y mujeres: repensar el modelo energético*. Conahcyt. <https://conahcyt.mx/policy-briefs-lv/>
- Pronace ECC (2023b). *Mujeres y energía: barreras y oportunidades para repensar el modelo energético*. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=vCIScz-Gw50>
- Puente, F. y Argento, M. (2015). Conflictos territoriales y construcción identitaria en los salares del noroeste argentino. En B. Fornillo (coord.), *Geopolítica del litio: Industria, ciencia y energía en Argentina* (pp. 123-165). El Colectivo/Clacso.
- Rátiva-Gaona, S. (2020). El modelo energético es profundamente patriarcal. *América Latina en Movimiento*, 44(550). <https://www.alainet.org/es/articulo/209951>
- Ricaldi Arévalo, T. (2020). *Sociedad y energía: construyendo la transición energética desde y para los pueblos y comunidades. Casos: Brasil, Perú y Bolivia*. Grupo de Trabajo Cambio Climático y Justicia (GTCCJ). <https://ccjusticiabolivia.org/wp-content/uploads/2021/03/Estudio-Sociedad-y-Energia.pdf>
- Roa, T., Soler, J. P. y Aristizabal, J. (2018). Transición energética en Colombia: Aproximaciones, debates y propuestas. *Ideas verdes. Análisis políticos*, (7). <https://co.boell.org/es/2018/03/01/transicion-energetica-en-colombia-aproximaciones-debates-y-propuestas>
- Roca-Servat, D. y Perdomo Sánchez, J. (eds.) (2020). *La Lucha por los comunes y las alternativas al desarrollo frente al extractivismo: miradas desde las ecología(s) política(s) latinoamericanas*. Clacso.
- Sendón de León, V. (s. f.). *¿Qué es el feminismo de la diferencia? (Una visión muy personal)*. Mujeres en red. https://www.nodo50.org/mujeresred/victoria_sendon-feminismo_de_la_diferencia.html
- Svampa, M. (2021). Feminismos ecoterritoriales en América Latina. Entre la

violencia patriarcal y extractivista y la interconexión con la naturaleza. *Fundación Carolina. Documentos de trabajo*, 59. https://www.fundacioncarolina.es/wp-content/uploads/2021/11/DT_FC_59.pdf

Segunda parte

REFLEXIONES METODOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE
CIENCIA/CONOCIMIENTO SOBRE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

4. La Plataforma Nacional Energía, Ambiente y Sociedad (Planeas): una herramienta pública para la planeación energética integral

Equipo de investigadoras e investigadores de Planeas¹

LA REALIDAD ENERGÉTICA MEXICANA A LA QUE RESPONDE PLANEAS

En materia de energía, México enfrenta un conjunto de problemáticas a diferentes escalas y con múltiples dimensiones. Algunas son propias del modelo desigual e insostenible de producción-consumo de riqueza global y de la matriz energética fósil que lo ha energizado durante el último siglo y medio -intensa emisión de gases de efecto invernadero

¹ En la actualidad, el equipo está conformado por: Luca Ferrari (investigador, Centro Geociencias-UNAM), Omar Masera Cerutti (investigador, IIES-UNAM), Natalie Ortiz Guerrero (investigadora por México-Conahcyt), Diana Hernandez Martínez (doctorante, Centro Geociencias-UNAM), Diana Canales Licona (investigadora por México-Conahcyt), Manuel Llano Vazquez (Cartocrítica), Carla Flores Lot (Cartocrítica), Rodrigo Palacios Saldaña (coordinador técnico, Centro de Geociencias-UNAM), Iván Martínez Zazueta (doctorante en Geografía-UNAM), Yannick Deniau (Geocomunes A.C.), Luis Fernando Pérez (Geocomunes A.C.), José Rafael Flores Hernández (Centro de Geociencias-UNAM), Raúl Tauro (investigador por México, IIES-UNAM), Montserrat Serrano Medrano (investigadora por México, IIES-UNAM), Regina Zamora Ortiz (licenciada en Matemáticas), Pablo Iván Argueta Navarrete (técnico de investigación, IIES-UNAM), René D. Martínez Bravo (técnico académico, IIES-UNAM), Jorge Emigdio Sánchez Pólito (estudiante, IIES-UNAM) y, hasta septiembre de 2023, Rafael González López (investigador por México).

(GEI), incremento en la temperatura planetaria y agotamiento de los recursos-. Otras problemáticas son más específicas de la forma en que dicha matriz se ha configurado en el país en relación a las necesidades energéticas, y son resultado de las diversas políticas y lineamientos que enmarcan la organización de la sociedad mexicana para la producción-distribución-consumo de bienes y la gestión de sus recursos -dependencia energética, conflictos socioambientales, pobreza energética, contaminación y degradación ecosistémica-.

En la actualidad, la matriz energética de México está profundamente fosilizada y depende en un 87% de los hidrocarburos para la satisfacción de usos finales, sobre todo de los sectores de transporte (47%) e industrial (32%). La predominancia de los hidrocarburos como fuente principal de energía se ha mantenido a pesar de que hace 20 años se alcanzó el pico de extracción de petróleo en el país -con 3.4 millones de barriles diarios (mmbd)-, lo que dio comienzo al declive de la curva de producción que acumula hasta la fecha una caída de más de la mitad de dicho volumen.

Esto ha tenido lugar en conjunto con la disminución del tamaño de los nuevos descubrimientos y del volumen de reservas probadas, así como con el aumento de la profundidad de los pozos y su complejidad, lo que ha incrementado los costos de extracción y la proporción de condensados que se extrae de los campos (Ferrari, Flores y Hernández, 2024). Para el caso del gas metano, se repite en términos generales la misma tendencia con una disminución acumulada del 67% en su producción desde que se alcanzó su pico extractivo en 2009.

Esta caída en la producción de hidrocarburos sucede al mismo tiempo que se promueve el aumento de su demanda -principalmente del gas natural-, lo que coloca a México en un déficit en términos energéticos. Desde 2015 el país es un importador neto de energía; es decir, el gas metano, la gasolina y el diésel importados no compensan el petróleo crudo que se exporta.

En particular, destaca el caso del gas metano, el cual sostiene el 53% de la oferta interna bruta de energía nacional y el 62% de la generación eléctrica.

Desde 2010, los flujos de este hidrocarburo se han incrementado en un 600%, y el gas de lutita o *shale gas* de Estados Unidos es la principal fuente de importación. Esto configura una relación de dependencia energética hacia dicho país, de la cual depende alrededor del 70% de la demanda de gas metano en México, proporción que se eleva cuando se excluye del cálculo la demanda propia de Pemex y llegó a alcanzar el 93% en 2021 (Planeas, s.f.a).

El complejo sistema industrial de producción y consumo de energía emplazado en México ha generado un gran impacto socioambiental en diversos ecosistemas y territorios del país. Problemas de contaminación de agua, suelo y aire, pérdida de vegetación, accidentes industriales, así como disputas por el uso de la tierra y la gestión de los recursos energéticos en varias regiones están relacionados de manera directa con proyectos de infraestructura energética -centrales, líneas de transmisión, subestaciones eléctricas, pozos, ductos, refinerías y centros de almacenamiento-, así como con proyectos asociados -minería, industria petroquímica, industria metalúrgica y otros tipos de industrias-.

A estas alteraciones ecosistémicas se les suma el conjunto de afectaciones derivadas de la modificación antropogénica de los patrones climáticos que resultan del uso intensivo de los hidrocarburos en la historia moderna -incremento en la cota del nivel medio del mar, en la intensidad de fenómenos como huracanes y sequías, y en la temperatura promedio de la atmósfera-. En particular, las emisiones de GEI de México recaen en la industria de la energía (la cual emite el 23.5%) y en el transporte (20.7%); si a éstas se le suman las emisiones fugitivas provenientes de la producción de combustibles, el conjunto de las actividades ligadas a la producción y el consumo energético acumulan más del 51% del total de emisiones de GEI, como sucedió en 2021.

Algunas otras actividades o sectores que emiten un gran volumen de GEI son el sector agropecuario (17.7%), la industria manufacturera y de la construcción (6.2%), la industria de los minerales y del metal (6.2%), el manejo de residuos y aguas residuales (8.9%) y los sectores comercial

y residencial (3.4%) (INECC, 2021). En términos globales, México es el cuarto país más contaminante en dióxido de azufre (SO_2), el treceavo en emisiones de dióxido de carbono (CO_2), el décimo en emisiones de metano (CH_4), y suma el 1.19% del acumulado global de emisiones de GEI desde que se tiene registro.

La distribución de las consecuencias de estas emisiones y la participación de los diferentes sectores sociales en su generación son desiguales. En México, el decil más rico consume siete veces más que los deciles más pobres (Vera et al., 2021); además, aún hay 10 millones de personas que no tienen acceso adecuado a la electricidad y 40 millones viven en pobreza energética (García-Ochoa y Graizbord, 2016). Al mismo tiempo, existe una concentración del consumo energético por parte de la industria, un sector económico que en ciertas ramas productivas se ha extendido para convertirse en una plataforma de exportación mercantil que para operar requiere del consumo del 60% de toda la electricidad del país, energía que para generarla depende de la masiva importación de gas metano.

El hecho de tener una matriz energética altamente fosilizada con una tendencia de declive en la producción de hidrocarburos, una alta dependencia de la importación de refinados y gas natural, importantes impactos socioambientales por la producción y consumo de energía, así como una profunda inequidad en el consumo y en la generación de emisiones son problemáticas prioritarias que exigen atención.

Como respuesta a este escenario, desde mediados de 2020 se inició la construcción de la Plataforma Nacional Energía, Ambiente y Sociedad (Planeas)² -bajo la coordinación del doctor Luca Ferrari y el doctor Omar Masera Cerutti-, como un proyecto de investigación e incidencia transversal del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático

² En esta plataforma participan el Instituto de Geociencias de la UNAM y el Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad de la misma universidad. El grupo de trabajo que la compone está integrado por un equipo de investigadoras e investigadores multidisciplinares de diversas instituciones académicas y de la sociedad civil.

(Pronace ECC). Planeas busca construir un repositorio integral, actualizado y abierto sobre el sistema energético mexicano que pueda servir como instrumento público de consulta de la sociedad, así como herramienta de modelación para el diseño de políticas públicas en la necesaria transición hacia un sistema energético justo y sustentable.

OBJETIVOS Y EJES DE TRABAJO DE PLANEAS

Para abordar la complejidad de las problemáticas energéticas de México, desde Planeas se definió un conjunto de ejes y herramientas de acceso público con los siguientes objetivos: 1) generar una visión integral que supere la competencia entre diferentes fuentes y permita enfrentar el predicamento energético con base en datos técnicos y científicos actualizados y confiables; 2) buscar soluciones que tomen en cuenta las limitaciones de la oferta, los impactos socioambientales y la gestión de la demanda energética con una mayor equidad; y 3) superar la visión economicista neoclásica que sigue dominando la planeación energética con su horizonte ficticio de crecimiento económico continuo, el cual ignora los límites biofísicos del planeta y propone decisiones basadas en el coste económico por encima de cualquier otra consideración.

Los ejes principales del trabajo de Planeas se agrupan en tres espacios:

1. *Plataforma de visualización en el Ecosistema Nacional Informático de Energía y Cambio Climático*

La plataforma de visualización del proyecto Planeas (s.f.b) es una herramienta digital de acceso abierto que forma parte del Ecosistema Nacional Informático³ (ENI) de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC, s. f.)

³ Los Ecosistemas Nacionales Informáticos (ENI) están alineados a los Programas Nacionales Estratégicos del Conahcyt, y responden a los problemas prioritarios de la agenda de desarrollo nacional. En estos espacios colaborativos se publican estudios científicos, bases de datos, mapas, gráficos interactivos, narrativas gráficas y visualizaciones de datos con la

del Conahcyt y tiene la intención de ser la interfaz que permite a los usuarios acceder a los contenidos elaborados en Planeas. Esta plataforma se organiza en secciones temáticas en las que se publica información, esquemas, mapas y gráficas interactivas sobre diferentes dimensiones de la realidad energética de los hidrocarburos, la electricidad y la biomasa del país.

Los contenidos abarcan desde datos sobre producción, distribución y consumo de energía, así como sus flujos asociados, hasta información cartográfica sobre la infraestructura energética emplazada y proyectada a escala nacional, estatal y municipal, dependiendo de la disponibilidad de los datos (figura 1). Este catálogo de información se acompaña de un balance de energía en el que se sintetiza la matriz energética nacional, así como de un glosario para guiar al usuario en su consulta del portal.

Figura 1. Contenidos de la plataforma de visualización

Balance Energético	Electricidad	Hidrocarburos	Biomasa
Producción	Sistema Eléctrico Nacional	Reservas de crudo	Estado actual
Transformaciones principales	Balance Nacional de energía	Reservas de gas	Demanda
Comercio exterior	Generación	Producción de crudo	Oferta
Consumo final	Demanda	Producción de gas	Balance oferta y demanda

finalidad de contribuir al conocimiento local y regional que atienda los problemas prioritarios del país. Para más información, ver Conahcyt (s.f.).

Balance de energía	Transición	Demanda	
	Pérdidas	Infraestructura	
	Relación socio-económica	Administración	

Fuente: elaboración propia.

2. *Bases de datos, indicadores e investigaciones sobre impactos socioambientales*

Otro eje de trabajo de Planeas es la elaboración de indicadores sobre el impacto socioambiental y económico del sector energético en México, mediante la construcción de bases de información e investigaciones propias, en diálogo con el trabajo de diferentes instancias gubernamentales, académicas y de la sociedad civil organizada. Este eje está enfocado hacia la generación de insumos y el análisis sobre una dimensión del tema energético que de forma constante se considera como secundaria y postergable, pero que se ubica en el núcleo de su configuración histórica: la crisis socioecológica. En sus múltiples escalas, esto exige colocar a los impactos del sector energético no como una externalidad, sino como un componente propio de la forma en que opera este sector, en una sociedad organizada en torno al objetivo insostenible de obtener una ganancia económica de cualquier relación social y que se proyecta en un horizonte ficticio de crecimiento económico infinito.

3. *Herramientas de modelación*

El tercer eje de Planeas consiste en la construcción de una herramienta pública de modelación y planeación de sistemas energéticos con una

estructura abierta, que permite ser configurada por el usuario en relación con los diversos escenarios que éste proponga. Esta herramienta de nombre CyberSyn, tiene el objetivo de potenciar la comprensión del sistema energético y sus interrelaciones, en particular para las personas a cargo de la toma de decisiones públicas en el sector. Para lograrlo, la herramienta está estructurada en módulos, procesos y subprocesos que brindan flexibilidad en el nivel de detalle solicitado en consonancia con la relevancia y disponibilidad de la información.

Esta estructura también está diseñada de tal manera que la herramienta puede ser adaptada y ampliada de acuerdo con las demandas específicas que pueden surgir durante el desarrollo de la plataforma. Un aspecto que delinea el desarrollo de esta herramienta es la necesidad de cambiar el paradigma de los modelos tradicionales que dan la misma relevancia a las restricciones técnicas y naturales que a los supuestos económicos, y hacen caso omiso tanto de los límites biofísicos como de la dimensión ecosistémica y socioambiental.

La herramienta CyberSyn trabaja sólo con restricciones técnicas y físicas para obtener el máximo espacio de búsqueda de soluciones técnicamente factibles, y permite al usuario establecer criterios específicos para las dimensiones económica, energética, socioambiental y ecosistémica.

Estos tres ejes se articulan para configurar en conjunto una plataforma integral que sintetiza en un solo lugar información relacionada con los principales problemas de la realidad energética nacional, misma que sirve como insumo para diversos análisis al respecto, así como para la modelación de escenarios energéticos que perfilen propuestas y políticas en múltiples escalas con un sustento riguroso y apegado a dicha realidad.

PRINCIPALES RESULTADOS HASTA EL MOMENTO

Durante los pocos años de su construcción, Planeas ha generado múltiples productos sobre diversas dimensiones del problema energético.

Estas abarcan la integración y análisis de todos los estadios del sistema energético, es decir, los procesos de producción, transformación, distribución y uso final. Además, se han realizado procesos de consolidación, actualización y mejoramiento de la información del sistema energético mexicano y los impactos ambientales, sociales y económicos asociados.

Estos resultados abarcan el conjunto de ejes de trabajo que se han trazado en Planeas desde su inicio y están articulados entre sí para potenciar su utilidad y alcance. A continuación, se señalan algunos de los resultados obtenidos hasta la fecha.

SITIO WEB PLANEAS

En la actualidad ya está desarrollado el sitio web Planeas (s.f.b). El portal fue diseñado con los componentes web de código abierto desarrollados por la Dirección de Análisis de Datos y Sistemas de Información Geográfica del Conahcyt. En este sitio, que ya se encuentra accesible, se han publicado bases de datos e información georreferenciada sobre el sector de los hidrocarburos en el país -reservas, producción, refinación, distribución, flujos y uso de gas metano-, sobre el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) -capacidad, generación, transmisión, demanda y acceso-, así como sobre el estado actual y el potencial de la biomasa en el país -oferta, demanda y balance-. Esta información está sintetizada en productos gráficos interactivos que permiten conocer el balance energético nacional y los procesos que componen la cadena energética. Los materiales publicados en esta plataforma son descargables para uso abierto y se encuentran en constante actualización.

Asimismo, se encuentran disponibles algunos de los avances del trabajo en relación a los impactos socioambientales que hasta la fecha incluyen la recopilación de información y la construcción de bases de datos espaciales multianuales sobre la infraestructura energética existente y proyectada, el desarrollo de un modelo de alta resolución sobre el potencial solar en el país, la construcción de un análisis cartográfico

sobre oferta y demanda de biomasa, así como la elaboración y publicación de artículos científicos y reportes.

Uno de los principales logros del proyecto Planeas es la integración geoespacial del SEN en una base de datos que agrupa las centrales eléctricas por tipo de tecnología y la Red Nacional de Transmisión, junto con una recopilación de los permisos de generación e importación de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y de las manifestaciones de impacto ambiental (MIA) de cada central (figura 2).

Figura 2. Sistema Eléctrico Nacional y Red Nacional de Transmisión

Mapa base

Plantas / unidades en operación

- Carboeléctrica
- Ciclo Combinado
- Eólico
- Fotovoltaica
- Geotérmica
- Nucleoeléctrica
- Térmica y combustión
- Turbina Hidráulica

Red Nacional de Transmisión

- 400 kV
- 230 kV
- 35 a 161 kV



Nota: En el mapa se representan las centrales eléctricas en operación del SEN por tipo de tecnología y la Red Nacional de Transmisión.

Fuente: Planeas (s.f.c.).

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

- *Análisis integrado del sector eléctrico mexicano: los cambios durante la pandemia de covid-19* (González-López y Ortiz-Guerrero, 2022).
 Por primera vez se presenta la integración del sistema eléctrico mexicano desde la generación hasta la demanda, incluyendo las pérdidas por transmisión. Se analizaron los cambios en la generación y la demanda ocurridos durante la pandemia de covid-19 y las implicaciones de los cambios de patrones en la generación eléctrica en términos de tipos de tecnologías dominantes y empresas generadoras de electricidad.
- *Análisis multinivel y multiregional del consumo eléctrico en diferentes sectores* (Ortiz-Guerrero y González-López, 2023).
 Se muestra una herramienta para la planeación eléctrica basada en el análisis multiescalar integrado del metabolismo social y ecológico (MuSIASEM) que incorpora un nuevo análisis regional del metabolismo eléctrico en diferentes sectores. Esta herramienta puede contribuir a la gobernanza del sector eléctrico, ya que puede ser usada para entender y reducir asimetrías entre regiones del país.
- *Modelado espacial de potencial de energía solar en México a partir de Modelo Digital de Elevaciones ASTGTM v3* (Hernández Martínez y Ferrari, 2022).
 Se presenta un modelo de alta resolución de la irradiación total del territorio nacional que mejora la estimación del potencial de generación fotovoltaica basada en otros modelos propuestos en la literatura.
- *A 20 años del pico del petróleo en México: análisis del sector hidrocarburos e implicaciones para el futuro energético nacional* (Ferrari, Flores y Hernández, 2024).

Se ofrece una revisión y un análisis crítico de la producción y refinación de hidrocarburos en las últimas décadas junto con escenarios probabilísticos de la producción futura para proveer elementos de discusión objetivos sobre la viabilidad de un modelo de país basado en combustibles fósiles.

CUADERNOS TEMÁTICOS

A partir de la elaboración de análisis sobre problemas específicos del sistema energético nacional, se comenzó la publicación de una serie de cuadernos temáticos de difusión general, en los cuales el equipo de investigadores que participan en la plataforma profundiza y aporta propuestas y recomendaciones que abonan al tratamiento de los problemas energéticos en sus diversas escalas y dimensiones. Los cuadernos realizados hasta el momento son:

- *Patrones de consumo energético en el sector residencial de México: un análisis desde la perspectiva de usos finales* (Contreras , Serrano-Medrano y Masera, 2022).

Con la intención de conocer las formas en que se utiliza la energía y entender mejor las necesidades de la población para avanzar hacia la eliminación de la pobreza energética, se publicó un cuaderno temático sobre los patrones de consumo energético en el sector residencial en México (figura 3). En él se examinan el acceso y los consumos de energía por uso final para 2018 en este sector, que representan el 18.1% de la demanda total de energía del país. Los resultados presentados abarcan las escalas nacional, regional y urbano-rural; pretenden ser una herramienta de análisis para impulsar un uso más sustentable y justo de la energía en nuestro país.

Figura 3. Portada del cuaderno temático *Patrones de consumo energético en el sector residencial de México: un análisis desde la perspectiva de usos finales*



Fuente: Contreras, Serrano-Medrano y Masera (2022).

- *Estudio del Balance Nacional de Energía 2020* (Solís Rodríguez et al., 2022).

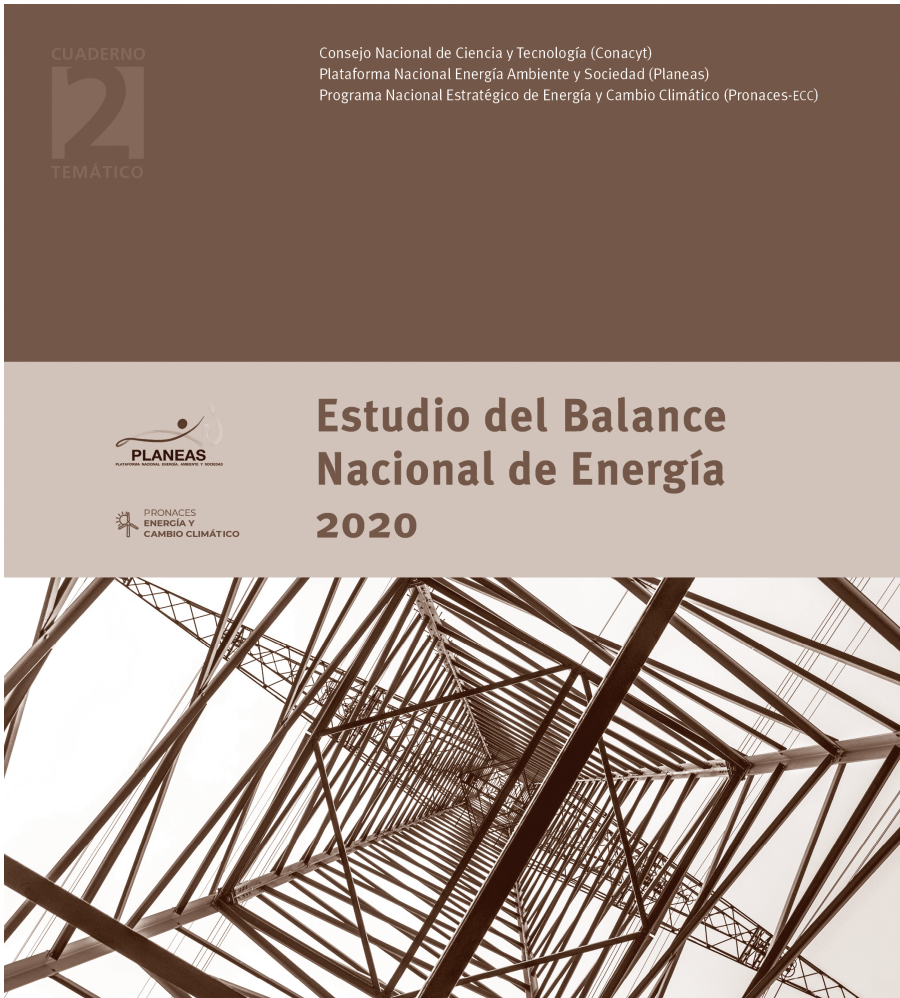
Para tener un diagnóstico de la situación energética nacional es necesario conocer el origen y destino de las fuentes energéticas primarias y secundarias, sus transformaciones, pérdidas, así como la importación y la exportación de energía en el país. Por esta razón se publicó un estudio del *Balance Nacional de Energía* con la intención, tanto de ayudar a identificar y evaluar distintas oportunidades de mejora en el sistema energético, como de considerar perspectivas posibles de cambio del mismo (figura 4). En este material se incluye el contexto histórico y se identifican factores relevantes como la dependencia del país a los combustibles fósiles, el papel de las importaciones y exportaciones, así como la eficiencia general del sistema, entre otros aspectos que potencian la interpretación y el uso de las cifras que muestra el balance.

- *El Sistema Eléctrico Nacional. Parte 1. Integración y análisis de la información sobre capacidad instalada, generación y factor de planta* (Deniau et al., 2023).

En Planeas se considera que contar con datos actualizados, detallados y abiertos sobre la capacidad de generación eléctrica instalada y proyectada, así como de la generación eléctrica relacionada, es fundamental para la formulación de modelos y prospectivas que aporten a la toma de decisiones sobre un sector que está en el centro de cualquier política de desarrollo a escala municipal, estatal o nacional. Por este motivo, conocer tanto la evolución histórica y geográfica de la generación eléctrica en México, como las características de la capacidad instalada, es un insumo fundamental para la planeación y la toma de decisiones estratégicas de carácter económico y ambiental.

Si bien en la actualidad la información pública disponible sobre el sector eléctrico mexicano permite conocer algunas de las

Figura 4. Portada del cuaderno temático *Estudio del Balance Nacional de Energía 2020*



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Fuente: Solís Rodríguez y colaboradores (2022).

características de su infraestructura, presenta dificultades que impiden la elaboración de una serie histórica unificada sobre la capacidad y la generación eléctrica del país. Por esta razón, se elaboró un cuaderno en el que se presenta un análisis del conjunto de datos públicos disponibles sobre la capacidad de generación eléctrica instalada y sobre la electricidad generada entre los años 2013-2021 (figura 5). El objetivo de este material es mostrar las dificultades actuales para la elaboración de una serie unificada de información sobre la evolución de la matriz eléctrica mexicana, con base en los datos existentes, situación que limita la realización de estudios que contribuyan al conocimiento del sector y que aporten elementos para la toma de decisiones públicas a diferentes escalas de acción.

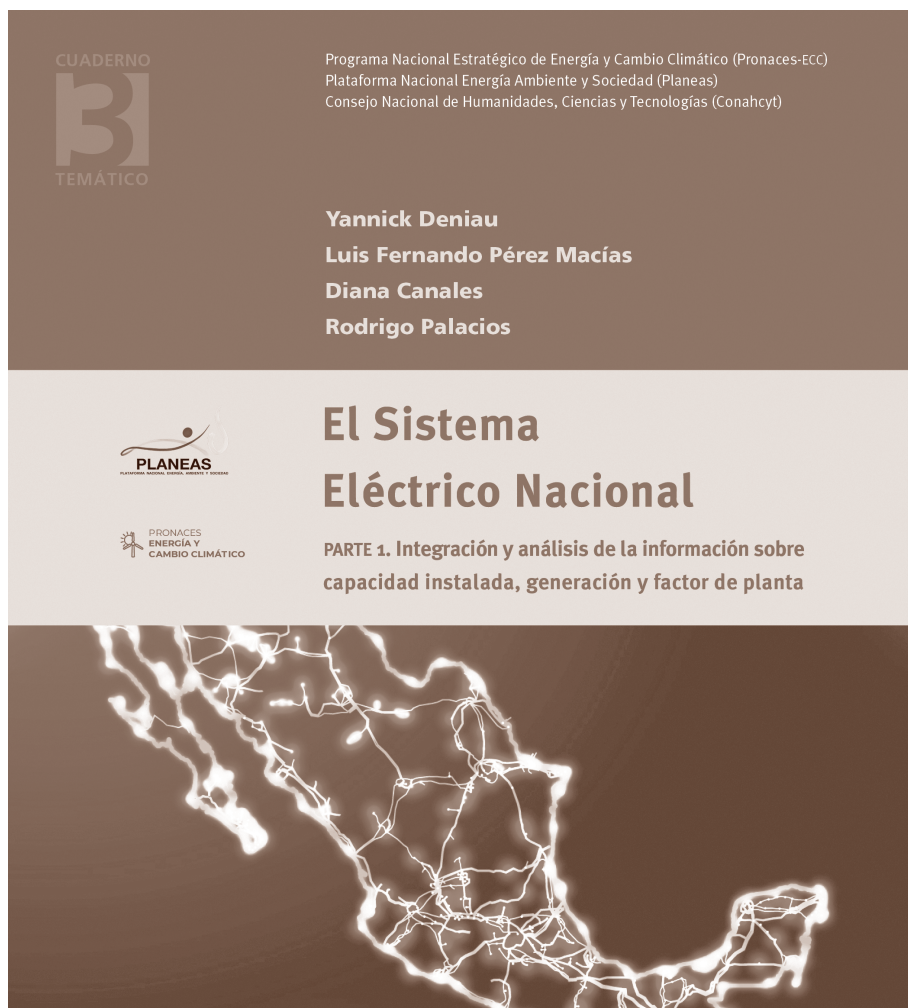
Por otro lado, los siguientes materiales se publicaron en el transcurso de 2024:

- *El gas natural en México: implicaciones para la política energética y la sostenibilidad.*

Durante las últimas tres décadas, la política energética de México se ha volcado hacia el gas metano hasta convertirlo en el insumo que más energía aporta a la matriz energética nacional. La extracción masiva de este hidrocarburo por parte de la industria fósil estadounidense en los yacimientos no convencionales de dicho país se aceleró desde hace poco más de 20 años. El incremento de la demanda de gas metano en México para la generación eléctrica y algunas actividades industriales ha tenido lugar de manera paralela a la caída de la producción de dicho gas en el país, lo que ha provocado que el grado de dependencia energética se haya profundizado a niveles nunca antes registrados en el sector.

Esta situación y el despliegue de infraestructura para traer el gas metano del exterior se abordan en un cuaderno temático donde

Figura 5. Portada del cuaderno temático *El Sistema Eléctrico Nacional*.
Parte 1. Integración y análisis de la información sobre capacidad instalada, generación y factor de planta



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES,
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

Fuente: Deniau y colaboradores (2023).

se detallan la situación del país en torno a este hidrocarburo y los escenarios energéticos que podrían tener lugar a partir de los proyectos actuales de configurar el territorio mexicano como una plataforma de exportación marítima de gas natural licuado (GNL) en un contexto nacional de déficit energético.

- *El Sistema Eléctrico Nacional. Parte 2. Análisis sobre la ocupación territorial de las centrales eléctricas en México.*

En el entendido de que el conocimiento de las características técnicas, geográficas e históricas del SEN es una condición para la elaboración de investigaciones que abonen a su planificación frente a las necesidades energéticas del país –en un contexto de crisis socioambiental y climática a escala planetaria–, se ha avanzado en la realización de un estudio de las características territoriales del SEN, en particular sobre las relacionadas con su ocupación superficial, así como con los cambios en la tenencia de la tierra, el uso de suelo y la vegetación en las áreas ocupadas. En este trabajo también se incluye un primer ejercicio de cálculo de la densidad energética del SEN, lo cual constituye un insumo importante y novedoso en el país.

Libro *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México* (Ferrari, Masera y Traffon, 2024).

Este libro es uno de los productos más sobresalientes del Pronace ECC, en el cual participó un grupo de 42 especialistas del sector energético de diversas instituciones del país, incluido el equipo de investigación de Planeas. Su objetivo es ofrecer una perspectiva integral, comprehensiva y fresca del sector energético mexicano, que permita entender los retos que se enfrentan y las oportunidades que se tienen para consolidar en México un uso más justo y sustentable de la energía.

El conjunto de textos incluidos parten de un nuevo paradigma energético, centrado en la resolución de necesidades mediante un enfoque

participativo, social, respetuoso del medioambiente y orientado al largo plazo, que considera a su vez los límites biofísicos del planeta. El libro consta de tres secciones: 1) “Diagnóstico del sistema eléctrico mexicano”; 2) “Potencial y límites de las fuentes renovables en México”; y 3) “Ejes de acción para la transición energética”. Publicado por el Conahcyt y el Fondo de Cultura Económica, se puede consultar de forma gratuita.

HERRAMIENTA DE MODELACIÓN

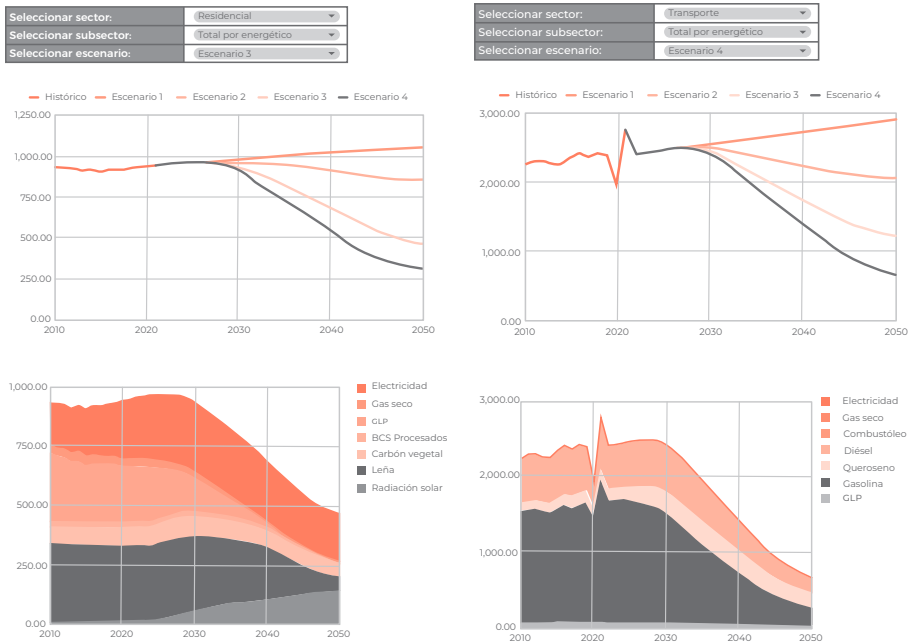
A la fecha, durante la redacción del presente capítulo, se ha avanzado en la elaboración de la estructura de bases de datos y se comenzó la ejecución de pruebas en su versión 1.0 en lo que concierne a la herramienta de modelación. Para esta primera aplicación se han elaborado ejercicios basados en la literatura científica sobre escenarios energéticos que garanticen una vida digna al conjunto de la población en concordancia con los límites materiales planetarios. La herramienta ha permitido la modelación de cuatro escenarios energéticos para 2050, cada uno de los cuales muestra una visualización de los cambios en el consumo de energía por fuente y por sector de uso final (figura 6).

LA UTILIDAD SOCIAL DE UNA HERRAMIENTA PÚBLICA COMO PLANEAS

La fragmentación temporal e institucional que presenta parte de la información pública sobre el sector energético y la falta de datos por restricciones de acceso o por su inexistencia son un gran problema que limita los análisis y las propuestas que se pueden generar desde el quehacer científico en el país. De la misma manera, la falta de herramientas públicas que permitan generar escenarios con base en datos rigurosos de la realidad energética del país limita la viabilidad de las decisiones políticas que se toman, las cuales tienen repercusiones en la vida cotidiana de la población y en su futuro.

Por estas razones, en el marco del Pronace ECC del Conahcyt –donde convergen las comunidades académica y tecnológica con el propósito de generar conocimiento útil para la población– se han dado importantes avances en la construcción de una plataforma pública que no fundamenta su utilidad y potencia en la acumulación de datos generales sobre el sector energético en un solo sitio, sino en la integración y modelación de información de los diversos eslabones de la cadena de la energía en el país y de las dimensiones que la constituyen –física, socioambiental, cultural, política y económica–, en concordancia con un horizonte de construcción de realidades energéticas no desiguales, factibles en términos materiales y no dañinas para la vida en el planeta.

Figura 6. Capturas de pantalla de un ejercicio de modelación sobre escenarios energéticos para 2050



Fuente: elaboración propia.

REFERENCIAS

- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) (s.f). *Ecosistemas Nacionales Informáticos*. <https://eni.conahcyt.mx>
- 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*. Planeas/Pronace ECC/Conahcyt/GIEB/IIES-UNAM. <https://conahcyt.mx/cuaderno-tematico-1/>
- Deniau, Y., Pérez Macías, L. F., Canales, D. y Palacios, R. (2023). *El Sistema Eléctrico Nacional. Parte 1. Integración y análisis de la información sobre capacidad instalada, generación y factor de planta*. Planeas/Pronace ECC/Conahcyt. <https://conahcyt.mx/cuaderno-tematico-3/>
- Ferrari, L., Flores Hernández, J. R. y Hernández Martínez, D. (2024). A 20 años del pico del petróleo en México: análisis del sector hidrocarburos e implicaciones para el futuro energético nacional. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 44(1), 66-86.
- Ferrari, L., Masera, O. y Straffon, A. (coord) (2024). *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México*. Conahcyt/Fondo de Cultura Económica.
- García-Ochoa, R. y Graizbord, B. (2016). Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. *Economía, sociedad y territorio*, 16(51), 289-337.
- González-López, R. y Ortiz-Guerrero, N. (2022). Integrated Analysis of the Mexican Electricity Sector: Changes During the Covid-19 Pandemic. *The Electricity Journal*, 35(6). <https://doi.org/10.1016/j.tej.2022.107142>.
- Hernández Martínez, D. y Ferrari, L. (2022). Modelado espacial del potencial de energía solar en México a partir de Modelo Digital de Elevaciones ASTGTM V3. *Terra Digitalis*, 6(2), 1-9. https://terradigitalis.igg.unam.mx/html/ojs3/index.php/terra_digitalis/article/view/102
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2021). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*. <https://www.gob.mx/inecc>

- Ortiz-Guerrero, N. y González-López, R. (2023). Multilevel and Multiregional Analysis of the Electricity Metabolism of Mexico Across Sectors. *Electricity*, 4(1), 1-21. <https://doi.org/10.3390/electricity4010001>
- Plataforma Nacional de Energía, Ambiente y Sociedad (Planeas) (s.f.a). *Flujos y uso de gas*. Conahcyt. <https://energia.conacyt.mx/planeas/hidrocarburos/flujo-gas>
- Planeas (s.f.b). *Ecosistema Nacional Informático de Energía y Cambio Climático*. Conahcyt. <https://energia.conahcyt.mx/planeas/>
- Planeas (s.f.c). *Sistema Eléctrico Nacional*. Conahcyt. <https://energia.conacyt.mx/planeas/electricidad/sistema-electrico-nacional>
- Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) (s.f.). *Ecosistema Nacional Informático de Energía y Cambio Climático*. Conahcyt. <https://energia.conahcyt.mx>
- Solís Rodríguez, A., Becerril Muciño, A. S., Hernández Castañeda, F., Rodríguez Hipólito, F., Martínez Terreros, H., Rodríguez Domínguez, J. I., Zamudio Salazar, J. P., De La Pascua Mireles, L.E., Pleitez Oviedo, R. O., Palacios Saldaña, R. y Valles Novoa, X. (2022). *Estudio del Balance Nacional de Energía 2020*. Planeas/Pronace ECC/Conahcyt/Licenciatura de Ingeniería en Energías Renovables (LIER)-UNAM. <https://conahcyt.mx/cuaderno-tematico-2/>
- Vera, M. S., de la Vega Navarro, A. y Samperio, J. (2021). Climate Change and Income Inequality: An IO Analysis of the Structure and Intensity of the GHG Emissions in Mexican Households. *Energy for Sustainable Development*, 60, 15-25.

5. Energía para el *yeknemilis* (buen vivir): investigar en otra lengua en la sierra nororiental de Puebla

Leticia Esteban

¿KANI WALEWAH IN TANEMILILMEH? /
¿DE DÓNDE VIENEN ESTAS REFLEXIONES?¹

Itech in weyi chiwalis Tayolchiwaloni itech wan Yeknemilis tein mowika nikan sierra nororiental titakochitah tiktaliskeh se yankwik tayolchikawalonitanemilil, se tein tehwan tikchiwaskeh wan kipowkaitas tomasewalнемilis, ini kiyolchikawas toyeknemilis wan nokipowkaitas pipilmeh wan siwameh tein kayomeh tikewaltiah tomaselwatoy itech totaltikpak. Nikan itech toaltepēt weyi koyonechikolmeh telsenkah kinekih kihtakoskeh totataltikpaknatsin, yehwan itech itanemilil kinemiliah taltsin mokepas kemeh tomin oso kikwaskeh tepos tein tachkwaskeh itech talnantsin, tehwan tikmatih amo kwaltia ihkon. Xa amo moneki se yankwik tanemilil, xa moneki mah tipowkaitan okseki tanemililmeh, tein amo tanemiliah moaxkatiliskeh nochi tein onkak

¹ En este apartado se habla sobre el Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Energía para el *yeknemilis* (buen vivir) de la sierra nororiental de Puebla”. Para saber más se recomienda leer en este mismo libro el capítulo titulado “Energía para el *yeknemilis* (buen vivir): investigación e incidencia desde la movilización social en la sierra nororiental de Puebla”.

itech taltikpak oso motominchiwaskeh, se tein kiyolpachos iyeknenemilis tein tinemih itech in taltikpak. Noihkon, tewan kemeh pipilmasewalmeh titakochitah timomaxtiskeh wan titahkwiloskeh, amo kemeh koyomeh, tehwan tiknekih titahkwiloskeh kemeh masewalmeh. Ika in amaix tiktapowiah tokniwan toni tinemiliah wan toni tikchiwkeh itech in weyitekit tein ika tikyolchikawaskeh tomasewaltahtolmeh nawat wan tutunakú.

*¿TONI KIPIA ITAS TOTAHTOL IWAN TAYOLCHIKAWALONI? /
¿CÓMO SE RELACIONAN LA LENGUA Y LA ENERGÍA?*

Como pueblo masewal² hemos determinado un plan de vida en el cual establecimos las líneas estratégicas que consideramos importantes para nuestro buen vivir. Éste es un proyecto de vida en respuesta y como propuesta frente a las amenazas por megaproyectos de muerte. Se une y al mismo tiempo se divide por líneas estratégicas, las cuales simbolizan los ríos de la vida, ya que son las guías que marcan nuestro camino en el territorio. Si se sigue esta misma analogía, de estos ríos bebemos agua todes, de ellos proviene una parte sustancial de la vitalidad de nuestro árbol para el *yeknemilis* o buen vivir (figura 1), y sus aguas componen el 70% de nuestros cuerpos.

En otras palabras, la identidad cultural y el cuidado de nuestras lenguas es o debe ser el eje transversal en todos los proyectos que desarrolla la Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske. Entonces, situades en los temas que nos convocan, *tomasewaltahtol* –nuestra lengua masewal– y la energía se han fusionado en una especie de amalgama excepcional para proponer un modelo alternativo de gestión energética. A continuación, se presenta el recorrido por esos ríos caudalosos.

² “Masewal” es la forma en que nos autonombramos en lugar de llamarnos “nahuas”; de aquí surgen las derivaciones *masewaltahtol* –lengua masewal–, *masewalnemilis* –pensamiento masewal–, *masewaltaken* –vestimenta masewal–, etcétera.

Figura 1. El árbol del *yeknemilis* o vida buena.
Desde la Economía Social y Solidaria

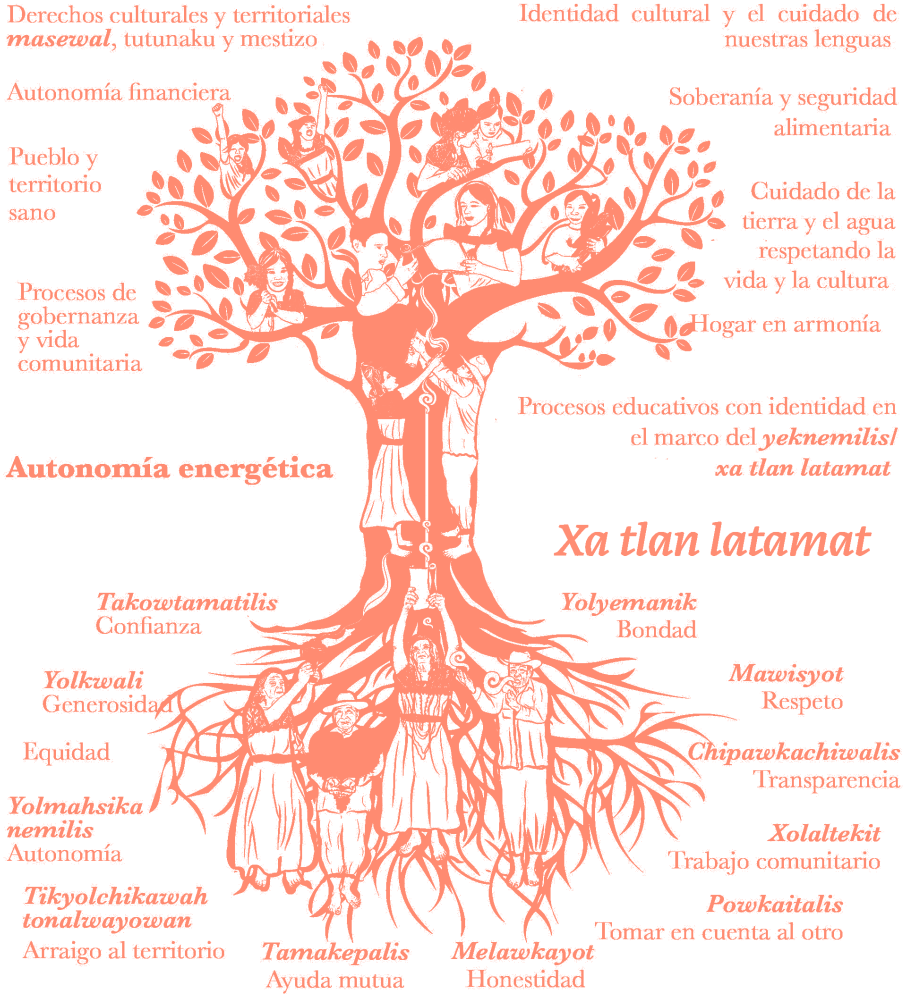


Ilustración: Alicia Durán.

Fuente: Boege y Fernández (2022).

MASEWALTAHTOLMEH ITECH TOWEYIALTEPET /
LAS LENGUAS INDÍGENAS EN MÉXICO

En México, todas las lenguas originarias se encuentran en peligro, aunque en muy distintos grados. Son pocas –el tzotzil y el wixárika– las que presentan un crecimiento de hablantes en términos absolutos. La conceptualización de la pérdida de la lengua es un tema complejo, atravesado por cuestiones ideológicas y políticas, así como por factores económicos y psicosociales. El caso del masewaltahtol o náhuatl es un buen ejemplo de esta complejidad. Existen comunidades donde esta lengua ya es de herencia, es decir, es la lengua de los ancestros y sólo la practican algunos mayores o ancianos, pero los niños y los jóvenes ya no la hablan. En este sentido se puede decir que el masewaltahtol se está durmiendo.

La diversificación dialectal también es un tema crítico, junto con la falta de una verdadera política del Estado a favor de las lenguas de las comunidades *minoritarias*. En el caso del masewaltahtol –y en el de la mayoría de las lenguas con números relativamente grandes como el *maya m'aan* o maya yucateco y el *tu'un savi* o mixteco– existe un continuo de inteligibilidad e ininteligibilidad que ha hecho que algunos lingüistas hablen de lenguas nahuas, en contraposición a intelectuales originarios nahuas que la consideran una sola lengua, como parte de un debate abierto e irresuelto, atravesado por cuestiones sociopolíticas. En su afán por evitar este debate, el Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (Inali) habla de variaciones o agrupaciones lingüísticas –ya no de dialectos de lenguas–, y reconoce para el náhuatl más de 20 variantes.

En realidad, el problema no es tanto que haya comprensión entre las variantes nahuas –que en realidad son una riqueza–, sino que no existen condiciones que propicien su afirmación y uso de manera más general, transversal y pública, que es a lo que debería apuntar una política lingüística sustentable.

Una lengua está en peligro cuando sus hablantes dejan de usarla, la usan cada vez en menos ámbitos y dejan de transmitirla de generación

en generación (Flores et al., 2020, p. 15). Para quienes somos hablantes de una lengua minoritaria –en este caso el náhuatl de la variante de la sierra norte de Puebla– es común que dejemos de usar cada vez más el *masewaltahtol* debido a que fuera de nuestras comunidades no encontramos con quién hablar y el sistema educativo en el que nos formamos no es pertinente, ni incluyente, además de ser negligente con la diversidad lingüística de nuestro país.

Si bien hay pocos espacios donde es posible desarrollarse por completo en *masewaltahtol*, en la Unión de Cooperativas sucede lo contrario. Aquí se habla más *masewal* que español, aunque al salir o al llegar invitados cambiamos el idioma. A pesar de ello, el caso de la Tosepan es particular, ya que podría ser un espacio de inmersión total, si así lo decidiéramos les hablantes.

TIKPATAH TANEMILIL: ¿AKONIMEH? /
CAMBIO DE PARADIGMA: LOS QUIÉNES

Hay un paradigma sobre quién puede escribir y en qué lengua se escribe. A él se suma la obligación de escribir, incluso cuando nuestra cultura es oral y nuestras metodologías de enseñanza-aprendizaje son empíricas. Al mismo tiempo, existe una necesidad imperativa de documentar las lenguas en peligro, así como crear materiales para enriquecer su vitalidad. Ante tal escenario, el Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) Energía para el *yeknemilis* (buen vivir), ofrece la posibilidad de establecer un nuevo papel significativo para el *masewaltahtol*, como lengua transmisora para hablar de temas nuevos –como la innovación y la tecnología– que atraen a los jóvenes. Esto constituye a su vez un reto en términos de crear palabras que nos permitan hablar de asuntos novedosos en nuestra primera lengua e implica conseguir prestigio fuera y dentro de nuestra comunidad.

Además, promueve el uso de nuestra lengua al convertirla en una herramienta para informar a nuestra propia gente sobre temas importantes. El proyecto es incluso una manera de fortalecer la autoestima

de los hablantes, así como para conseguir la presencia de jóvenes –algunos que estudiaron en la universidad y otros que no–, lo cual es crucial para que una comunidad mantenga su vitalidad. Los miembros de la comunidad –y no los participantes externos– son quienes deciden si conservan, revitalizan y fortalecen sus lenguas y cómo.

Sin embargo, los esfuerzos de cooperación con instituciones, aliados y organizaciones no gubernamentales (ONG) también son indispensables para contrarrestar esta situación, facilitar herramientas o, simplemente, para no obstaculizar el trabajo de la comunidad. Puede existir un lugar para los *koyotsin yolyemankeh* o fuereños de buen corazón, aunque puede haber diferencias importantes entre ellos y las personas cuyas vidas intervienen. Es importante considerar que estas diferencias pueden entorpecer el tipo y consecuencias del apoyo benévolo, en especial en cuestiones de valores.

Para evitar dichas problemáticas y resarcir una condición desventajosa, en todas las etapas de este proyecto se han formado cuadros de investigadores *comunitarios* para la investigación e incidencia. Como dice Flores Farfán (2011), por medio de esta toma de espacios, los hablantes dejan de percibirse a sí mismos como portadores de “datos” que se extraen para reunir la mayor cantidad de información posible; en otras palabras, las relaciones de poder cambian: en lugar de una persona investigadora de escritorio que entabla conversaciones con sus “informantes”, jóvenes locales y comprometidos participan con ética y conciencia no sólo de que los resultados que se obtengan incidirán en su comunidad, sino de que cada comunidad decidirá qué hacer con su propia investigación.

Con base en lo anterior, propusimos el concepto de investigadoras e investigadores locales porque no se trata de un ejercicio de extracción de información, sino de una devolución de resultados de la lucha que emprendieron las comunidades y familias –tanto investigadoras como no investigadoras– para que sus hijos puedan acceder a una educación pertinente en las universidades locales. Para construir una nueva ruralidad –donde se promueva una creciente participación en proyectos

comunitarios integrales, como sistemas energéticos rurales sustentables (SERS), orientados a brindar servicios energéticos dignos, confiables y accesibles a nivel local- el primer paso es entender las necesidades y aspiraciones de los pobladores rurales, como mencionan Torres-Wong y Maserá (2023, p. 28).

*AKONIH TAYEKANAH: KOYOMEH WAN
XOLALKONEMEH / ROLES DE PODER:
ESPECIALISTAS O INVESTIGADORES
EXTERNOS Y LA COMUNIDAD*

Aunque muchos pueblos indígenas asocian su posición desfavorecida con sus culturas y llegan a creer que sus lenguas no son dignas de ser conservadas o están “atrasadas”, cada vez más personas que pertenecemos a minorías etnolingüísticas –en especial las nuevas generaciones o grupos organizados- no sólo exigimos tener control sobre los términos y condiciones que rigen los proyectos de investigación, sino también reclamamos nuestros derechos a un consentimiento informado, así como sobre los resultados y usos futuros del trabajo para ser beneficiados con ellos de manera colectiva. Buscamos una relación equitativa con los investigadores externos porque queremos ser actores de un proceso que sea nuestro y no de alguien más. Cuando pedimos apoyo para fortalecer o buscar proyectos esperamos que haya una actitud colaborativa –no intereses o agendas propias- para trabajar en conjunto, desde una perspectiva de justicia social.

En algunas ocasiones, las condiciones socioeconómicas intimidan y nos hacen creer que valen menos nuestros conocimientos o nuestras personas por no tener poder adquisitivo. Cuando salimos a entornos ajenos a nuestros modos de vida –como las grandes ciudades-, es como si se extrajera una planta de su territorio para llevarla a un lugar muy diferente. Exponerse de esa manera es una experiencia que a veces resulta incluso violenta para algunas personas. Por ello trabajamos en tener nuestros propios espacios, como un centro de aprendizaje, innovación tecnológica

y gestión de energía local, una cooperativa de ahorro y préstamo, otra de telefonía e internet comunitaria, otra de salud, etc. Estos espacios nos brindan servicios de calidad en nuestra lengua, con respeto y dignidad.

En sintonía con las problemáticas y resoluciones hasta aquí descritas, este proyecto cuestiona en un sentido profundo el actual modelo energético dominante, hegemónico y patriarcal; además, reconoce que hay un contexto de injusticia socioambiental sobre las comunidades indígenas, equiparables y populares a quienes constantemente se les invisibiliza u obstaculiza en la participación e incidencia de políticas públicas.

Es impactante que alrededor del 97% de la población mundial habla cerca del 4% de las lenguas del mundo. A la inversa, cerca del 96% de las lenguas del mundo son habladas por el 3% de la población mundial. Esto quiere decir que gran parte de la heterogeneidad lingüística del mundo está a cargo de una cantidad muy reducida de individuos. Incluso las lenguas con varios miles de hablantes ya no se están enseñando a los niños; al menos el 50% de las más de seis mil lenguas del mundo está perdiendo hablantes. Por estos motivos, se estima que alrededor del 90% de las lenguas podrían ser sustituidas por lenguas dominantes para fines del siglo XXI (Flores et al., 2020, p. 15).

En este contexto de juegos de poder, las mujeres son el grupo mayor y tradicionalmente subordinado en las comunidades. A pesar de juntar una mayoría dentro de los espacios organizados, siguen siendo grupos vulnerados junto con las infancias. Esto es interesante porque el 89% de la energía utilizada en las viviendas rurales es de tipo térmico –se utiliza para cocción, calentamiento de agua y calefacción– y su principal fuente es la biomasa (Torres-Wong y Masera, 2023, p. 74). Las mujeres son las principales usuarias de esta energía, pero también son quienes menos participan en las decisiones de diseño y construcción de los sistemas energéticos que utilizan. Por esta razón, en el análisis de pobreza energética del proyecto fue importante reorganizar las categorías de quehaceres, así como establecer una categoría diferente para iluminación y uso de electrodomésticos y otra para el cuidado y reproducción de la vida.

En los proyectos de vida de las jóvenes, el territorio es un elemento fundamental que constituye su identidad y con el cual se sienten identificadas. El bordado, el cuidado de la familia, la participación en espacios comunitarios y la cercanía con la tierra son actividades que reflejan el arraigo a las dinámicas locales para el andar en la vida (Mora, 2023). Más aún, en relación a la transmisión de la lengua, se les encomienda a las mujeres la responsabilidad de educar y enseñar a sus hijes la lengua nativa –de donde surge el concepto de “lengua materna”–, pero la transmisión intergeneracional es una corresponsabilidad, por lo que se apela a que los compañeros asuman mejor su paternidad para permitir a las compañeras asistir a procesos formativos sin preocupación, además de tener una participación activa e incluso asumir puestos de representación.

YEKINIKA NIKNEMILIA ITECH MASEWALTAHTOL
WAN SATEPAN NINEMI / PRIMERO PIENSO
EN MASEWALTAHTOL Y LUEGO EXISTO

Nadie camina sin pensar primero y nosotres pensamos primero en masewaltahtol, en esa lengua recibe órdenes nuestro cerebro.

La extinción de cada lengua representa una pérdida insalvable de conocimiento cultural, histórico y ecológico único. En este sentido, culturas milenarias como la nuestra tienen posibilidades de compartir otras maneras de relacionarse con la energía, desde una cosmovisión que no concibe a la energía como una cosa, sino como un ente, un medio y un resultado que se cuenta entre los seres vivos del taltikpak o la Madre Tierra.

Las lenguas son una expresión única de la experiencia humana en el mundo. Reflejan formas de vida y concepciones particulares incluso al momento de conceptualizar. Por ejemplo, cuando durante los primeros talleres del proyecto preguntábamos en español “¿Qué es la energía?”, la gente se sentía cohibida porque de alguna manera suponían que

nosotros esperábamos una definición académica. En cambio, la dinámica cambiaba cuando preguntábamos en masewaltahtol “¿Keniw wel tikihtoskeh *energía* itech tomasewaltahtol?”, es decir “¿Cómo se diría *energía* en masewaltahtol?”.

Con esta última pregunta se lanzaba el primer anzuelo con el que pescábamos todes, porque ya no se trataba de hablar en torno a un concepto ajeno, sino de preguntar algo que sólo ellos saben y que desconocíamos quienes preguntábamos, lo que colocaba a la comunidad en un escenario de ventaja. Ahora se trataba de una situación en la que necesitábamos ayudarnos para crear nuevas palabras o neologismos. El equipo de investigación conocía la definición de “energía” de los libros, pero no lo que eso significaba para les masewal o tutunakú. Ése fue nuestro punto de partida.

Figura 2. Matriz energética traducida al masewaltahtol por la comunidad de Reyeshogpan



Fuente: elaboración propia.

Tanto los conceptos como el contenido fueron transmitidos en formas culturalmente significativas –mediante fogatas de saberes–. Este tipo de conexión entre los jóvenes investigadores locales y las comunidades investigadoras sugiere una transición hacia el empoderamiento de ambas partes. En ese ambiente familiar y de seguridad, de manera natural se fueron construyendo nuevos referentes. Las personas echaron a volar su imaginación y sugirieron lo que cada una relaciona con la energía a partir de sus experiencias. Algunas de las primeras palabras que se propusieron para referirse a la electricidad, en el sentido de iluminación eléctrica, fueron *titmekat* –el mecate de fuego– y *tit* –fuego–. La iluminación es el uso que con mayor frecuencia se da a este tipo de energía, una función que antes cumplía el fuego.

Algunes hablantes dicen que es ofensivo comparar o sugerir que pueden significar lo mismo el fuego y la electricidad, ya que hay una diferencia importante entre traducir e interpretar. Traducir es un ejercicio cuyo objetivo es transmitir un mensaje de un idioma a otro, lo cual implica un proceso en el que un idioma se ajusta al otro y se “deforma” para incorporarse a otra estructura. Interpretar es un ejercicio que requiere otro esfuerzo, es decir, intentar explicar el significado del mensaje de una manera fiel, sin perder el sentido del mensaje. Lo cierto es que, en el escenario cambiante y dinámico de las lenguas y sus culturas, es normal que ocurran procesos de resemantización que son necesarios para ampliar significados, recuperar usos y añadir sentidos a los campos semánticos existentes.

Tabla 1. Comparación de significados y traducción de palabras en masewaltahtol para decir *energía*

PALABRA EN MASEWALTAHTOL	SIGNIFICADOS Y USOS MASEWAL	TRADUCCIÓN AL CASTELLANO
<i>Tit</i>	Fuego El fuego que trajo un tlacuache a los humanos El guardián o señor del fuego	Fuego Electricidad Luz

<i>Titmekat</i>	Mecate de fuego	Cables para corriente eléctrica
<i>Tanex</i>	Fenómenos de la iluminación, como el amanecer	Luz Electricidad
<i>Chikawalis</i>	Fuerza	Fuerza Energía Electricidad
<i>Tawil</i>	Iluminar o alumbrar	Alumbrar Lámpara o <i>lamparear</i> Luz Energía
<i>Tonalmeyot</i>	Rayos del sol durante el amanecer	Iluminar Energía
<i>Tapetanalís</i>	Relámpago con estruendo	Relámpago Energía
<i>Chikawtanex</i>	La fuerza de la iluminación	Iluminación con fuerza Energía
<i>Chikawtok</i>	Ser vivo que está fuerte, vivo o con energía	Está fuerte Fuerza humana
<i>Chikawaloni</i>	Ejercer fuerza (puede hacer referencia a todos los tipos de energía)	Fuerza Energía

Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 1, varias de las propuestas para nombrar conceptos nuevos son palabras compuestas. Esto se debe a que el náhuatl es una lengua aglutinante, pero también a que están asociadas en principio con la primera relación que tenemos los masewal con la energía. Así, por nuestra forma de razonar, ocupamos un elemento o fenómeno de nuestra Madre Tierra como primera palabra y luego agregamos algún término que describa el material; un ejemplo es *titmekat* que significa fuego *-tit-* y mecate *-mekat-*, por ser como una cuerda larga que lo asemeja con los cables, aunque el fuego tenga un significado más profundo.

Por otro lado, es interesante que al hablar de un concepto más abstracto e intangible no se mencione el sustantivo *tepos* *-metal-*, que se emplea por lo general en otras experiencias de creación de nuevas

palabras, lo cual podría deberse a que no se intenta nombrar un objeto material, sino una idea sobre algo.

Sin embargo, lo que resultó aún más interesante fue pasar de preguntar en masewaltahtol “¿*Toni in* energía?” o “¿Qué es la *energía*?” a “¿*Keniw wel tikihtoskiah* energía *itech tomasewaltahtol*?” o “¿Cómo dirías *energía* en nuestra lengua?”. Al inicio, todas las comunidades asociaban el concepto de energía con la electricidad, pero mediante las preguntas anteriores la dinámica cambió por completo y nos permitió volver al inicio de todo, a la historia e identidad de la comunidad y de las personas, a contar a partir de las experiencias propias, sin tener que buscar entre los recuerdos vagos de las enseñanzas de la escuela. Las interpretaciones no son traducciones fieles del español, obedecen a un cosmos, en nuestro caso el *maselwayot* -esencia masewal-, así que todo lo que se piensa en una cabeza masewal lleva consigo la esencia de la filosofía.

Al interior del equipo de investigación también sucedía una discusión importante sobre cómo y quiénes facilitan. Se decidió en colectivo que lo más congruente era que las y los dinamizadores fueran las mismas juventudes del territorio, porque son quienes conocen a la gente, su comunidad y porque varios hablan bien el masewaltahtol. Con este acuerdo se asistió a las seis comunidades a realizar encuestas, entrevistas, talleres y diálogos de saberes. En las fogatas de saberes cada comunidad reaccionaba y se desenvolvía de forma distinta. A algunos se les notaba raros, como asimilando que quisiéramos hacer toda la actividad sólo en masewaltahtol, porque en general se opta por utilizar el castellano por “respeto a los que hablan español”, a pesar de que sean sólo una o dos personas y el resto hablemos en masewal.

Esta actitud tiene que ver con una forma de ser; los masewal solemos anteponer nuestros principios sobre todas las cosas, a veces incluso, a mi parecer, sobre nosotros mismos y nuestra comodidad individual. Si se re-toma el ejemplo anterior, el respeto a que todos nos podamos entender es entonces primordial para que los visitantes no crean que hablamos mal de ellos o que estén dos o tres horas sin participar porque no entienden.

Con el tiempo, el concepto de respeto se ha resignificado. Algunos *masewaltamatinih* –sabios masewal– y *masewalokixpipilmeh* –jóvenes masewal– traducen este valor como respeto por los hablantes, por ser mayoría, por su idioma y por su comunidad. Desde esta nueva visión, el hablante se concibe como un agente capaz de generar diferentes usos lingüísticos a partir de sus elecciones y prácticas (Flores et al., 2020, p. 38). Además, antes los facilitadores solían ser externos a la cultura, pero en este caso somos más los jóvenes y las mujeres masewal quienes llevamos las actividades. El cambio es disruptivo. En muchas ocasiones se espera que quienes nos acompañan –hombres blancos o más adultos que nosotros– sean quienes hablen; de hecho, de vez en cuando se voltean a mirarlos como si buscaran su validación. Esta situación se irá transformando poco a poco.

Hasta hace no mucho, la gente hablaba en náhuatl para susurrarse al oído, en secreto, como si fuera la lengua que se utiliza cuando da pena no saber algo y preguntar en español, es decir, una lengua de la casa y no del espacio público, como si fuera una lengua que no necesita ser exclamada. Al principio aprovechamos esta situación –parecía la única ventaja– para hablar entre nosotros con la confianza e intimidad de que nadie nos entiende, para desnudarnos, ser honestos, decir lo que pensamos, preguntar lo que no sabemos, tomar confianza y explayarnos.

Entonces la gente comenzaba a decir muchas cosas interesantes, se soltaba la lengua, se destensaba el ambiente y fluían las participaciones con mucha naturalidad. Ahí estuvo el punto de quiebre. Lo que decíamos ya no parecía aburrido porque había risas, energía en la gente, en su voz, en su cara y, entonces, cuando algunos notaban que se estaban perdiendo de algo, nuestra lengua adquiriría fuerza y prestigio. Cuando más personas quieren entendernos y nosotros también queremos que nos entiendan, entonces ya hablamos en masewal no para que nadie nos entienda, sino al contrario.

Hablar español no es algo que percibimos como negativo. Es como un idioma universal que nos permite comunicarnos con más gente. Lo

que percibimos como algo negativo es que se discrimine nuestra lengua, porque, aunque logremos transmitir un mensaje, es posible que se pierda algo del sentir y el sentido de ese mensaje. En México, cuando uno crece con una primera lengua que no es el español queda una laguna en medio de dos ríos, algo que no nos permite entender los motivos de pensar como se piensa, de razonar como se razona y de sentir como se siente. Toma tiempo reconocer que nuestra lengua es la herencia y el patrimonio de nuestros ancestros. Sólo entonces puede uno imaginar la primera vez que encendieron el fuego y se lograron comunicar.

TEIN PANOK WAN AMO TIKCHIAYAH /
RESULTADOS NO PLANEADOS, PERO ESPERADOS

Uno de los resultados más sorprendentes de este proyecto fue que más del 90% de los participantes de los talleres que son hablantes de náhuatl o tutunakú se asumen como analfabetas de su propia lengua. Asimismo, los investigadores comunitarios de la etapa 1 comentaban cosas como “no sé escribir ni leer en mi lengua”, una afirmación algo absurda porque todos sabían escribir y leer; sin embargo, bajo la premisa de que hay una forma única correcta de escribir –aunque esta estructura no aplique a su lengua– se bloquea cualquier intento de hacerlo para no parecer un “iletrado o ignorante de su propia lengua”. Caer en ese juego nos convierte en nuestros propios verdugos y nos hace restarle un recurso más a nuestra lengua, como si no tuviera una gramática propia.

Superar estas creencias es todo un reto porque se hilan con experiencias de discriminación y violencia vividas dentro de las escuelas. Por este motivo, en vez de cuestionar e incomodar más a los hablantes, optamos por atender esta necesidad y aprovecharla como pretexto para iniciar procesos reflexivos mediante sesiones de lectoescritura de náhuatl y tutunakú. Al inicio, los talleres piloto se llevaron a cabo con los jóvenes investigadores, quienes tuvieron como facilitadores a otros jóvenes estudiantes de la Licenciatura en Lengua y Cultura de la Universidad

Intercultural del Estado de Puebla, así como a un amigo lingüista del Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS).

Después, estos investigadores apoyaron a otros compañeros en comunidades para escribir en sus lenguas durante los talleres y uno de los facilitadores tutunakú se integró al grupo de investigadores comunitarios. Por último, en la comunidad de San Felipe Tepatlán se llevó a cabo un pequeño proyecto de lectoescritura en tutunakú impartido por los estudiantes de lengua y cultura, quienes se encontraban realizando su servicio social.

De manera adicional se realizaron otras actividades. Una de ellas consistió en ejercicios de lectura en masewaltahtol con el *Códice Masewal* (Boege y Fernández, 2022). En paralelo iniciamos un programa de radio que nombramos “Tomako Tochikawalis” (“La energía en nuestras manos”), que se llevó a cabo en náhuatl, tutunakú y español. Otra actividad importante fue la generación de materiales audiovisuales en nuestras lenguas, como loterías, carteles, infografías, periódicos y el documental *La energía de los pueblos* (Luces de las Resistencias, 2022).³

Asimismo, con el grupo de investigadores comunitarios de la etapa 2 se establecieron compromisos como un paisaje lingüístico para el centro de innovación y clases de náhuatl para nuevos hablantes. Por otra parte, en la etapa 3 se realizarán los talleres de consenso y validación de los nuevos conceptos de energía y pobreza energética para y desde el *yeknemilis*.

³ *La energía de los pueblos* es un documental promovido por la campaña Luces de las Resistencias, una red que busca discutir el sentido de la transición energética desde el campo popular, para visibilizar alternativas energéticas sostenibles, justas y solidarias.

Fotografía 1



Ejercicio de lectura del *Códice Masewal*. **Foto:** Manuel Arredondo Prado (2023).

¿TONI OKSEKO WEL MOCHIWAS? / ¿QUÉ SE PUEDE HACER DESDE LAS INSTITUCIONES, ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES Y ALIADES?

Ante la preocupante pérdida de diversidad lingüística en un país pluricultural, promoverla como instrumento de investigación y educación contribuye a convertirla en un medio significativo para participar en la vida nacional. En este sentido, sugiero como quehaceres importantes en la investigación para promover la diversidad lingüística:

- Promover proyectos que sean coordinados y liderados por las propias comunidades.
- Generar espacios de reflexión, discusión y sensibilización dentro de las instituciones que promueven proyectos para y con las comunidades.

- Impulsar procesos formativos en investigación para personas de las comunidades, enfocados sobre todo en jóvenes y mujeres.
- Generar materiales y propiciar condiciones para la diseminación de información en distintos formatos y medios, desde un enfoque intercultural.
- Impulsar la creación de centros de investigación locales que contemplan la diversidad lingüística.

Aunque ahora hablar de los pueblos originarios es un tópico popular, no basta con que ocupen nuestros bordados o aparezcan en fotos. Es necesario que participemos en el diseño de las políticas de nuestro país y que se garantice el ejercicio pleno de nuestros derechos como pueblos indígenas.

En el camino hacia promover la diversidad lingüística, ¿qué es la revitalización lingüística y a quién le toca? ¿A los hablantes, académicos, activistas o agentes gubernamentales? En lo personal, entiendo la revitalización lingüística como la revitalización campesina, es decir, la reproducción orgánica dentro de un proceso dinámico donde los organismos vivos son todos aquellos inherentes a la lengua. En este escenario, el campesino es el hablante que trabaja para construir y contribuir a un modelo alternativo de producción, cuyos beneficios disfrutará sólo si de manera colectiva, holística e integral decide sembrar todos sus cultivos. Su estilo de siembra es una práctica política, una reivindicación de su plan de vida territorial hacia el *yeknemilis* o buen vivir.

Desde una perspectiva colaborativa, la revitalización lingüística propone generar procesos y actividades que permitan recuperar o crear espacios de uso comunicativo para la lengua que se encuentra en situación de desplazamiento; por ejemplo, un proyecto revitalizador puede implementarse con el apoyo y la participación activa de los hablantes de la lengua acompañados por un grupo de promotores, activistas, académicos, funcionarios, etc. (Flores et al., 2020, p. 36). En cualquier caso, cualquier acción revitalizadora requiere de manera imprescindible la

intervención directa de la comunidad de hablantes y las acciones directas deben realizarse con y para las comunidades (Flores et al., 2020, p. 37).

*TANEMILILMEH IKA NOMASELWAYOT / REFLEXIONES
PERSONALES DESDE MI IDENTIDAD LINGÜÍSTICA*

Si bien hablar sobre la importancia de un enfoque holístico e integral es relativamente fácil, construir desde dicho enfoque es complejo y toma mucho tiempo. En lo personal, creo que la relación entre un tema y otro puede suceder de manera natural, pues toda la vida en sí misma está compuesta de relaciones interdependientes; con base en el respeto a ese diseño se pueden encontrar puntos de equilibrio que nos permitan construir una vida buena y digna para todos los habitantes de esta tierra. No obstante, la integración de un tema y otro no sucede de la misma manera; por ejemplo, a simple vista la relación parece evidente entre lengua y energía, género y energía o vivienda y energía, pero la teoría se complejiza al momento de tomar acción. Se necesita más trabajo organizado, horizontes comunes y mucha reflexión colectiva para actuar con esta conciencia.

Algo similar ocurre en los procesos de investigación. Para la investigación, la diversidad de conocimientos es tan importante como la diversidad de actores. Estoy convencida de que otro futuro es posible, si la investigación se compromete a cuidar no sólo los resultados, sino los procesos. En el quién investiga a quién y para qué suelen estar entrelazadas cuestiones de poder y estatus en las que participan investigadores e investigados. Por este mismo motivo, mientras algunos son vistos como “los pioneros”, otros sólo son concebidos como sus “seguidores”. Además, por lo general la distribución de los beneficios de un proyecto de investigación es muy desigual. Por estas razones, ante la abundancia de prácticas de investigación extractivistas y hegemónicas es importante la toma de la palabra, espacios, derechos y participación de las comunidades, mujeres, jóvenes y disidencias.

Este escrito no necesariamente refleja las experiencia o reflexiones de los demás jóvenes investigadores comunitarios, así que hablo por mí. Este proyecto me devolvió el gusto por la investigación, en especial por el cambio de papel, ya que suelo ser “la investigada”, casi nunca una participante de la investigación y muy pocas veces una persona beneficiada por la investigación. Espero que un día deje de ser necesario traducir en dos idiomas a la vez, del tecnocrático al español y del español al masewalhtol, o que otro día nuestros aliados adquieran nuestro idioma, así como nosotros hemos adquirido el suyo. Para eso nos tocará preparar el terreno, para que existan los espacios y personas que puedan aprender.

TIPOWKAITAKEH / REFERENCIAS

- Boege, E. y Fernández, L. E. (coord.) (2022). *Plan de vida de los pueblos Masewal, Tutunakú y Mestizo de la sierra nororiental de Puebla. Códice Masewal*. Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske / Alteptajpianij / Red de Patrimonio Biocultural de México / Benemérita Universidad Autónoma de Puebla / Fundación Rosa Luxemburgo.
- Durán, L. y Fernández, J. P. (2023). *Reporte sobre la conceptualización de la energía desde la cosmovisión local*. [Informe inédito].
- Flores Farfán, J. A. (ed.) (2011). *Antología de textos para la revitalización lingüística*. Instituto Nacional de Lenguas Indígenas (Inali).
- Flores, J. A., Córdova, L. y Cru, J. (2020). *Guía de revitalización lingüística*. Linguapax Internacional.
- Luces de las Resistencias (2022). *La energía de los pueblos*. <https://www.laenergia-delospueblos.com/el-documental>
- Mora, I. (2023). *Género, complementariedad y la idea de vivir bien: procesos de vida en Yohualichan, Cuetzalan, Puebla*. Universidad Intercultural del Estado de Puebla.
- Rátiva, S., Rátiva, D., Zamora, R. y García, S. (2023). *La flor de la energía*. [Metodología comunitaria para la representación socio-espacial de las energías para el Yeknemilis].

Torres-Wong, M. y Masera, O. (2023). Sistemas energéticos rurales: justicia y sustentabilidad. *Ciencias y Humanidades*, 3(7), 77-83.

6. Procesos participativos y transdisciplinarios: lecciones de los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia sobre energía en México

Nadjeli Valentine Babinet Rojas
Marcela Torres Wong

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el debate en torno a temas energéticos se ha dirigido de manera central a la vinculación de la energía con los desafíos globales en materia de cambio climático y su conexión con los retos de los sistemas alimentarios y de gestión del agua (Han et al., 2023; Maass 2017; Rosenzweig et al., 2010; UNFCCC, 2017). La discusión científica en torno a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) ha dedicado especial atención a cómo lograr una transición energética justa que permita a las sociedades modernas abandonar su dependencia de las fuentes fósiles (Svampa y Bertinat, 2022).

Dentro de estas discusiones, han adquirido centralidad los procesos de construcción de escenarios y mejores prácticas para prevenir una modificación de los ecosistemas que ponga en riesgo el mantenimiento de los procesos biofísicos que sostienen la vida en la tierra (Richardson et al., 2023; World Economic Forum, 2024). Esto, a su vez, ha abierto paso hacia

discusiones sobre cómo generar mecanismos para eficientar el uso de energía para consumo directo de las personas, así como para la gestión del agua y la producción de alimentos vitales para la vida humana.

En las ciencias sociales, el tema energético es más reciente, pero ya suscita importantes debates cuyos ejes rectores son las injusticias y desigualdades derivadas de brechas económicas, de etnia, género y otras interseccionalidades, que se relacionan con el acceso al consumo de la energía, así como con los beneficios e impactos negativos diferenciados que genera (Goldthau y Sovacool, 2012; McCauley et al., 2013; Sovacool y Dworkin, 2015). En la actualidad, muchas de las investigaciones sociales sobre energía reflejan este tipo de debates, al aplicar conceptos como “justicia energética”, “transición energética justa”, “colonialismo climático” y “pobreza energética” (Rátiva-Gaona, 2020; Sultana 2022; Tornel, 2023).

Las diversas disciplinas y estudios interdisciplinarios que abordan la energía suelen coincidir en la meta a futuro de transformar de manera progresiva el sector energético para avanzar hacia trayectorias de desarrollo más sostenibles en términos ambientales, sociales y económicos. No obstante, existen diferencias importantes entre cada enfoque, las cuales producen narrativas con prioridades distintas.

En este contexto, si bien se reconoce el problema del cambio climático y sus causas, las propuestas de solución pueden resultar contradictorias. Lo anterior sucede en términos de qué narrativas dominan en la lucha contra el cambio climático, qué tanto cuestionan el tipo de desarrollo que se impulsa, quiénes deciden los caminos a seguir y quiénes ganan o pierden con dichas decisiones (Almazán y Riechmann, 2023; Sultana, 2022; Tornel, 2023; Zografos y Robins, 2020). La atención de estas disyuntivas definirá en qué medida la crisis climática y las propuestas energéticas para hacerle frente pueden ser una oportunidad para atender las múltiples inequidades que producen los sistemas energéticos modernos (Lee y Byrne, 2019; Rátiva-Gaona, 2020).

Diversas investigaciones en materia de energía evidencian la desconexión entre la producción energética nacional, las comunidades

humanas y los ecosistemas que habitan. En este entendido, equipos de investigadores en México han fomentado proyectos energéticos que han buscado tener un impacto positivo en los contextos locales con enfoques de sostenibilidad y justicia social, ambiental y climático, como el proyecto de estufas Patsari del Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (Gira). Los resultados de estos proyectos han puesto en evidencia la necesidad de desarrollar metodologías específicas a partir de un enfoque de investigación transdisciplinario y participativo.

En el último sexenio (2018-2024) instituciones gubernamentales que fomentan la investigación, como el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), han respaldado este posicionamiento. Por este motivo, han modificado sus lineamientos para incentivar que los proyectos estratégicos de investigación e innovación en el país generen “incidencia social” y cuenten con procesos participativos y transdisciplinarios. De esta forma, se busca involucrar a las comunidades y sus saberes en las decisiones energéticas que les impactan para incrementar los beneficios sociales que se obtienen de las investigaciones académicas.

Si bien existen beneficios potenciales derivados de la búsqueda de vincular de forma más directa a las comunidades y a la investigación en energía, resulta fundamental reconocer sus posibles riesgos. La falta de una perspectiva autocrítica y sensible al conflicto en las investigaciones en energía puede perjudicar en lugar de favorecer los contextos locales donde se llevan a cabo. Además, esto puede dar pie a procesos de investigación extractivos y con participación simulada para cumplir con requisitos de incidencia. Es necesario reconocer los riesgos al llevar a cabo procesos participativos y transdisciplinarios para que éstos tengan mayores probabilidades de promover trayectorias de desarrollo más sostenibles y justas.

En este capítulo se aborda el contexto de la producción, distribución y uso de la energía en México y América Latina, así como sus principales problemáticas y oportunidades. Asimismo, se destaca cómo en el caso de México, a través de los 10 Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces),

se han empezado a integrar procesos de investigación vinculados con las comunidades, en línea con las prioridades establecidas por el Gobierno, y se abordan algunas aproximaciones y metodologías de investigación transdisciplinaria y participativa. Por último, se delinean reflexiones desde la experiencia del Pronace ECC sobre cómo podrían ser implementadas dentro de la investigación en energía para fomentar resultados con impactos positivos.

ESTADO DE LA CUESTIÓN: CREAR, SOSTENER Y EXPANDIR LA ENERGÍA COMUNITARIA

Desde hace décadas conocemos los impactos y beneficios desiguales que la producción energética ha acentuado en América Latina y en México en específico. Los impactos de las industrias fósiles los han asumido en su mayoría las comunidades indígenas y campesinas, así como los ecosistemas que habitan. Bajo una lógica colonial, culturas, economías locales y territorios se han y se están alterando hasta el punto de la extinción, en aras del desarrollo nacional. Las industrias de energías renovables replican este tipo de prácticas en el territorio al generar megaproyectos hidroeléctricos, eólicos y solares con altos impactos socioambientales (Ávila, 2018; Newell y Mulvaney, 2013; Tornel, 2023). Estas industrias se han calificado como “falsas soluciones” a la crisis climática por su objetivo de mantener los mismos niveles de hiperproducción y consumismo que han ocasionado dicha crisis, la cual abarca mucho más que la emisión de GEI (Tornel y Montaña, 2023).

La centralización del sistema energético y su opacidad en torno a quién se beneficia de la energía producida impide que la ciudadanía tenga acceso a la información y capacidad de incidencia sobre los procesos de generación energética, las tarifas y la calidad de la misma. Asimismo, los procesos participativos que se han generado para promover mayor transparencia e intervención en el marco de este tipo de proyectos (Torres-Wong, 2023) han mostrado serias limitaciones para generar información

oportuna y confiable sobre los proyectos y para llevar a cabo procesos participativos efectivos (Centro de Colaboración Cívica, 2014, 2016). Estos hechos, en el sector energético en México y Latinoamérica, no cambian bajo un esquema de transición energética centrada en las industrias de energía renovable a gran escala basadas en el desarrollo tecnológico y el capital.

Se ha identificado que las injusticias fundacionales de los sistemas energéticos modernos se erigen sobre la conceptualización de la energía como una mercancía. Este entendimiento implica que la producción energética se basa sobre todo en la necesidad de innovación tecnológica constante para aumentar su producción, así como en sistemas centralizados para garantizar el control de la generación energética y su distribución. Esta premisa respalda la aceptación de riesgos inherentes a la expansión generativa, como la pérdida de vidas humanas y la destrucción de la naturaleza (Lee y Byrne, 2019).

Al desacoplar la energía de la vida de las comunidades humanas y entenderla como un servicio que ofrecen el Estado y las empresas, las personas perdimos la conexión con la energía como fuerza habilitadora de procesos prioritarios para nuestras vidas (Rátiva-Gaona, 2021). El discurso sobre los beneficios de la generación y distribución eléctrica para el bienestar de las familias se ha utilizado con frecuencia como justificación de múltiples injusticias relacionadas con megaproyectos de energía.

Esto deriva en situaciones como la expropiación de tierras comunitarias y desplazamientos forzados para construir hidroeléctricas que fueron libradas del escrutinio público bajo el amparo del interés nacional (Mendoza y Carbajal, 2017). No obstante, en el caso de México, el principal sector beneficiario de la energía eléctrica es la industria, con el 56% del consumo nacional de energía frente al 27% del consumo de los hogares (Montaño, 2021; Planeas, s/f).

En contraste con la forma tradicional de entender la energía como mercancía y que justifica manejarla de forma centralizada y opaca, se han desarrollado propuestas de investigación dirigidas a abordar las contradicciones que engendra el sistema energético y generar alternativas

a estas narrativas dominantes. Bajo esquemas de trabajo participativo y con objetivos anclados en las realidades cotidianas de las personas, existen proyectos de investigación que tienen la aspiración de devolver a quienes habitan los territorios su capacidad y poder para repensar la energía, el desarrollo y el bienestar social. Una aspiración adicional es alejarse de modelos científicos jerárquicos, homogeneizantes y ciegos a la diversidad cultural y los saberes locales que suelen entender la incidencia como asistencialismo o innovación tecnológica.

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN ENERGÍA PARA LA INCIDENCIA Y LA TRANSFORMACIÓN

En el contexto planteado, las problemáticas de centralización, desigualdades, asistencialismo y desempoderamiento comunitario son elementos claves a considerar para el desarrollo energético en México y otros países latinoamericanos. Frente a este escenario se han desarrollado diversos proyectos de investigación e innovación, desde el sector académico y de sociedad civil, que buscan promover trayectorias energéticas más sostenibles y justas. Un ejemplo es el “Mapeo de experiencias comunitarias participativas con energías renovables: principales lecciones aprendidas y recomendaciones” del Centro de Colaboración Cívica (2021).

Los proyectos mencionados se han preocupado por promover investigaciones aplicadas, con incidencia y beneficios sociales y ambientales específicos, visibles y continuos. Para ello, el uso de conceptos como “procesos participativos”, “transdisciplina”, “incidencia comunitaria”, “investigación-acción participativa”, “ciencia ciudadana” y “educación popular” ha adquirido relevancia en el diseño de las investigaciones y proyectos tecnológicos relacionados con temas de energía y cambio climático. Esto también resulta visible en el caso de los mecanismos de financiamiento a nivel nacional, regional y global, así como en marcos normativos y líneas estratégicas que guían las políticas públicas en materia de investigación.

Dentro del sector académico, los 10 Pronaces del Conahcyt se plantearon como objetivo primordial la generación de investigación que ponga en diálogo las capacidades científicas y técnicas con los saberes y experiencias de los actores comunitarios y de la ciudadanía en general. A partir de una colaboración estrecha entre academia y comunidades, esta iniciativa promueve el codiseño, la coproducción y coimplementación de estos proyectos con el propósito de alterar las lógicas convencionales jerárquicas en torno a la producción científica. Estas colaboraciones incluyen también a actores gubernamentales y empresariales interesados en alcanzar soluciones para problemáticas nacionales complejas definidas en cada uno de los Pronaces, los cuales “requieren la integración armónica de saberes, puntos de vista y necesidades, con abordajes participativos, horizontales y colaborativos entre los actores” (Conahcyt, s.f.).

Los Pronaces y sus objetivos se llevan a cabo a través de los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) específicos a cargo de grupos de investigación en diferentes áreas de conocimiento, los cuales son seleccionados en el marco de una convocatoria realizada por el comité ejecutivo de cada Pronace. Tal como su nombre lo indica, los Pronaii tienen como propósito central incidir en las causas estructurales de los problemas que abordan; es decir, deben tener un impacto concreto en los territorios y comunidades donde se llevan a cabo. Asimismo, proponen mecanismos de diseminación de sus resultados con el fin de expandir procesos transformadores y soluciones a los problemas energéticos del país (Conahcyt, s.f.). Por lo tanto, los Pronaces y sus Pronaii tienen como prioridad generar investigación que no sólo resulte en conocimientos científicos robustos, sino que sea de utilidad social.

Ante este escenario, si bien los objetivos y ejes prioritarios para la investigación son explícitos, la forma de llevarlos a cabo no es evidente. Existen vacíos de información y múltiples preguntas por parte del sector académico. ¿Qué debe considerarse como incidencia social? ¿Qué debe considerar una investigación para lograr esta incidencia social y aportar a la transformación? ¿Qué capacidades y herramientas son necesarias en

los equipos de trabajo para implementar este tipo de proyectos de investigación? ¿Cómo superar las barreras para lograr una participación incluyente y activa de las comunidades en el marco de los proyectos y evitar una percepción de asistencialismo y paternalismo hacia el sector académico?

Ante la falta de respuestas claras para estas preguntas, dentro de los equipos de investigación es frecuente encontrar inercias que los hacen guiar sus actividades en las comunidades por la producción de artículos académicos, la innovación tecnológica y la generación de patentes. En algunos casos, a pesar de las metodologías participativas y los objetivos de incidencia definidos, se observa una tendencia a relacionarse con las comunidades como un medio para la producción científica convencional y no como un fin en sí mismo. La inercia asistencialista de los equipos de investigación y de las propias comunidades por sus características históricas muchas veces prevalece en el marco de los Pronaii.

Este tipo de tendencias obedece, en gran medida, a la incertidumbre de los equipos frente a los nuevos incentivos planteados en estos proyectos, los vacíos de información y la falta de herramientas metodológicas apropiadas para lograr los fines propuestos. Además, estas dinámicas son producto de la falta de tiempo y presupuesto suficiente para el desarrollo de estos proyectos y su acompañamiento, así como de vacíos de información, capacidades y herramientas sobre cómo materializar la meta de incidencia.

Los retos que plantea la ejecución de esta nueva forma de abordar la investigación en energía evidencian la necesidad de fortalecer consensos metodológicos y las capacidades para diseñar, implementar y supervisar aproximaciones de investigación transdisciplinaria y participativa de calidad. Este tipo de enfoques y metodologías son útiles como un punto de partida para empezar a entender y enmarcar a nivel conceptual y metodológico qué significa tanto facilitar como promover un verdadero diálogo de saberes y procesos transformadores. No obstante, es fundamental contar con un análisis claro de para qué, cómo y qué implica llevar a cabo procesos transdisciplinarios y participativos, a fin de evitar hacer

un uso perverso de los mismos, reforzar situaciones de exclusión e injusticia y generar externalidades negativas no deseadas (Cook y Kothari, 2001; Dagnino, 2008; Fung, 2015; Fung y Wright, 2003; Gaventa, 2004).

METODOLOGÍAS DE INVESTIGACIÓN TRANSDISCIPLINARIA Y PARTICIPATIVA PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA JUSTICIA SOCIAL

Las aproximaciones de investigación tanto transdisciplinaria como participativa parten de la premisa de valorar diferentes saberes y experiencias, tanto académicas como extra académicas, en el marco de las investigaciones que se lleven a cabo, sus procesos y objetivos (Casas et al., 2017; Ortega et al., 2014; Merçon, 2022). Es decir, este tipo de enfoques consideran que el conocimiento científico no es el único tipo de conocimiento válido y que las experiencias y saberes de otros sectores –tales como las comunidades, organizaciones sociales, gobiernos y empresas– resultan relevantes para entender y atender problemas complejos como los del sector energético.

El pensamiento transdisciplinario ha evolucionado en diferentes corrientes. Entre ellas, destacan tres: 1) la humanista, 2) la de transgresión y 3) la de transformación o solución de problemas (Klein, 2014). El conocimiento y la exploración de estas corrientes, dependiendo de los enfoques y contextos de cada investigación, pueden resultar de utilidad para enfatizar ciertas cuestiones a tomar en cuenta para que el diálogo de saberes se materialice en resultados tangibles.

La *corriente humanista* se enfoca sobre todo en debates teóricos sobre los niveles de conocimiento que existen en diferentes sectores con experiencias, saberes e incluso códigos de lenguaje diferentes. Por un lado, esta corriente analiza las dinámicas que se dan entre dichos niveles de conocimiento, las barreras que aíslan los diferentes niveles, así como la necesidad de construir puentes de entendimiento mutuo (Nicolescu, 2014; Klein, 2014). Por otro lado, cuenta con enfoques, debates y lecciones

pertinentes respecto de los retos para llevar a cabo proyectos de investigación que partan de un diálogo genuino con las comunidades.

En la corriente humanista destaca la relevancia del lenguaje como un elemento clave a considerar para construir bases sólidas de entendimiento mutuo entre academia y comunidades. Con base en este marco, es necesario generar ajustes dentro de las investigaciones en energía para desarrollar un lenguaje menos técnico y adaptado a las realidades locales. De esta manera, las personas investigadoras podrán construir puentes de entendimiento compartido con los actores sociales tanto en la implementación de investigaciones como en la diseminación de sus resultados.

Además, un elemento clave a considerar en el trabajo dentro del propio equipo investigador es la necesidad de tener un marco de entendimiento compartido para poder después llevar a cabo un diálogo con las comunidades. Esto resulta un desafío dado que en muchos casos los propios equipos tienen un carácter mayoritariamente técnico-ingenieril, e incluyen a personas del área social para encargarse del aspecto participativo. No obstante, sin una comunicación y capacitación de todo el equipo investigador en términos de cómo llevar a cabo los proyectos de forma participativa y transdisciplinaria –y una visión coherente de cómo hacerlo– esto puede resultar en proyectos incongruentes y en conflictos internos. La visión y sensibilidad de todo el equipo sobre qué significa implementar un proyecto transdisciplinario es necesaria también para alinear los tiempos y requerimientos de los proyectos con aquellos de los procesos comunitarios, los cuales en muchos casos son contrastantes.

Por su parte, la *corriente de transgresión* es una aproximación crítica ante los sistemas dominantes de generación de conocimiento. Esta corriente busca adoptar nuevos paradigmas que vayan más allá de la esfera académica, que incorporen una diversidad de perspectivas y que respondan a los contextos de incertidumbre y toma de decisiones complejas (Funtowicz y Ravetz, 1994, 1999).

Este último enfoque resulta útil para las investigaciones en materia de energía y cambio climático que aspiran a atender problemáticas con un

alto nivel de incertidumbre, urgencia y con la participación de diversos sectores. Lo anterior se debe a que generan marcos y guías para el abordaje del contexto social en el que se llevan a cabo las investigaciones y para el desarrollo de innovaciones tecnológicas que, en lugar de ignorar estas características del contexto, las reconozcan e incorporen. Es necesario para ello tomar en consideración la diversidad de voces involucradas en las problemáticas que abordan los Pronai para entender y atender las tensiones que pueden existir entre diversas perspectivas. Los conflictos sociales y multisectoriales resultan inevitables; no obstante, tener un mejor entendimiento antes y durante la implementación de los proyectos de los conflictos abiertos o latentes en las comunidades resulta útil y oportuno.

Con relación a la *corriente de transformación o solución de problemas*, ésta se centra en hacer ciencia que sea relevante para la solución de problemas complejos, al integrar un enfoque colaborativo para encuadrar el problema y generar procesos de coconstrucción del conocimiento y aprendizaje mutuo (Jahn et al., 2022; Klein, 2014). Esta corriente resulta de utilidad en el marco de investigaciones en materia energética que abordan problemas concretos en contextos locales, para buscar estrategias donde los actores sociales participen en el proceso de investigación y puedan apropiarse de los resultados del mismo. Ante el panorama de prioridades de incidencia en la solución de problemas planteados por el Gobierno mexicano, esta aproximación puede arrojar luz sobre algunos medios para llevarlo a la práctica.

Sin embargo, un reto para la implementación de la corriente de transformación es la estructura institucional y de incentivos, tanto dentro del sector académico como en el gobierno –p. ej. los financiamientos y reconocimientos del Conahcyt–. La rigidez de esta estructura limita las posibilidades reales de coconstruir proyectos de investigación que consideren la voz de las comunidades para decidir, por ejemplo, temas y preguntas de investigación más significativas, así como las posibilidades reales para ajustar los proyectos aprobados a las necesidades locales, en caso de que las propias comunidades consideren oportunos dichos ajustes.

Por último, a fin de contar con un marco para generar investigaciones y proyectos en materia energética que no sólo reconozcan e incorporen diversos saberes desde una perspectiva neutra a las injusticias y relaciones de poder desiguales que se viven en los contextos locales en México y América Latina, es necesario conocer otras aproximaciones con enfoques éticos y políticos sensibles a este tipo de contextos. Para ello, las aproximaciones y metodologías de investigación-acción participativa (IAP) resultan de gran utilidad para retomar como elemento central dentro de las investigaciones en energía una posición ética y política sensible a las relaciones de poder (Merçon, 2022).

Esto es de particular importancia en los contextos donde se llevan a cabo los Pronaii de energía, ya que se han documentado situaciones de cacicazgos y autoritarismos en las comunidades, desigualdades en materia de género y relacionadas con otras interseccionalidades, como pueden ser cuestiones culturales, económicas y etarias.

La consideración y el abordaje explícitos de las relaciones de poder en los proyectos de investigación en materia energética son un componente clave para que no se repliquen o refuercen problemas de asistencialismo, exclusión social e incluso violencias sistémicas preexistentes. Las metodologías de IAP ponen énfasis en la relevancia de generar procesos que permitan empoderar a las personas y grupos que participan en el proceso de investigación para impulsar con ello la transformación de las relaciones de poder existentes (Bradbury, 2010; Cornwall y Jewkes, 1995; Reason, 2006). Este enfoque sensible al poder resulta necesario para entender la diversidad de identidades, conflictos y relaciones de poder presentes dentro de las comunidades, los retos de representación, así como las situaciones de exclusión dentro de la comunidad que pueden impactar o ser impactadas por un proyecto.

En este sentido, los proyectos de investigación requieren evaluar de manera constante qué nivel de participación tendrán los procesos de cada una de las etapas, tales como el diseño de investigaciones, la recopilación de información, el análisis de información, la realización de

productos y su difusión (Arnstein, 1969; Vaughn y Jacquez, 2020). Lo anterior es necesario como parte del diseño de la investigación, así como para ser explícitos sobre las expectativas de participación que pueden tener los actores sociales y evitar generar falsas expectativas e impactos no deseados.

Asimismo, es clave reflexionar y hacer explícito qué voces participan, cuáles no y por qué ciertas voces resultan más o menos invisibilizadas en el marco de los procesos de investigación (Houtzager y Lavalle, 2009; Stirling et al., 2007). Ante este panorama, una herramienta metodológica útil es la implementación de círculos iterativos de acción y reflexión que permitan ajustar el diseño e implementación del proyecto de investigación de forma progresiva, lo cual puede brindar mayor rigor y utilidad social a la investigación y permite prevenir sus posibles impactos negativos.

Resta señalar que –además de reconocer y atender de manera explícita las relaciones de poder dentro de las comunidades y realizar procesos de ajustes en los proyectos de investigación para responder a las mismas– es necesario mantener reflexiones continuas y ajustes recurrentes sobre la posicionalidad del equipo de investigación. De esta forma, se tendrá claridad sobre sus identidades e historias, el nivel de cercanía o lejanía de los actores sociales y cómo todo esto influye en el marco del diseño e implementación de los proyectos, los posibles sesgos, puntos ciegos y dilemas éticos que pueden enfrentar (Freeth y Vilsmaier, 2020).

REFLEXIONES FINALES

Los sistemas energéticos modernos se sustentan en la concepción hegemónica de la energía como una mercancía al servicio de sectores productivos a gran escala. Estos sistemas están caracterizados por su centralización, un sesgo enfocado en el uso prioritario de la tecnología y la generación de riesgos tanto para la salud humana como para el medioambiente. Voces críticas han denunciado las injusticias sociales y ambientales que producen estos sistemas y han planteado la necesidad

de transformar la relación humana con la generación de energía. En este marco, han surgido nuevos modelos de investigación orientados a promover la autonomía energética dentro de comunidades ricas en recursos territoriales que, sin embargo, padecen pobreza energética o no gozan de los beneficios que la energía entendida como un derecho humano puede habilitar.

El Pronace ECC comparte esta visión y a través de sus Pronaii ha buscado implementar proyectos colaborativos guiados por objetivos de incidencia local. Esto ha implicado varios retos para los equipos de investigación que de pronto se encontraron con la necesidad de hacer las cosas de una manera diferente, bajo nuevos incentivos, en diálogo con otras disciplinas y sectores. Para muchos de ellos, ir a campo con miras a desarrollar soluciones para problemas cotidianos de comunidades típicamente vistas de manera asistencialista, aprender a escuchar a actores comunitarios de manera horizontal y utilizar nuevas metodologías de investigación continúan siendo desafíos para los cuales tienen poca claridad en torno a los objetivos que se pretenden alcanzar y cómo lograrlos.

En este capítulo hemos señalado algunos de los caminos metodológicos que consideramos más útiles para orientar estas tareas hacia el cumplimiento de los objetivos de incidencia social de estos proyectos. Para andar estos caminos, sin embargo, es necesario tener apertura para llevar a cabo investigaciones que reconozcan el valor de las voces de actores diversos. Además, se necesita que los proyectos y financiamientos para la investigación habiliten procesos de investigación flexibles y adaptativos que permitan un respeto a los tiempos y procesos comunitarios y puedan ajustarse ante situaciones cambiantes o complejas dentro de los territorios. A su vez, es urgente fortalecer las capacidades, herramientas y sensibilidad de los equipos de trabajo, tanto del sector académico como gubernamental, para llevar a cabo y supervisar procesos participativos y transdisciplinarios.

Con este propósito, es pertinente ir más allá de incluir a personas expertas en temas sociales que trabajen de forma independiente y paralela

a los equipos técnicos que implementan y supervisan los proyectos. La búsqueda y exigencia de impulsar incidencia y beneficios sociales de los proyectos de investigación en energía debe venir acompañada de información, mecanismos de soporte y acompañamiento sobre cómo llevarlos a cabo de forma efectiva y responsable.

Además, las instituciones académicas y gubernamentales requieren revisar sus criterios de evaluación para que existan los incentivos necesarios para realizar este tipo de investigaciones y que se valoren los procesos y productos sociales derivados de las mismas al mismo nivel que una publicación científica. Es fundamental detonar procesos de diálogo y aprendizaje continuo dentro de la academia, con los actores sociales y las instituciones públicas con las que se busca compartir este camino, para llegar en conjunto al destino esperado.

REFERENCIAS

- Almazán, A. y Riechmann, J. (2023). Desafíos políticos de las transiciones energéticas. *Arbor*, 199(807). <https://doi.org/10.3989/arbor.2023.807003>
- Arnstein, S. R. (1969). A Ladder of Citizen Participation. *Journal of the American Planning Association*, 35(4), 216-224.
- Ávila, S. (2018). Environmental Justice and the Expanding Geography of Wind Power Conflicts. *Sustainability Science*, 13(3), 599-616.
- Bradbury, H. (2010). What is Good Action Research? Why the Resurgent Interest? *Action Research*, 8(1). <https://doi.org/10.1177/1476750310362435>
- Casas, A., Torres, I., Delgado-Lemus, A., Rangel-Landa, S., Ilsley, C., Torres-Guevara, J., Cruz, A., Parra, F., Moreno-Calles, A. I., Camou, A., Castillo, A., Ayala-Orozco, B., Blancas, J. J., Vallejo, M., Solís, L., Bullen, A., Ortíz, T. y Farfán, B. (2017). Ciencia para la sustentabilidad: investigación, educación y procesos participativos. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 113-128. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.003>
- Centro de Colaboración Cívica (2014). *Historias y aprendizajes sobre el desarrollo de la energía eólica en México*. <https://colaboracioncivica.org/>

- proyectos/2013-2015-historias-y-aprendizajes-sobre-el-desarrollo-de-la-energia-eolica-en-mexico
- Centro de Colaboración Cívica (2016). *Mapa de aprendizajes, preocupaciones y retos para la implementación de la consulta indígena en México a partir de las experiencias Zapoteca y Yaqui*. https://colaboracioncivica.org/uploads/Completo-Consulta-Indi%CC%81gena_compressed.pdf
- Centro de Colaboración Cívica (2021). *Mapa de experiencia comunitarias y participativas con energías renovables: principales lecciones aprendidas y recomendaciones*. <https://padlet.com/tonaliromoreno/mapeo-de-experiencias-comunitarias-y-participativas-con-ener-gtpb0v3i5nlgtajl>
- Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt) (s. f.). *Programas Nacionales Estratégicos*. Conahcyt. <https://conahcyt.mx/pronaces/>
- Cook, B. y Kothari, U. (2001). *Participation: The New Tyranny?* Zed Books.
- Cornwall, A. y Jewkes, R. (1995). What is Participatory Research? *Social Science & Medicine*, 41(12), 1667-1676.
- Dagnino, E. (2008). Challenges to Participation, Citizenship and Democracy: Perverse Confluence and Displacement of Meaning. En A. J. Bebbington (ed.), *Can NGOs Make a Difference? The Challenge of Development Alternatives* (pp. 50-70). Zed Books.
- Freeth, R. y Vilsmaier, U. (2020). Researching Collaborative Interdisciplinary Teams: Practices and Principles for Navigating Researcher Positionality. *Science & Technology Studies*, 33(3), 57-72. <https://www.researchgate.net/publication/345918840>
- Fung, A. (2015). Putting the Public Back into Governance: The Challenges of Citizen Participation and Its Future. *Public Administration Review*, 75(4).
- Fung, A. y Wright, E. O. (eds.) (2003). *Deepening Democracy: Institutional Innovations in Empowered Participatory*. Verso.
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. R. (1994). Uncertainty, Complexity and Post-Normal Science. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 13(12), <https://doi.org/10.1002/etc.5620131203>
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. R. (1999). Post-Normal Science-an Insight Now Maturing. *Futures*, 31, 641-646.

- Gaventa, J. (2004). Towards Participatory Governance: Assessing the Transformative Possibilities. En S. Hickey y G. Mohan (eds.), *From Tyranny to Transformation? Exploring New Approaches to Participation in Development*. Zed Books.
- Goldthau, A. y Sovacool, B. (2012) The Uniqueness of the Energy Security, Justice, and Governance Problem. *Energy Policy*, 41, 232-240.
- Han, X., Shi, W. X. y Yao Y. X. (2023). A Review of the Water-Carbon Nexus in Urban Systems. *Water*, 15(16), 1005. <https://doi.org/10.3390/w15061005>
- Houtzager, P. y Lavallo, A. G. (2009). Participatory Governance and the Challenge of Assumed Representation in Brazil. *IDSS Working Papers* (321).
- Jahn, S., Newig, J., Lang, D. J., Kahle, J. y Bergmann, M. (2022). Demarcating Transdisciplinary Research in Sustainability Science-Five Clusters of Research Modes Based on Evidence from 59 Research Projects. *Sustainable Development*, 30(2), 343-357. <https://doi.org/10.1002/sd.2278>
- Klein, J. T. (2014). Discourses of Transdisciplinarity: Looking Back to the Future. *Futures*, 65, 10-16. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.08.008>
- Lee, J. y Byrne, J. (2019). Expanding the Conceptual and Analytical Basis of Energy Justice: Beyond the Three-Tenet Framework. *Frontiers in Energy Research*, 7, 99.
- Maass, M. (2017). Integrating Food-Water-Energy Research through a Socio-Ecosystem Approach. *Frontiers in Environmental Science*, 5(48). 10.3389/fenvs.2017.00048
- McCauley, D., Heffron, R., Stephan, H. y Jenkins, K. (2013). Advancing Energy Justice: The Triumvirate of Tenets. *International Energy Law Review*, 32(3), 107-116.
- Mendoza, C. A. C. y Carbajal, C. M. (2017). Orden simulado: hidroeléctricas, territorio y deterioro socioambiental en poblaciones totonacas y nahuas de México. *E-Cadernos CES*, (28), 70-93.
- Merçon, J. (2022). Investigación transdisciplinaria e investigación-acción participativa en clave decolonial. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 27(98), 1-19.
- Montaño, D. (2021). *Electrifying Mexico: Technology and the Transformation of a Modern City*. University of Texas Press.

- Newell, P. y Mulvaney, D. (2013) The Political Economy of the 'Just Transition'. *The Geographical Journal*, 179(2), 132-140.
- Nicolescu, B. (2014). Methodology of Transdisciplinarity. *World Futures*, 70(3-4), 186-199. <https://doi.org/10.1080/02604027.2014.934631>
- Ortega, T., Mastrángelo, M., Villaroel, D. y Al, E. (2014). Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas: reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos. *Investigación ambiental*, 6(2), 123-136.
- Plataforma Nacional de Energía Ambiente y Sociedad (Planeas) (s/f). *Un capítulo del Ecosistema Nacional Informático de Energía y Cambio Climático*. Conahcyt. <https://energia.conacyt.mx/planeas/>
- Rátiva-Gaona, S. (2020). Además de capitalista y colonialista, el sistema energético es profundamente patriarcal. *América Latina en movimiento*, 44(550).
- Rátiva-Gaona, S. (2021). La interdependencia como una clave analítica para pensar la transición energética. *Energías para la transición. Reflexiones y relatos*. Censat Agua Viva/Fundación Heinrich Böll.
- Reason, P. (2006). Choice and Quality in Action Research Practice. *Journal of Management Inquiry*, 15(2), 187-203. <https://doi.org/10.1177/1056492606288074>
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., Petri, S., Porkka, M., Rahmstorf, S., Schaphoff, S., Thonicke, K., Tobian, A., Virkki, V., Weber, L. y Rockström, J. (2023). Earth Beyond Six of Nine Planetary Boundaries. *Science Advances*, 9(37). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>
- Rodríguez-Carmona, A. y de Romero, H. D. L. (2016). *Hidroeléctricas insaciables en Guatemala: una investigación del impacto de Hidro Santa Cruz y Renace en los derechos humanos de pueblos indígenas*. Paz con Dignidad.
- Rosenzweig, C., Solecki, W., Hammer, S. A. y Mehrotra, S. (2010). Cities Lead the Way in Climate-Change Action. *Nature*, 467, 909-911.

- Stirling, A., Leach, M., Mehta, L., Scoones, I., Smith, A., Stagl, S. y Thompson, J. (2007). Empowering Designs: Towards More Progressive Appraisal of Sustainability. *International Journal of Policy and Administration*, 1-72.
- Sovacool, B. y Dworkin, M. H. (2015) Energy Justice: Conceptual Insights and Practical Applications. *Applied Energy*, 142, 435-444.
- Sultana, F. (2022). The Unbearable Heaviness of Climate Coloniality. *Political Geography*, 99102638.
- Svampa, M. y Bertinat, P. (2022). *La transición energética en la Argentina: una hoja de ruta para entender los proyectos en pugna y las falsas soluciones*. Siglo XXI Editores.
- Tornel, C. (2023). Decolonizing Energy Justice from the Ground Up: Political Ecology, Ontology, and Energy Landscapes. *Progress in Human Geography*, 47(1), 43-65. <https://doi.org/10.1177/03091325221132561>
- Tornel, C. y Montaña, P. (2023). *Navegar el colapso. Una guía para enfrentar la crisis civilizatoria y las falsas soluciones al cambio climático*. Heinrich Boll.
- Torres-Wong, M. (2023). Resource Nationalism and the Violation of Indigenous Rights in Mexico's Oil Industry: The Case of a Chontal Community in Tabasco. *Journal of White Collar and Corporate Crime*, 4(1), 56-67.
- United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) (2017). *UN Climate Change Annual Report 2017*.
- Vaughn, L. M. y Jacquez, F. (2020). Participatory Research Methods-Choice Points in the Research Process. *Journal of Participatory Research Methods*, 1(1), 1-13. <https://doi.org/10.35844/001c.13244>
- World Economic Forum (2024). *Global Risk Report 2024*.
- Zografos, C. y Robins, P. (2020). Green Sacrifice Cones, or Why a Green New Deal Cannot Ignore the Cost Shifts of Just Transitions. *One Earth*, 3(5), 543-546.

7. La construcción de programas de mitigación y adaptación ante el cambio climático para quince municipios del estado de Hidalgo

Sócrates López Pérez, Lydia Josefa Raesfeld,
Luis Alberto Oliver Hernández, Maritza Librada
Cáceres Mesa, Jennifer Vite Vega, Daniela Michelle
Gómez Ortiz, Gabriela Montiel Ortiz

En el marco del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC), nuestro Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) se titula “Agenda de intervención para incidir en la mitigación y adaptación del cambio climático para mejorar la calidad del aire y la salud en tres zonas metropolitanas del estado de Hidalgo”. Su objetivo es el diseño, elaboración y operación de 15 programas de mitigación y adaptación ante el cambio climático a nivel municipal, armonizados con una agenda ambiental para el estado de Hidalgo (UAEH, s.f.a).

La implementación de este Pronaii ha requerido experiencias de tipo científico, jurídico, de la administración pública y de participación social. Para ello, se diseñaron metodologías para la elaboración de los inventarios municipales de compuestos y gases de efecto invernadero (CyGEI), así como de sus factores de emisión. De la misma forma, se integró y armonizó el Sistema Estatal de Cambio Climático con la Ley Estatal de Cambio Climático y sus tres herramientas de la planeación: 1) el Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo

(PEACCH), 2) la Estrategia de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático de Hidalgo (EMyACCH) y 3) el Programa de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático Municipal (PMyACCM).

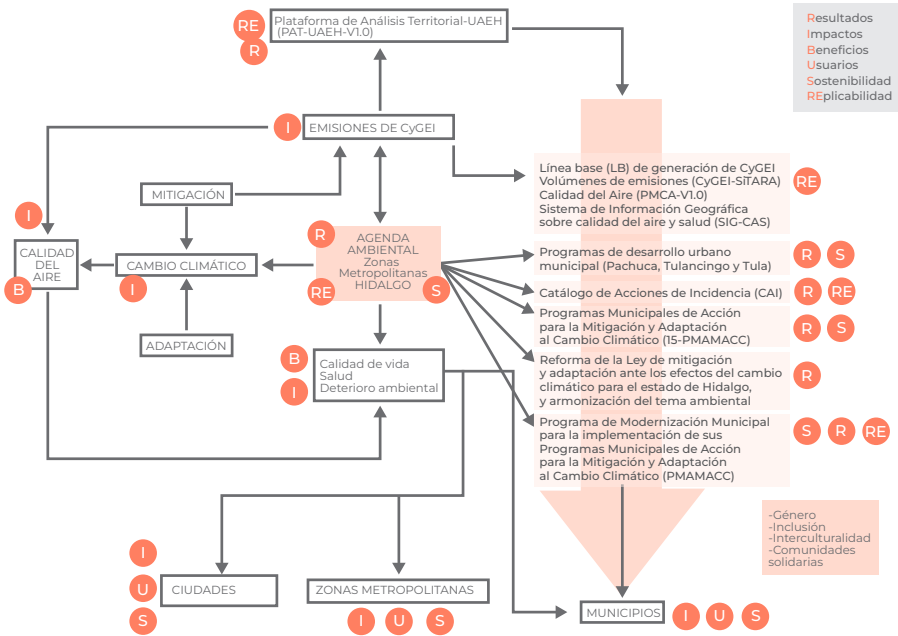
Este trabajo ha implicado la capacitación de autoridades municipales, el trabajo con los cabildos, la promoción de la participación ciudadana a través de foros de análisis, la creación del Observatorio Ambiental (Plataforma-UAEH), la integración de comisiones ambientales y proyectos específicos de intervención –educación ambiental, energías, bioconservación, residuos sólidos urbanos (RSU), móviles, barrio sostenible, calidad del aire, espacios públicos y catálogo de acciones–. Por último, los resultados obtenidos deberán integrarse a la reforma de la ley de mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático para el estado de Hidalgo.

CONSTRUIR LA AGENDA AMBIENTAL PARA EL ESTADO DE HIDALGO

Una agenda ambiental es una herramienta con procesos y acciones que definen la solución de un problema público a través del diseño de políticas públicas, en este caso, sobre el ambiente (López-Pérez et al., 2024). Una vez definido el problema público principal, se debe partir de un diagnóstico amplio, interdisciplinario y científico que defina la ruta crítica de diseño de la agenda, de modo que sea posible planificar e identificar estrategias, objetivos, acciones, actores, recursos y medios de intervención.

Construir una agenda ambiental implica a su vez reconocer que el problema público compete a un determinado orden jurídico que debe ser armonizado en términos de leyes, normas, regulaciones, planes, programas y estrategias. Para ello, es necesario considerar el orden de la Administración pública, es decir, sus recursos, planes de desarrollo y prioridades de intervención, así como las etapas y procesos del Sistema Nacional de Planeación Democrática (SNPD).

Figura 1. Actores y funciones principales que inciden en el diseño y desarrollo de la agenda ambiental del proyecto



Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH.

Bajo estas consideraciones, nuestro proyecto partió de la experiencia de un grupo de investigadoras que han trabajado en el desarrollo de programas de intervención para incidir sobre el cambio climático en el estado de Hidalgo. A su vez, se consultó a autoridades de los tres niveles de gobierno que han impulsado y desarrollado acciones para mejorar las condiciones ambientales e impulsar las políticas públicas correspondientes. En el proyecto se establecieron vínculos con organizaciones no gubernamentales (ONG), grupos ambientalistas y personas productoras de nopal y maguey.

Para elaborar el diagnóstico ambiental partimos de organizar el proceso de diseño de inventarios de CyGEI de forma agregada estatal, a través de registros de categorías y fuentes concentradas en unidades de

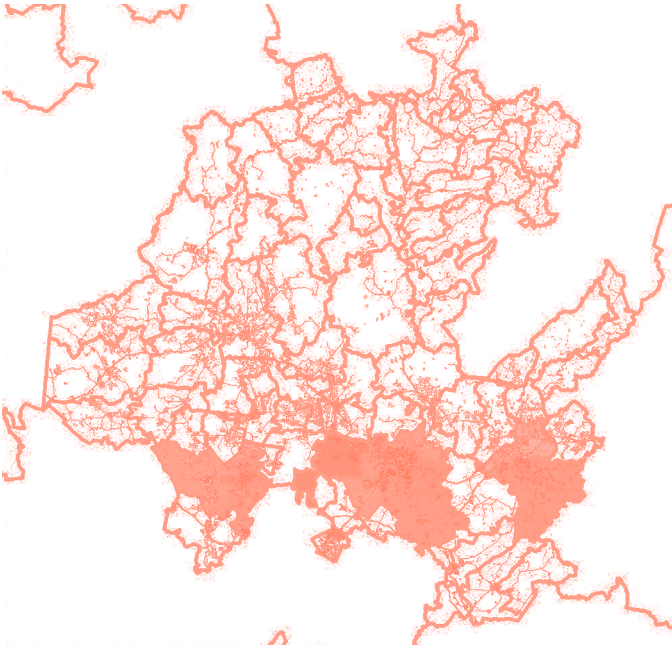
emisión paradigmáticas –refinerías, termoeléctricas, cementeras, industria de la transformación, móviles, residuos sólidos urbanos, ganadería, agricultura y pérdida de suelos– y con un modelo bibliográfico de factores de emisión. Con ello, se logró la creación de dos instrumentos básicos: 1) el Programa Estatal de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático para el Estado de Hidalgo (PEACCH); y 2) la Estrategia de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático en Hidalgo (EMyACCH). Ambos han fundamentado el desarrollo de reflexiones y análisis sobre las condiciones del cambio climático en Hidalgo.

La elaboración del PEACCH y la EMyACCH se basó en simuladores o calculadoras estadísticas con datos de fuentes oficiales –como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi)–, y los resultados de los volúmenes de CyGEI –en toneladas anuales– están enlazados a un solo documento para integrar el primer inventario de CyGEI: el Inventario Estatal de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de Hidalgo (IEE-GEIH). En este sentido, en la construcción del PEACCH se utilizó un generador estocástico de tiempo meteorológico (GETM) que sirvió para simular proyecciones de cambio climático (Otazo-Sánchez et al., 2013, p. 25).

Para la EMyACCH, el diseño del inventario estatal se basó en un simulador estadístico-matemático, con la misma clasificación de fuentes del PEACCH. Estos instrumentos definieron el inventario de CyGEI del estado de Hidalgo, así como las primeras estrategias ante el cambio climático. En la actualidad estos materiales son referencias fundamentales para el diseño de la agenda ambiental de Hidalgo.

Por primera vez para el estado de Hidalgo, la EMyACCH estimó las emisiones por fuente y sumidero para 2005. Las emisiones totales de GEI del estado durante dicho año se calcularon mediante la metodología del Panel Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático (IPCC, 2023); como resultado, se obtuvo un total de 32 194.62 Gg de CO_{2eq} y una captura de 135.83 Gg de CO₂, derivada del manejo de bosques.

Mapa 1. Localización de las tres zonas metropolitanas dentro del conjunto de los municipios del estado de Hidalgo donde se desarrolló el proyecto



Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH.

DE LA CIENCIA A LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Con el objetivo de integrar una política pública ambiental para enfrentar los efectos del cambio climático en Hidalgo, las actividades de investigación con bases científicas de este proyecto se han centrado en el diseño de instrumentos importantes, con los siguientes resultados:

1. Mediante el PEACCH se logró obtener una metodología básica para la construcción del inventario estatal de CyGEI. El resultado final fue una tabla amplia de Excel, sin fundamentos de

mediciones directas por categoría. Sin embargo, se creó un simulador de emisiones para cubrir con bases científicas los montos de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ estatal.

2. Con la EMyACCH se desarrolló un simulador más amplio y sólido –bajo modelos matemáticos– y se construyeron grandes bases de datos. De esta forma se obtuvo un panorama más amplio a nivel municipal.

Cabe señalar que tanto el PEACCH como la EMyACCH no tuvieron ninguna repercusión a nivel de organización social, ni incidieron sobre la legislación, políticas ambientales estatales, ni administraciones municipales. De igual manera, aunque se formó la Comisión Intersectorial de Cambio Climático de Hidalgo, ninguno de estos documentos formó parte de su programa.

3. Esta evaluación derivó en la propuesta de elaborar una agenda para incidir tanto en la mitigación y adaptación frente al cambio climático, como en la mejora de la calidad del aire y la salud en tres zonas metropolitanas del estado de Hidalgo. Éste es el punto de partida para la construcción del sistema estatal de cambio climático en el marco de una política pública estatal.

Para la aplicación de la agenda a nivel municipal, centramos los trabajos en el desarrollo de una metodología propia, científica y basada en experiencias anteriores, acompañada por la integración de autoridades de los tres niveles de gobierno, académicas, organizaciones sociales, proyectos de comunicación, educación ambiental y acciones específicas de intervención. Lo anterior incluye el análisis y discusión de este programa de mitigación con organizaciones locales, población vulnerable y autoridades locales como cabildos. Para orientar su aplicación y obtener la aprobación del cabildo, se partió de los resultados obtenidos por el grupo de investigación, con acciones específicas, claridad en los recursos y proyectos definidos dentro del propio territorio y sus unidades económicas.

De esta forma, los programas de mitigación y adaptación se convierten en una herramienta ciudadana capaz de asegurar la intervención de los responsables de la política pública ambiental en el municipio, con independencia de los tiempos de dichas administraciones. Desde el momento en que sean aprobados por los cabildos y publicados de forma oficial por la administración municipal, la aplicación de estos programas es de carácter obligatorio y -al formar parte del SNPD- todas las acciones y proyectos incluidos deben ser programados en tiempo con recursos e instituciones responsables para su operación. En otras palabras, los PMyACCM cuentan con asignación de recursos obligatorios durante la integración de la cuenta pública.

En el caso de nuestro Pronaii, ha sido muy importante la aprobación y publicación de los programas de mitigación y adaptación en los municipios de Pachuca de Soto y Mineral de la Reforma. Con ello se establecen antecedentes jurídicos para el desarrollo de la reforma de la Ley de Cambio Climático y para la integración del Sistema Estatal de Cambio Climático de Hidalgo, así como para la aprobación de los demás programas municipales y el fortalecimiento de la metodología diseñada.

EL PUNTO DE PARTIDA PARA LA ORGANIZACIÓN DE NUESTRO TRABAJO

La organización del trabajo de investigación y el diseño de acciones de este proyecto se elaboró con base en la Ley de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático para el Estado de Hidalgo (Gobierno del Estado de Hidalgo, 2013). En su capítulo V, el artículo 36 señala que son instrumentos de planeación de la política estatal de cambio climático los siguientes: 1) el programa estatal, 2) la estrategia estatal y 3) los programas municipales. Su artículo 37 establece que la planeación de la política estatal en materia de

cambio climático comprenderá dos vertientes: 1) la proyección de los periodos constitucionales que correspondan a las administraciones estatales y federales; y 2) las proyecciones en el mediano y largo plazo que tendrán previsiones a 10, 20 y 40 años, conforme se determine en la estrategia estatal, misma que será congruente y vinculante con la estrategia nacional.

EL RETO PRINCIPAL: DISEÑAR UNA METODOLOGÍA CIENTÍFICA DE FÁCIL APLICACIÓN EN LOS MUNICIPIOS

Con base en los anteriores programas municipales y en la experiencia del grupo de investigación, organizamos talleres de trabajo con el objetivo de construir una metodología del inventario de CyGEI municipal. Para lograr la creación de un inventario municipal se realizaron talleres de trabajo con el grupo de investigación y se comenzó con una revisión bibliográfica para conocer el estado del arte. Esto facilitó el diseño de las bases teóricas, ya que las guías generales están definidas por el IPCC (2023) y los trabajos de inventarios en México a través del Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2022). En esto se trabajó sobre todo con el gobierno estatal, gobiernos municipales, investigadoras e investigadores.


ELEMENTOS PARA DEFINIR LOS INVENTARIOS

Con base en la ubicación de las unidades productivas, su clasificación en un orden de categorías, fuentes y subfuentes, la integración fundamentada de los factores de emisión, así como las evidencias experimentales desarrolladas en campo y la estandarización de unidades según sus propias normas, se obtuvieron los inventarios de CyGEI a nivel municipal.

EL MODELO A NIVEL MUNICIPAL

Como resultado de los talleres, se definió en una tabla de Excel una estructura ordenada del modelo IPCC-INECC de inventario de CyGEI para 15 municipios del estado de Hidalgo y se obtuvieron los programas de mitigación y adaptación.

Figura 2. Imagen ilustrativa del formulario para la integración del inventario de compuestos y gases de efecto invernadero de tres zonas metropolitanas del estado de Hidalgo

 <p>Categoría/ Fuente/ Subfuente de emisión</p>	UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE HIDALGO							
	CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES, CIENCIA Y TECNOLOGÍA							
	PACHUCA DE SOTO, HIDALGO							
	INVENTARIO MUNICIPAL DE EMISIONES DE COMPUESTO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO (IMECYGEI)							
	EMISIONES DE COMPUESTOS Y GASES DEL EFECTO INVERNADERO (TONELADAS Y GIGAGRAMOS CO ₂ :EP)							
	Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra CO ₂ : 2024							
Potencial de calentamiento	FUENTES DE EMISIONES							
Emisiones netas	Total de unidades municipales por subfuente	FE Co2 kg (1 unidad)	Co2 kg por unidades económicas	Total de emisiones por UE en KG semanal	Total de emisiones por UE en KG anual	Total de emisiones por UE en toneladas anual	Total de emisiones por UE en GG anual	TOTALES
Energía								
Actividades de quema de combustible								

Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH. Se incluye en los documentos principales de los PMyACCM.

LOCALIZACIÓN DE CATEGORÍAS, FUENTES Y SUBFUENTES PARA EL DISEÑO DEL INVENTARIO

Para el diseño de las fuentes de emisión evitamos establecer una base de datos general, debido a que durante la revisión encontramos que hasta ahora sólo se han considerado fuentes generales o básicas, como termoeléctricas, refinerías, cementeras, ganaderas y móviles. Nuestra experiencia partió del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) (Inegi, s.f.) –consultado en mayo de 2023–, ya que la base de nuestra metodología considera que toda unidad económica

utiliza, consume y transforma algún tipo de energía. En otras palabras, todo proceso de transformación emite CyGEI y calor. Por ello, se relacionó el DENUÉ por municipio con las categorías: 1) energía; 2) procesos industriales y usos de productos; 3) agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra; 4) residuos.

Dentro de dichas categorías se consideraron sus factores de emisión, las características propias de cada unidad económica, así como la temporalidad e intensidad de cada actividad. Esta información se organizó en tablas desagregadas para su análisis, como se muestra en el siguiente ejemplo.

Tabla 1. Total de emisiones del inventario municipal de compuestos y gases de efecto invernadero de Tula de Allende durante 2023

EMISIONES POR CATEGORÍA, FUENTE Y SUBFUENTE	UEM-DENUÉ*	CO ₂ KG EMISIONES UEM-DÍA METODOLOGÍA MIXTA ¹	TOTAL DE CO ₂ KG UEM - EMISIONES DIARIAS	TOTAL DE CO ₂ POR DÍA	TONELADAS DE CO ₂ POR AÑO
[1] Energía	36215	22071264	30355683.32	3035568.33	11079824.41
[1A] Actividades de quema del combustible	36187	22062642.03	30225828.38	30225.828	11032427.36
[1A1] Industrias de la energía	2	19485143.24	19485143.24	19485.1432	7112077.28

¹ Revisar el documento *Manual de la metodología de análisis de emisiones de CyGEI-Mixto* incluido en los 15 reportes PMCA-V1.0 de la Plataforma de Análisis Territorial-UAEH (PAT-UAEH-V1.0) de la Agenda Ambiental (UAEH, 2023). Esta metodología implica la operacionalización de los informes y metodología del IPCC, la base de datos, nomenclatura y clasificación del INECC, y la integración de mediciones propias del Laboratorio de Análisis Territorial de la UAEH, así como sus estaciones de medición del Sniffer4D-V2. En este caso se pueden revisar a detalle las fórmulas, normatividad y modelos propios.

LA CONSTRUCCIÓN DE PROGRAMAS DE MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN

[1A1a] Producción de electricidad y calor	1	3 064 931.78	3 064 931.781	3 064 931.781	1 118 700.10
[1A1b] Refinación del petróleo	1	16 420 211.46	16 420 211.46	16 420 211.46	5 993 377.18
[1A1c] Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	0	0	0	0	0.00
[1A2] Industrias manufactura y de la construcción	1 907	4 384.115 46	267 081.068	267 081.068	97 484.59
[1A2a] Hierro y acero	0		0	0	0.00
[1A2b] Metales no ferrosos	0		0	0	0.00
[1A2c] Sustancias químicas	0		0	0	0.00
[1A2d] Pulpa, papel e imprenta	23	158.4	3 643.2	3 643.2	1 329.77
[1A2e] Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	60	10.7172	643.032	0.643 032	234.71
[1A2e1] Tortillerías	216	66.6	14 385.6	14.3856	5 250.74
[1A2e2] Taquerías	119	61.605	7 330.995	7.330 995	2 675.81

*Unidades Económicas Municipales. Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas.

Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH. Se incluye en los documentos principales de los PMyACCM.

ELEMENTOS PARA DEFINIR LOS FACTORES DE EMISIÓN

En México, los factores de emisión se deben definir con base en la experiencia internacional, la investigación y la ciencia experimental, así como en relación con las normas oficiales emitidas por el INECC. Dado que en la mayoría de los casos aún no se abordan todas las categorías, nuestro grupo de trabajo amplió los factores de emisión a través de nuestras estaciones Sniffer4D-V2. Estas estaciones son la mejor forma de conocer de manera directa las emisiones, su fuente, tipo de GEI, las PM1, PM2.5 y PM10, O3, temperatura, humedad, orientación de los vientos y su ubicación. Las emisiones se miden en miligramos y microgramos por metro cúbico, y las relacionamos con las unidades económicas que son las fuentes de emisión. Para ello, establecimos los siguientes pasos:

1. *Delimitar los municipios.* Comprende generar un polígono dentro del sistema de información geográfica (SIG) del proyecto, determinado con los límites territoriales establecidos a nivel federal, estatal, municipal y local, de acuerdo con el DENUE (Inegi, s.f.) –consultado en julio de 2023.
2. *Elegir las Unidad de Análisis Territorial (UTA).* De acuerdo con el INECC (2022), se deben definir cuáles serán las UTA mediante un monitoreo de las principales fuentes generadoras de emisiones de los CyGEI. Por ello, se analizaron y clasificaron las unidades económicas de acuerdo con el DENUE (Inegi, s.f.) –consultado en julio de 2023. Una vez determinadas, se planteó su primera evaluación mediante el análisis de características socioambientales del sistema, para después realizar las mediciones.
3. *Monitorear.* Se estableció un cronograma de trabajo específico para el muestreo y levantamiento de las UTA. Con este propósito, se determinaron rúbricas generales y específicas para la generación de los reportes con distintas temporalidades: 1 minuto, 30 minutos,

1 hora, 8 horas y 24 horas. Las actividades realizadas por el equipo de trabajo fueron:

- Manejar el Sniffer4D-V2 y el equipo de cómputo.
- Tomar muestras con el medidor de partículas manual.
- Mantener una bitácora de emisiones.
- Generar formatos específicos.
- Llevar un control del monitoreo.

4. *Analizar los primeros resultados.* Al concluir el reporte de emisiones del Sniffer4D-V2, los datos se vacían en un documento Excel para procesar la información bajo el formato:

- Emisión por semana

$$E_{PS} = [\text{Emisión total de UTA por día} * 7] * (\text{factor de comportamiento de la fuente})$$
- Emisión por mes

$$E_{PM} = [\text{emisiones totales por semana} * 4]$$
- Emisión por año

$$E_{PA} = [\text{emisiones totales por mes} * 12]$$
- Convertir las emisiones totales a toneladas

$$E_{TT} = [(\text{emisiones totales por año}) / 1000]$$
- Al tener la unidad en toneladas, se obtiene la equivalencia de los potenciales de calentamiento global (PCG), donde el CO₂ cuenta con un PCG de 1, el CH₄ de 28 y el O₃+NO₂ de 265. Con ello se integra el CO_{2eq}.

5. *Integración de categorías, fuentes y subfuentes.* Una vez terminado el análisis municipal, se realiza la integración de las mediciones realizadas, se agregan sus factores de emisión, se hacen las conversiones de medidas y se estandarizan. En este caso se optó por toneladas-anales.

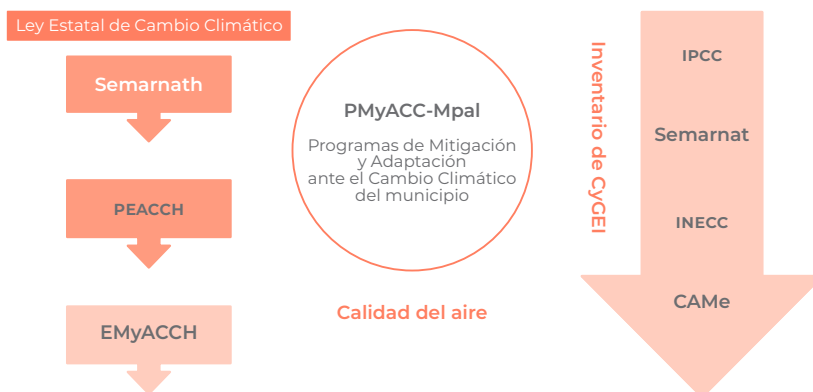
Mapa 2. Compuestos y gases de efecto invernadero en la zona centro de Pachuca



Nota: los resultados fueron obtenidos con la plataforma Sniffer4D-V2-Mapper, mediante un recorrido con las estaciones en un polígono de la ciudad de Pachuca, en su zona metropolitana, en el periodo julio-noviembre de 2023.

Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH. Se incluye en los documentos principales de los PMyACCM y en el de metodología.

Figura 3. Esquematización del sistema estatal de cambio climático en el estado de Hidalgo

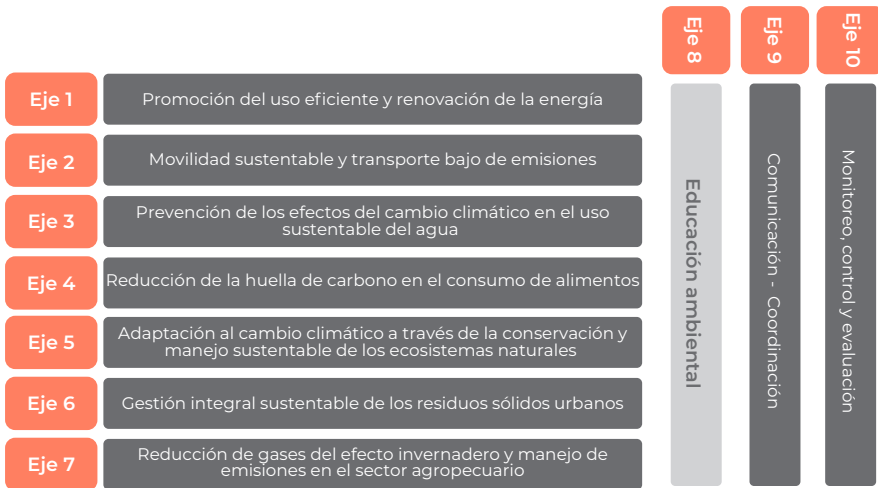


Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH. Se incluye en los documentos principales de los PMyACCM, en el de metodología y en la Agenda Ambiental.

MODELOS DE PARTICIPACIÓN SOCIAL

Los programas de mitigación y adaptación municipal orientan la integración de la agenda ambiental con base en la participación de los actores locales. Para ello, se consideran sus responsabilidades, aportes, recursos, visiones, valores y voluntades bajo la orientación de los inventarios y la ruta crítica de las acciones de intervención. En el caso de Tula de Allende, por ejemplo, se parte de los ejes que se presentan en la figura 4.

Figura 4. Ejes de acción para el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo



Nota: se emplean categorías del Programa de Mitigación y Adaptación ante el Cambio Climático para el Estado de Hidalgo.

Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH. Se incluye en los documentos principales de los PMyACCM, en el de metodología y en la Agenda Ambiental.

A partir de estos ejes, se identifican y diseñan líneas de acción cuyo desarrollo corresponde a los actores locales, con la orientación de las autoridades municipales y con el respaldo financiero tanto de la administración estatal y federal, como de las empresas emisoras públicas y

privadas. Para el diseño de acciones o proyectos específicos de mitigación y adaptación ante el cambio climático, se creó un catálogo de acciones que se convierte en una referencia para integrar acciones específicas y cuantificar su mitigación.

En el caso de las industrias de mayor aporte al inventario regional de la zona metropolitana de Tula, se contemplaron y evaluaron las empresas: Petróleos Mexicanos (Pemex), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Cementos Mexicanos (Cemex), Cruz Azul y la Planta Tratadora de Aguas Residuales (PTAR) de Atotonilco de Tula. Los resultados están integrados en los inventarios de cada municipio en la categoría “energías”, con un diseño propio de los factores de emisión que se suman a las demás fuentes de emisión local. Bajo esta línea base, se definieron acciones de intervención dentro de las mismas empresas para determinar compromisos de mitigación y adaptación. Tan sólo en Tula, en energías, se emitieron más de 11 millones de toneladas de CO_{2eq} anuales.

Tabla 2. Toneladas anuales emitidas en la categoría “energías” en los municipios de la zona metropolitana de Tula, estado de Hidalgo

FUENTE	CYGEI T/A.			TOTALES
	CO ₂ T/A.	CH ₄ T/A.	N ₂ O T/A.	CO _{2EQ}
Energías-Tula	11027400.79	15299.63	60147.45	11102847.86
Energías-Atitalaquia	1172096.07	14652.414	6844.261	1193592.74
Energías-Atotonilco de Tula	482907.07	224.02	14610.31	497741.41
Energías-Tlaxcoapan	352502.82	0.00	0.00	352502.82
Energías-Tlahuelilpan	175714.81	0.00	0.00	175714.81

Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH. Se incluye en los documentos principales de los PMyACCM.

Las acciones de mitigación de estas empresas deben tener una combinación entre la reconfiguración industrial de sus procesos internos, nuevas tecnologías y ajustes de mitigación con base en la normatividad que regula cada planta, además de compensar con recursos propios en proyectos externos de mitigación con la captura de CO₂ y según los propios PMyACCM.²

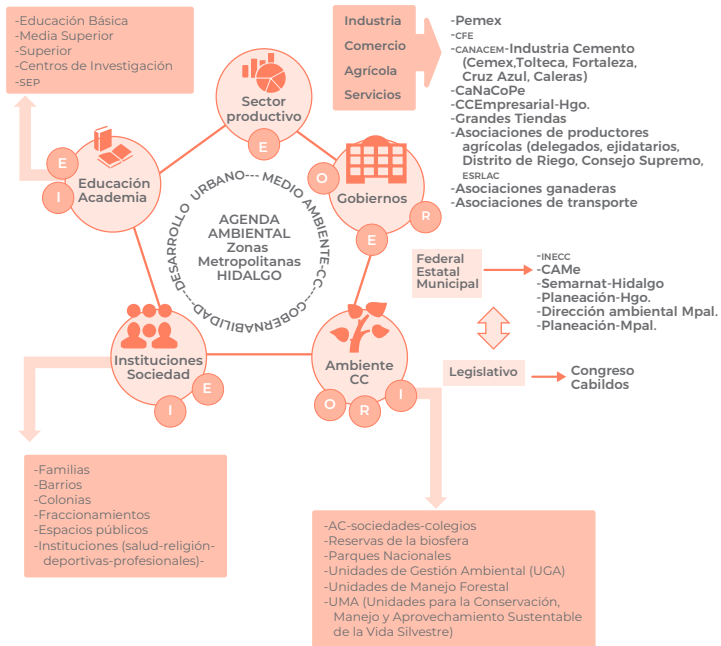
Tabla 3. Programa de mitigación y adaptación ante el cambio climático del municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo

A. ENERGÍAS	
TEMAS	LÍNEAS DE ACCIÓN
A.1. Eficiencia energética	A.1 Creación de Plataforma-Aplicación. Integración de Auditoría de Energías. Matriz de consumo. Inventario de CyGEI A.2 Diseño y elaboración del Plan Integral de Acciones para el Ahorro de Energías, por organización, institución y unidades productivas, a partir de cada auditoría de energías A.3 Plan integral municipal de auditoría de energías y acciones de mitigación para el ahorro y eficiencia de energías A.4 Medición de emisiones GEI en la industria de hidrocarburos que se vean reflejados en reportes de sostenibilidad anuales A.5 Establecimientos de protocolos mínimos de mantenimiento en equipos A.6 Fortalecimiento de los sistemas de gestión energética en la industria petrolera y gasera A.7 Diagnósticos sobre los procesos principales, tecnología y recurso humano A.8 Evaluación de la viabilidad del secuestro y uso de CO ₂ proveniente de calentadores y calderas de la refinería A.9 Establecer valores mínimos de emisión, basados en análisis científicos y lograr que la industria sea proactiva para lograr estos valores

Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH. Se incluye en los documentos principales de los PMyACCM, en el de metodología y en la Agenda Ambiental.

² Para revisar los modelos de inventarios y los factores de emisión de estas industrias, consultar estos documentos en el sitio web de la Agenda Ambiental de la UA EH (2023). Las bases de datos en formato json, xls o pdf de las mediciones con las estaciones Sniffer4D-V2, de nueve indicadores y CyGEI, se pueden solicitar al correo: lopezs@uaeh.edu.mx.

Figura 5. Modelo de participación de los actores, instituciones y organizaciones en la implementación de la agenda ambiental para tres zonas metropolitanas del estado de Hidalgo



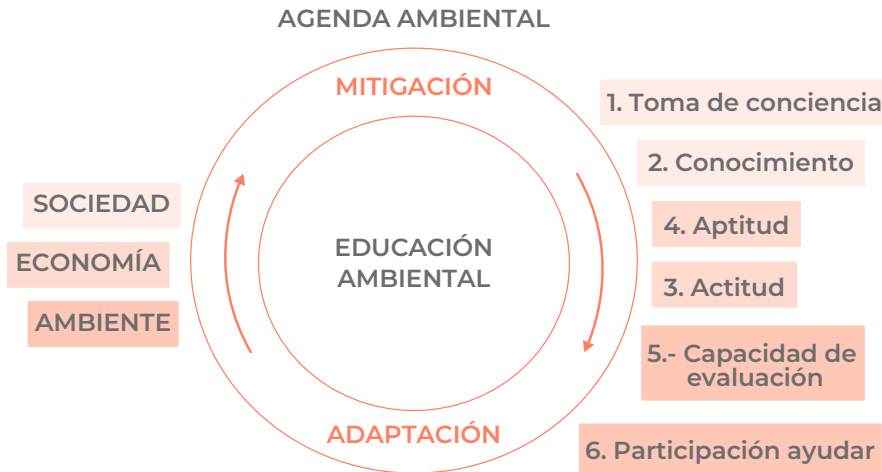
Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH. Se incluye en los documentos principales de los PMyACCM, en el de metodología y en la Agenda Ambiental.

FORTALECER LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA ASEGURAR UN CAMBIO SOCIAL

Nuestro diseño de la educación ambiental está organizado con un eje transversal para que incida en todo el programa de mitigación municipal. La propuesta de este proyecto para el eje de educación ambiental parte de la *Carta de Belgrado* de 1975 (Semarnat, 2021) y de las 26 recomendaciones de la Declaración de Estocolmo sobre el medio ambiente humano de 1972 (OJN, 2005). Conforme a esta última, la educación

ambiental debe ser un eje fundamental, acompañado de las políticas públicas ambientales de los países miembros, financiamiento e integración a los diversos sistemas de educación, medios de comunicación y redes sociales. A su vez, se ha pedido un mayor desarrollo de la educación ambiental basada y vinculada con los principios definidos en la *Declaración sobre el Establecimiento de un Nuevo Orden Económico Internacional de 1974* (Naciones Unidas, 2011).

Figura 6. Mapa conceptual de educación ambiental basado en la Carta de Belgrado



Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH. Se incluye en los documentos principales de los PMyACCM, en el de metodología y en la Agenda Ambiental.

En nuestro proyecto, la educación ambiental se estableció como un eje transversal que debe orientar, adaptarse y ajustarse a cada eje de intervención dentro del plan. Por este motivo, cada eje debe contemplar acciones específicas de educación ambiental como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Apartado “Acciones para energías” del programa de educación ambiental del municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo

ZONA METROPOLITANA DE TULA													
PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL ACCIONES PARA ENERGÍAS													
Objetivo general: educar sobre los compuestos y gases de efecto invernadero, así como sobre la reducción del consumo energético													
Objetivos específicos:													
<ul style="list-style-type: none"> • Promover la educación y conciencia sobre el cambio climático en la población del municipio para fomentar la adopción de prácticas sostenibles y la participación activa de los sectores público, social, privado y académico en las medidas de mitigación y adaptación • Impulsar la transición a energías sustentables y renovables en la comunidad • Regular el consumo energético por espacios habitacionales, comerciales y administrativos • Concientizar sobre el ahorro y uso de energía • Establecer acciones de reforestación y espacios verdes para la disminución de CyGEI en el territorio municipal • Disminuir los impactos ambientales y de salud generados por el uso constante de energías fósiles • Desarrollar sistemas e infraestructura de transporte público bajos en emisiones • Regular los reglamentos y normas de verificación de vehículos, transporte y maquinaria que utilicen motores de energía fósil • Fortalecer la participación ciudadana en problemas comunitarios • Promover el análisis reflexivo en la población que motive estilos de vida sostenible 													
Contenido relevante: reducción de los compuestos y gases de efecto invernadero a partir del consumo energético responsable													
Estrategia: implementación de talleres y herramientas para el accionar social en favor de la reducción de compuestos y gases de efecto invernadero en la comunidad													
Alianzas y colaboración: ayuntamientos de la zona metropolitana, comunidad, sector educativo y sector industrial													
TIPO DE RECURSOS: INFOGRAFÍAS, VIDEOS, PLÁTICAS Y MATERIAL DE APOYO													
Actividades	Público objetivo	Incidencia transversal	Localización	Responsable	Metodología	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030

<p>A. 2 Fomento y apoyo para proyectos ciudadanos</p> <p>Población en general</p> <p>Sector académico presente en la zona metropolitana</p> <p>Eje 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</p> <p>Equipamiento público (espacio abierto) en principales localidades de la zona metropolitana</p> <p>Ayuntamiento</p> <p>Representantes metropolitanos</p> <p>Representantes del sector empresarial de la zona metropolitana</p>	<p>A. 1 Programas de reforestación (sumideros de CO₂)</p> <p>Cabecera municipal:</p> <p>Localidades más pobladas</p> <p>Eje 1: Promoción del uso eficiente y renovable de la energía</p> <p>Equipamiento público (espacio abierto)</p> <p>Ayuntamiento</p> <p>representantes metropolitanos</p>	<p>Reuniones diagnósticas con representantes vecinales</p> <p>Reuniones diagnósticas que generen vínculos con la comunidad académica para la exposición de ideas potenciales para proyectos de intervención de la comunidad</p> <p>Establecimiento de canales de comunicación continua con los representantes vecinales y académicos</p> <p>Búsqueda y establecimiento de incentivos o subvenciones (de instituciones gubernamentales, empresas, universidades, etc.) para el financiamiento de proyectos</p>	<p>Diagnóstico de los tipos de plantas y árboles del municipio y de zonas potenciales donde desarrollar sumideros de CO₂</p> <p>Reuniones con los representantes vecinales, autoridades ambientales e industrias con mayores emisiones de GEI</p> <p>Cooperación de la industria a través de la subvención de materia prima (árboles y plantas)</p> <p>Designación de espacios para forestar</p> <p>Cooperación de la comunidad para el cuidado de los espacios</p>									
--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: elaboración propia, proyecto Conahcyt-UAEH. Se incluye en los documentos principales de los PMyACCM.

CAPACITACIÓN A LAS AUTORIDADES MUNICIPALES PARA ASEGURAR EL DESARROLLO DE SUS PROGRAMAS DE MITIGACIÓN

Uno de los problemas que enfrentan las administraciones municipales son las capacidades de las autoridades ejecutivas y ambientales a nivel municipal. En este sentido, los ejes de trabajo deben estar orientados hacia:

- Dominio del orden jurídico sobre cambio climático y los programas de mitigación y adaptación.
- Dominio de las condiciones locales municipales, mediante el conocimiento de fuentes de emisión, funcionamiento de las vialidades y movilidad, manejo de residuos sólidos urbanos, sistemas de recolección y depósito, aguas residuales y condiciones de descargas, volúmenes y calidad, condiciones municipales sobre biodiversidad y áreas de reforestación.
- Manejo de la metodología sobre la integración de los inventarios municipales de CyGEI y calidad del aire. Integración de sistemas de indicadores y mediciones locales a través de las estaciones Sniffer4D-V2. Instalación, uso y manejo de las mediciones directas, así como creación de bases de datos para la toma de decisiones y la integración al SIG de la plataforma.
- Habilitar un área de cambio climático dentro de las oficinas municipales de atención ambiental con manejo de los sistemas de indicadores, información y software necesario para coordinar y desarrollar las actividades en forma transversal, institucional y con fortalecimiento de la organización social (Agenda Ambiental, 2024).
- Desarrollo de habilidades y competencias sobre organización social y sensibilización de compromisos de su función, así como formación de investigadores comunitarios.

Estas actividades son desarrolladas como parte de la ejecución de la agenda ambiental.

LECCIONES APRENDIDAS

Una de las principales lecciones de este proyecto ha sido la importancia del acercamiento con las autoridades municipales, su involucramiento y compromiso para desarrollar metodologías propias y herramientas científicas, con una ruta crítica que les facilite la integración de sus programas de mitigación y adaptación ante el cambio climático, así como los ajustes jurídicos y de programación para fortalecer su presupuesto y contar con instrumentos tanto operativos como de intervención que estén más allá de las propias administraciones. Asimismo, destaca la gran credibilidad que tienen los académicos y científicos en trabajos de campo y reuniones con los cabildos, siempre y cuando se establezca un diálogo directo, sin condicionantes o aportes financieros, y con pleno conocimiento de la realidad local.

PERSPECTIVAS DEL FUTURO, RETOS Y TAREAS PENDIENTES

El proyecto de la Agenda Ambiental, financiado por el Conahcyt, debe tener continuidad. Aunque fue diseñado para ser desarrollado en tres etapas, con productos específicos, ahora se necesita diseñar nuevas etapas, estrategias y niveles de consolidación del sistema estatal de cambio climático, la armonización de leyes y el desarrollo de una participación más amplia de diversos sectores. Asimismo, es imprescindible que los programas de mitigación y adaptación sean analizados, discutidos y validados al interior de los cabildos para que estos, a su vez, los integren en la Ley de Cambio Climático, la cual se debe reformar, además de convertirse en la base programática de la Comisión Intersectorial.

Si bien hay tareas pendientes, tenemos claridad sobre la ruta de implementación. Así, consideramos que el reto mayor es mantener el

interés de los ayuntamientos para darle continuidad al trabajo desarrollado, seguir fortaleciendo sus capacidades y hacer que los 15 programas formen parte de la vida institucional de los municipios.

Por otro lado, la creación de una metodología científica, participativa, con una ruta crítica certera y resultados efectivos surge del fuerte compromiso de este proyecto con los sectores sociales, autoridades, personas académicas, empresas y ciudadanía en general. Con las herramientas y metodologías desarrolladas en este proyecto, continuaremos con el proceso de asesorar y facilitar el diseño de programas para los 69 municipios faltantes del estado de Hidalgo. Estos programas pueden orientar a su vez la organización de programas específicos de residuos sólidos, movilidad, aguas residuales, biorremediación, conservación, reforestación, polinizadores, aplicación de energías limpias, educación ambiental, calidad del aire, espacios públicos, islas de calor, barrios sostenibles y su armonización con programas de desarrollo urbano, ordenamiento ecológico, atlas de riesgo, así como mitigación y adaptación ante el cambio climático. En la perspectiva hacia el futuro, estos son elementos básicos para la construcción de una agenda ambiental para el estado de Hidalgo.

REFERENCIAS

- Gobierno del Estado de Hidalgo (26 de agosto de 2013). Ley de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático para el Estado de Hidalgo. Periódico Oficial. http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca_legislativa/leyes_cintillo/Ley%20de%20Mitigacion%20y%20Adaptacion%20ante%20los%20Efectos%20del%20Cambio%20Climatico.pdf
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2022). *Estudios e Investigaciones 2013 a 2022 en materia de mitigación del cambio climático*. <https://www.gob.mx/inecc/documentos/investigaciones-2018-2013-en-materia-de-mitigacion-del-cambio-climatico>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) (s.f.). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. <https://www.inegi.org.mx/app/descarga/default.html>
- López-Pérez, S., Oliver-Hernández, L., Bass-Zavala, S. y Guerrero-Escamilla, J. B. (2024). *Agenda ambiental para focalizar acciones de intervención en las ciudades que componen las tres zonas metropolitanas del Estado de Hidalgo: Pachuca, Tula y Tulancingo*. Editorial GM/Porrúa. <https://agendaambientalzonasmetropolitanashidalgo.com.mx/AgendaAmbiental/subPaginas/subIndex/pag4>
- Naciones Unidas (2011). *Declaración sobre el Establecimiento de un Nuevo Orden Económico Internacional*. https://legal.un.org/avl/pdf/ha/ga_3201/ga_3201_ph_s.pdf
- Orden Jurídico Nacional (OJN) (2005). *Declaración de Estocolmo sobre el medio ambiente humano*. <http://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/Derechos%20Humanos/INST%2005.pdf>
- Otazo-Sánchez, E. M., Pavón, N. P., Bravo-Cadena, J., Pulido, M. T., López-Pérez, S., Razo-Zárate, R., González Ramírez, C. A., Sánchez-Rojas, G., Martín-Hernández, C. Y., Fragoso López, P. I., Rodríguez-Laguna, R., Galindo Castillo, E., Vargas-Zenteno, M., Velázquez-Alonso, F., Domínguez-Soto, J. M., Cruz-Domínguez, P. E., Maycotte Morales, C. C., Pérez-Ramírez, N. G., Cortés-Blobaum, H. J., Herrera-Muñoz, G. y Uribe-Gutiérrez, D. (2013). *Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Hidalgo*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Hidalgo.
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) (2023). *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*. <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) (2021). *La Carta de Belgrado*. <https://www.gob.mx/semarnat/educacionambiental/documentos/la-carta-de-belgrado>
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH) (2023). *Agenda de intervención para incidir en la mitigación y adaptación del Cambio Climático para mejorar la calidad del aire y la salud en tres Zonas Metropolitanas del estado de*

Hidalgo. Laboratorio de Análisis Territorial, Ambiente y Ciencia de Datos de la UAEM. <https://agendaambientalzonametropolitanashidalgo.com.mx/AgendaAmbiental>

Tercera parte

EL RETO DE TRANSFORMAR LAS CIUDADES

8. Ciudad, energía y cambio climático

Rigoberto García Ochoa

INTRODUCCIÓN

El Programa Nacional de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) ha establecido cuatro áreas prioritarias para avanzar hacia una transición energética justa y sostenible en México: movilidad; eficiencia energética y uso de energía renovable en la industria; desarrollo de sistemas energéticos sostenibles en zonas rurales y promoción de la democratización energética y la generación comunitaria. Con el propósito de lograr una incidencia social real, mediante la creación de espacios de diálogo e interacción entre ciencia y otras comunidades de conocimiento –como los saberes tradicionales y locales– a través del diálogo de saberes, el Comité de Energía del Pronace ECC financió 15 Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii) para transitar hacia un sistema energético sustentable en términos sociales y ambientales.

Los Pronaii atendieron múltiples demandas, como el impulso a la electromovilidad y el transporte público, la reducción del uso de combustibles fósiles, el diseño participativo y la implementación de sistemas energéticos para comunidades rurales, así como la facilitación de sistemas de generación distribuida de energía para democratizar su acceso, entre otras.

Los 10 Pronaces del Conahcyt evidencian la reorientación de la política científica de México en los últimos cinco años, cambio que refleja una visión que busca articular las capacidades científicas con diversos actores para abordar problemáticas nacionales de manera integral. Dada la relevancia científica de esta nueva visión, considero que es el momento oportuno para iniciar una reflexión autocrítica que nos permita identificar vacíos o líneas de investigación que no hayan sido abordados en el área de energía y cambio climático. En esta línea, planteo que la ausencia de la dimensión espacial-territorial en torno a las ciudades, como demanda de investigación en el Pronace ECC, es un tema que debe atenderse de manera inmediata.

La mayoría de los Pronaii del Pronace ECC en materia de transición energética se está llevando a cabo en entornos eminentemente rurales y atiende a comunidades indígenas. La pertinencia ética y social de hacer ciencia aplicada en este tipo de comunidades es incuestionable, pero lo que señalo aquí es que las investigaciones aplicadas con perspectiva integradora también se deben incentivar en las ciudades. A nivel global hay cerca de 4000 ciudades con más de 100 mil habitantes que, si bien sólo ocupan menos del 2% de la superficie del planeta, consumen cerca del 80% de la energía y generan el 60% de las emisiones totales (Angel, 2012). En México contamos con un sistema urbano conformado por 401 ciudades de 15 mil o más habitantes en las que viven tres cuartas partes de la población; de dichas ciudades, 74 son metrópolis, 132 conurbaciones y 195 centros urbanos (Gobierno de México, 2018).

Las ciudades son entonces centros de consumo energético y de generación de emisiones de gases de efecto invernadero, lo que las convierte en un referente clave para la ciencia que aborda el vínculo entre energía y cambio climático. El no considerar esta dimensión espacial y territorial pasa por alto la influencia significativa que las ciudades tienen en la demanda de energía, la eficiencia energética, la generación de energía renovable y, sobre todo, en las inequidades económicas, sociales y ambientales, tanto en términos cuantitativos como cualitativos.

Con estos antecedentes, el objetivo de este capítulo es presentar una descripción general sobre los principales temas involucrados en la literatura científica en materia de ciudad, energía y cambio climático, a manera de propuesta para futuras investigaciones en el marco del Pronace ECC en México.

El capítulo se estructura de la siguiente manera. Se inicia con una crítica a la visión dominante que considera la densidad urbana como el factor clave para lograr que las ciudades sean energéticamente sostenibles. Enseguida se advierte sobre la relevancia científica de pensar en nuevos marcos teóricos y metodológicos que reconozcan las particularidades económicas, sociales y ambientales de las ciudades mexicanas –y en general del Sur Global– para plantear soluciones que conduzcan a un desarrollo sostenible. Después se propone una serie de posibles líneas de investigación que se recomienda abordar en el futuro inmediato para fortalecer el Pronace ECC. Por último, se presentan las conclusiones y comentarios finales.

EL MANTRA DE LA DENSIFICACIÓN URBANA

Las ciudades del siglo XXI enfrentan desafíos sin precedentes en términos de sostenibilidad ambiental y eficiencia energética. En este contexto, la densificación urbana ha emergido a través de la teoría de la ciudad compacta (Hillman, 1996) como una estrategia clave para reducir el consumo energético y las emisiones de CO₂, al mismo tiempo que promueve una mayor calidad de vida para sus habitantes.

Uno de los principales argumentos que sustentan esta idea es que la densificación urbana presenta una serie de beneficios significativos en términos de eficiencia energética y sostenibilidad ambiental. Al concentrar la población en áreas urbanas densas, se reduce la necesidad de extender la infraestructura de servicios básicos, como agua, electricidad y transporte, lo que disminuye los costos operativos y el consumo de recursos. Además, al promover el uso de transporte público y la movilidad

peatonal, la densificación contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el transporte individual.

Por otra parte, la densificación fomenta además la diversificación del uso de suelo, coexistiendo así en un espacio determinado actividades de todo tipo, como servicios y vivienda. De esta manera, al concentrar las actividades económicas y sociales en áreas urbanas densas, se promueve en teoría la interacción entre personas y se fortalece el tejido social. Asimismo, la densificación tiene el potencial de impulsar la revitalización de áreas degradadas o subutilizadas, lo cual contribuiría a fomentar la regeneración urbana y la optimización del uso del suelo.

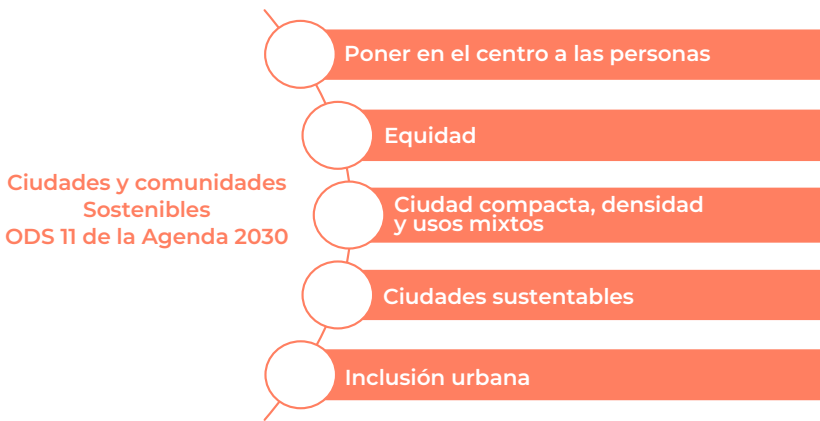
Esta idealizada visión de la densificación urbana ha sido defendida en innumerables trabajos de investigación, así como en instrumentos de política pública, casi como un mantra. En México, por ejemplo, la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (Sedatu) destaca la importancia del territorio como elemento clave para abordar las barreras al desarrollo en México, en particular en el contexto urbano donde reside la mayoría de la población.

La Sedatu propone para ello un cambio de paradigma urbano que sitúa a las personas y sus necesidades en el centro de las políticas públicas; además, enfatiza la relevancia de los planes y programas municipales de desarrollo urbano como herramientas de gestión territorial para potenciar las actividades económicas y mejorar las condiciones de vida de los habitantes, a partir de cinco principios y lineamientos, entre los cuales uno de ellos es el de ciudad compacta, densidad y usos mixtos (figura 1), que señala lo siguiente: “Se promueven ciudades densas, compactas y de usos mixtos, donde las personas no necesiten trasladarse grandes distancias para atender sus actividades y necesidades cotidianas, disminuyendo los traslados motorizados y, así, reduciendo la emisión de gases de efecto invernadero” (Sedatu, 2020, p. 9).

Sin embargo, cabe aclarar que la densificación urbana no está exenta de desafíos y complicaciones que ponen en duda la validez de la teoría de la ciudad compacta. Éste es un tema crítico que no reconoce la

Sedatu en sus lineamientos para elaborar planes municipales de desarrollo urbano.

Figura 1. Lineamientos simplificados para la elaboración de planes y programas municipales de desarrollo urbano



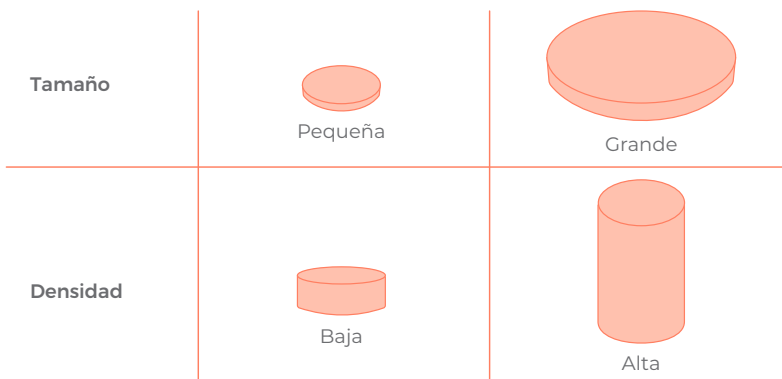
Fuente: Sedatu (2020, p. 9).

Uno de los principales problemas asociados con la densificación es la presión sobre la infraestructura existente, que puede conducir a la congestión del tráfico, la escasez de espacios verdes y la saturación de servicios públicos. Por otra parte, la densificación mal planificada puede dar lugar a la gentrificación y el desplazamiento de comunidades de bajos ingresos, lo que a su vez exacerbaría la desigualdad social y económica en las ciudades. Otro aspecto negativo de la densificación urbana es el aumento de la densidad de construcción, que puede tener impactos negativos en la calidad del aire, la disponibilidad de luz solar y la privacidad de los habitantes. Además, la falta de planificación adecuada puede resultar en un entorno urbano caótico y poco habitable que afecte la calidad de vida de los residentes.

En cualquier caso, el punto clave de este cuestionamiento es la vaguedad conceptual del término densificación urbana. Tendríamos que responder dos preguntas clave para lograr un objetivo tan relevante como lograr la sostenibilidad urbana en términos energéticos: ¿qué debemos densificar? Y, sobre todo, ¿cuánto tenemos que densificar?

En lo que concierne a la primera pregunta, cuando hablamos de densificar una ciudad, debemos tomar en cuenta que hay numerosos índices cuantitativos para medir el nivel dispersión-compacidad urbana con base en cuatro arquetipos fundamentales de forma urbana: tamaño, densidad, grado de igualdad en la distribución y grado de agrupamiento (figura 2). Cada una de estas formas urbanas puede tener repercusiones diferentes en los resultados de sostenibilidad que se pretenden alcanzar, sobre todo si consideramos de forma separada la concentración espacial de vivienda y de empleo. Por ejemplo, el tiempo de viajes hogar-trabajo en una ciudad con alta densidad urbana podría ser mayor a otra con una densidad menor, pero con una alta aglomeración en zonas de empleo. En cuanto a la segunda pregunta, la respuesta es aún más difícil, ya que el costo económico que implicaría una densificación profunda resulta prohibitivo para las ciudades, en especial para las del Sur Global.

Figura 2. Dimensiones de forma urbana y metropolitana





Fuente: Tsai (2005, p. 144).

Los dos puntos que acabo de comentar evidencian la vaguedad teórica, conceptual y, sobre todo, práctica de proponer de manera acrítica la densificación como una política de sostenibilidad urbana homogénea en todas las ciudades de México, sin estudiar antes el contexto económico, social y físico de las mismas y sin investigaciones previas que demuestren -mediante el cálculo de índices específicos- qué tipo de forma urbana sería el más adecuado.

Al respecto, es importante reconocer que las ciudades son sistemas complejos, caracterizados por una interconexión de elementos físicos, sociales, económicos y ambientales. En este sentido, la densificación urbana representa sólo una variable dentro de un sistema que incluye otras más y su impacto depende de una serie de factores interrelacionados.

La teoría de los sistemas complejos nos enseña que modificar una variable -como la densidad urbana- puede tener efectos imprevistos y no lineales en todo el sistema. Por lo tanto, si bien estamos de acuerdo en que la densificación urbana ofrece oportunidades significativas para mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de CO₂ en

las ciudades, es fundamental abordar este tema de manera integral, de modo que se consideren sus múltiples dimensiones, así como los actores involucrados en el proceso. Esto implica adoptar enfoques participativos y multidisciplinarios que integren consideraciones ambientales, sociales, económicas y culturales en la planificación y gestión urbana. Además, es crucial evaluar de forma constante el impacto de las políticas de densificación a través de monitoreo y retroalimentación, a fin de adaptarlas según sea necesario para garantizar resultados equitativos y sostenibles a largo plazo.

PRODUCCIÓN SOCIAL DEL ESPACIO

El estudio de la forma de la ciudad como un tema fundamental para mitigar los efectos del consumo excesivo de energía y sus emisiones derivadas se sustenta en la excesiva dispersión de las ciudades. De ahí que la densificación se haya planteado como el indicador clave para alcanzar ciudades compactas y sostenibles, aunque, como lo acabamos de señalar, este planteamiento se basa más en ideología que en realidades materiales, medibles y tangibles para su verificación.

Al respecto y, como lo señala de Landa (2017), las ciudades surgen y crecen mediante dos procesos básicos no necesariamente excluyentes, sino complementarios. El primero es un proceso de crecimiento espontáneo, sin planeación, acorde a la topografía del paisaje. El segundo es un proceso planificado, consciente y acorde a una visión o idea de orden.

Ahora bien, la forma que han adquirido las ciudades en las distintas etapas históricas de la humanidad ha estado atada a las posibilidades tecnológicas para transformar la energía disponible. La ciudad medieval, compacta y amurallada, que en muchos trabajos se plantea románticamente como el modelo de sostenibilidad para las ciudades del siglo XXI, fue consecuencia de la energía útil que se podía aprovechar del sol, el viento y la leña, así como de la energía mecánica de los carruajes y la movilidad peatonal hasta antes de las revoluciones industriales.

La construcción de grandes edificaciones verticales durante el siglo xx, ícono de la densificación urbana, pudo facilitarse gracias al invento del motor eléctrico aplicado a los elevadores que superaron en eficiencia a los elevadores de tracción hidráulica y de vapor. La ciudad dispersa, de la misma manera, pudo materializarse debido a la disponibilidad de petróleo barato para utilizarse en los vehículos con motor de combustión interna.

Esta visión realista-materialista, que por cierto rara vez se toma en cuenta en las investigaciones que conciernen a los estudios urbanos y ambientales, es fundamental para comprender el escenario de insostenibilidad actual que estamos viviendo y que queremos cambiar. Sin embargo, para ello, de manera paradójica, considero esencial incorporar una visión idealista que ha sido esencial para comprender los procesos de producción y uso del suelo urbano. Me refiero a lo que el sociólogo y urbanista francés Henry Lefebvre acuñó como *producción social del espacio*.

Para comprender esta idea hay que señalar que Lefebvre perteneció a un grupo de intelectuales neomarxistas que cuestionaron el marxismo real practicado en la Unión Soviética, tanto en su enfoque teórico como en su práctica. Una de las críticas principales de Lefebvre al marxismo fue su énfasis excesivo en la economía y la lucha de clases, a expensas de otras dimensiones importantes de la vida social y cultural. Podemos decir que Lefebvre incorporó el consumo a la teoría marxista al reivindicar la importancia de la vida cotidiana, el espacio urbano, la cultura y la subjetividad en la reproducción del sistema capitalista (Lefebvre, 2014); con ello, desarrolló un enfoque más amplio que incorporaba estas dimensiones y enfatizaba la importancia de entender cómo se construyen y experimentan las relaciones sociales en la vida diaria.

Otra crítica importante de Lefebvre al marxismo fue que había caído en un determinismo económico y en una teleología histórica, ya que tendía a ver el desarrollo histórico como un proceso lineal y predecible. Lefebvre, por el contrario, abogaba por un enfoque más dialéctico y abierto que reconocía la complejidad y la contingencia del cambio social.

Un concepto clave en la obra de Lefebvre es el de *producción social del espacio*, término que alude a una relación dinámica entre la sociedad y el entorno construido y que desafía la noción tradicional de que el espacio no es más que un contenedor neutro y pasivo de actividades humanas. Este enfoque rompe con la dicotomía entre lo social y lo espacial, y sugiere que ambas dimensiones están intrínsecamente entrelazadas en la producción y reproducción de la sociedad. El espacio no es sólo un resultado de la acción humana, sino que también influye en cómo se desarrollan las relaciones sociales y en la forma en que se experimenta la vida cotidiana.

Según Lefebvre, la producción social del espacio se lleva a cabo a través de tres procesos interrelacionados: la percepción, la representación y la apropiación. La percepción se refiere a cómo las personas experimentan y dan sentido al espacio en sus vidas cotidianas. La representación implica la forma en que el espacio se imagina y se simboliza a través de prácticas culturales, discursos políticos y medios de comunicación. La apropiación se refiere a cómo las personas y grupos sociales reclaman y transforman activamente el espacio de acuerdo con sus necesidades, deseos y poder relativo. Estos procesos son mediados por relaciones de poder y estructuras de clase, género y etnia, que influyen en quién tiene acceso y control sobre el espacio y quién se ve excluido o marginado.

Desde mi visión, este enfoque tiene profundas implicaciones en el estudio de la ciudad sostenible. Por un lado, el desarrollo urbano y la planificación del espacio están con frecuencia dominados por intereses económicos y políticos que priorizan el lucro y el poder sobre las necesidades y deseos de las comunidades locales, en detrimento también de factores ambientales. Por otro lado, y esto representa lo novedoso en este planteamiento, se debe considerar el poder que tienen las ideas y lo socialmente construido –percepción, representación y apropiación– para construir imaginarios urbanos idealmente sostenibles, pero que en realidad no lo son.

Es este peso teórico en el consumo –y no en la producción– lo que destaco en la obra de Lefebvre, ya que explica en gran medida la realidad urbana que estamos viviendo en pleno siglo XXI. Esta realidad se ha

manifestado en México y, en general, en la mayor parte del mundo, a través de modelos de urbanización que responden a lógicas extremadamente individualistas, incluso segregacionistas, como los fraccionamientos cerrados y los suburbios alejados de la ciudad que impiden la interacción social y fomentan un consumo exacerbado de combustibles para los viajes intraurbanos.

Cabe destacar que Lefebvre desarrolló su cuerpo teórico urbano entre finales de la década de 1960 y principios de la de 1970. Dichos aportes conforman la parte final de un ejercicio intelectual que inició con estudios rurales que abordaban la propiedad de la tierra, pasó después a estudios de la vida cotidiana y terminó en el tema señalado con obras de gran relevancia, como *El derecho a la ciudad*, *La producción social del espacio* y *La revolución urbana*. No obstante, Lefebvre fue un autor olvidado durante muchos años debido a las críticas suscitadas por autores que en la década de 1970 tenían una visión marxista más ortodoxa, como Manuel Castells y Dave Harvey, quienes no concibieron que el espacio pudiera adquirir una categoría ontológica como el capital o el trabajo lo tienen en la teoría marxista (Gottdiener, 2000; Soja, 2000; de Mattos, 2015).

Sin embargo, al traducirse su obra al inglés en la década de 1990, Lefebvre se convirtió en un autor fundamental en universidades y centros de investigación donde se abordan los estudios urbanos. Por ejemplo, Edward Soja formó parte de la escuela crítica de urbanismo en la Universidad de California en los Ángeles, la cual tuvo una profunda influencia de los trabajos de Henry Lefebvre.

Soja fue un sintetizador de las ideas de Lefebvre que unió con otros enfoques teóricos y metodológicos para ofrecer una comprensión más completa y crítica de los procesos urbanos. Uno de los conceptos centrales en la obra de Soja es el de *espacialidad*, con el que argumenta que la espacialidad urbana es el resultado de procesos complejos de producción social, que incluyen tanto la planificación y el diseño como las luchas sociales y las dinámicas económicas. Otro tema importante en los estudios urbanos de Soja es la noción de *justicia espacial* para criticar

las desigualdades socioespaciales en las ciudades contemporáneas y abogar por un enfoque que promueva tanto la equidad como la inclusión en el acceso a recursos, servicios y oportunidades urbanas.

Además, Soja desarrolló el concepto de tercer espacio, inspirado en la idea de Lefebvre de los espacios de representación. Este concepto refleja la idea de que el espacio urbano es un campo de lucha simbólica y política, donde diferentes grupos sociales disputan la representación y el significado del espacio. El tercer espacio es un espacio de encuentro y resistencia que desafía las narrativas dominantes y promueve la diversidad y la pluralidad en la ciudad.

Neil Brenner es un geógrafo urbano y sociólogo que ha incorporado categorías analíticas de Lefebvre en sus investigaciones, con las cuales ha contribuido de forma significativa al campo de los estudios urbanos con su enfoque crítico y transdisciplinario. Destaca en particular por su concepto de producción social del espacio y sus análisis sobre la urbanización como proceso histórico y social.

Uno de los conceptos clave desarrollados por Brenner es el de la *fábrica urbana*, que se basa en la noción de Lefebvre de que el espacio urbano no es un simple producto de la arquitectura o la planificación, sino que es el resultado de complejas interacciones sociales, económicas y políticas. Brenner amplía esta idea al argumentar que las ciudades contemporáneas son fábricas que producen no sólo bienes materiales, sino también relaciones sociales, identidades y paisajes simbólicos.

Además, Brenner trabajó en torno al concepto de implosión-explosión, influenciado por las reflexiones de Lefebvre sobre la expansión urbana y la producción de territorio. Este concepto sugiere que las ciudades contemporáneas experimentan al mismo tiempo tanto procesos de concentración -implosión- como de dispersión -explosión-. Por un lado, vemos una intensificación de la actividad económica y la densificación urbana en ciertas áreas, mientras que, por otro lado, se observa la expansión y fragmentación de las ciudades en regiones metropolitanas más amplias.

Brenner también contribuyó al análisis de la escala urbana, al destacar la importancia de comprender las ciudades como nodos interconectados en redes globales de poder, producción y circulación. En este sentido, su enfoque multiescalar busca trascender las fronteras tradicionales entre lo local y lo global, al reconocer la complejidad de los procesos urbanos en un mundo cada vez más interconectado.

En resumen, Henry Lefebvre ha dejado un legado duradero en los estudios urbanos con su obra innovadora y penetrante. Sus contribuciones teóricas, en particular su concepto de producción social del espacio, han sido fundamentales para comprender la interacción entre sociedad y espacio en el contexto urbano. Lefebvre desafió las concepciones convencionales del espacio urbano al argumentar que éste no es sólo un contenedor pasivo de actividades humanas, sino más bien un producto activo de relaciones sociales, económicas y políticas.

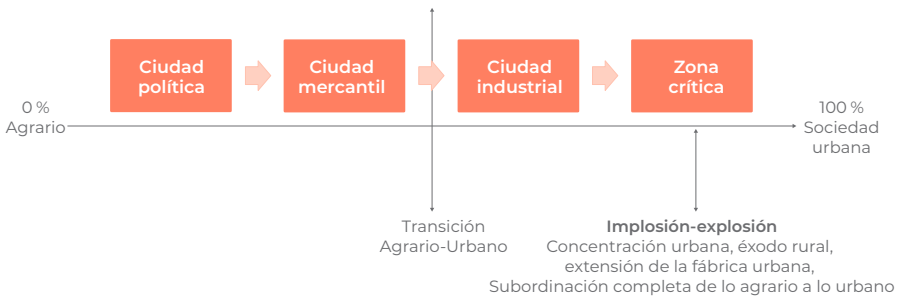
Ahora bien, a pesar de sus valiosos aportes, podemos señalar algunos vacíos en la teoría urbana de Lefebvre, sobre todo en referencia a su enfoque dialéctico enraizado en la tradición hegeliana, ya que limita su capacidad para desarrollar una visión materialista-energética que sea consistente desde una perspectiva ontológica. Por ejemplo, Lefebvre advierte que cada modo de producción ha producido un determinado tipo de ciudad, lo que históricamente ha cambiado de forma dialéctica de una ciudad política a una ciudad comercial, después a una ciudad industrial y por último a una sociedad urbana (figura 3). Cada tipo de ciudad ha expresado sus relaciones jurídicas, políticas e ideológicas (Lefebvre, 2003) y se ha expresado tanto en la forma como en la estructura de los diferentes tipos de ciudades.

El problema con esta visión es que cae en una abstracción e idealización que socava su capacidad para abordar de manera adecuada las realidades materiales y energéticas de las ciudades contemporáneas, lo cual conlleva a una suerte de fin de la historia que representa la sociedad urbana completa. Sin embargo, si algo hemos aprendido de la historia es que ésta nunca acaba, por lo cual cabría pensar que pueden

existir distintas formas de urbanización en el futuro. Por ejemplo, cabría preguntarse cuáles serán los efectos de la inteligencia artificial en el espacio urbano. ¿Seguirán prevaleciendo las grandes ciudades como predice Lefebvre? ¿O surgirán, por el contrario, nuevas redes de ciudades medias o intermedias en detrimento de las megalópolis? ¿Habrá nuevas villas urbanas-rurales? O más aún, ante la omnipresencia de lo virtual, ¿importará el espacio en el futuro?

La respuesta a estas preguntas es que no sabemos, pero lo que sí sabemos es que la sociedad urbana, como la conceptualiza Lefebvre, no será el fin de la historia. La complejidad de lo social y lo urbano sólo nos permite inferir que habrá nuevos procesos emergentes que derivarán en algo imposible de predecir.

Figura 3. Proceso de urbanización



Fuente: Lefebvre (2003, p. 482).

Como alternativa complementaria a la teoría urbana de Lefebvre se pueden explorar las nociones neomaterialistas del filósofo mexicano Manuel de Landa. Este autor propone un enfoque más dinámico y materialista que se basa en la ontología de los procesos y en la teoría de los sistemas complejos. Su enfoque reconoce la importancia de comprender las ciudades no sólo como entidades espaciales, sino también como

sistemas energéticos dinámicos. Al centrarse en los procesos materiales y energéticos que subyacen a la producción y transformación del espacio urbano, este enfoque puede ayudar a superar las limitaciones del enfoque dialéctico hegeliano y proporcionar nuevas herramientas analíticas para comprender y abordar los desafíos urbanos contemporáneos, como el cambio climático y la sostenibilidad energética.

De Landa se centra en la idea de que los sistemas complejos –como las ciudades, los organismos vivos o los fenómenos sociales– son el resultado de procesos de autoorganización y emergencia que trascienden la estructura material subyacente. En su obra *Una filosofía de la diferencia: hacia una ontología del acontecimiento* (2006), De Landa explora cómo los procesos de diferencia y multiplicidad dan lugar a nuevas formas de organización y complejidad en la naturaleza y la sociedad. De esta manera cabe preguntarnos ¿cuáles son los procesos de autoorganización y de emergencia que pueden surgir en las ciudades, comunidades, barrios o grupos de ciudades mexicanas en un determinado espacio y tiempo determinado para adaptarnos a la realidad energética y climática del siglo XXI? Ésta es una de las principales preguntas que, a manera de estrategia heurística, tendremos que plantear para hacer una ciencia consistente con la realidad urbana nacional en los próximos años.

POSIBLES LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con lo comentado hasta ahora, el estudio de las ciudades en el siglo XXI exige una revisión crítica de los enfoques tradicionales que han considerado la densificación urbana como el indicador principal para mejorar la sostenibilidad energética y climática. Si se reconoce que la densificación puede ser una estrategia relevante, centrarse sólo en ella puede llevar a una visión reduccionista que no refleje la complejidad de los desafíos urbanos contemporáneos.

Es crucial dejar atrás este enfoque unidimensional y dirigir nuestra atención hacia la identificación y análisis de los procesos emergentes que

surgen de la realidad material y energética en las ciudades mexicanas. Al considerar estos procesos, es fundamental también tener en cuenta la construcción social que se desarrolla en función de las relaciones sociales específicas que se dan en un espacio y tiempo determinado. Las ciudades son lugares donde convergen diversas dinámicas sociales, económicas y culturales, y estas interacciones moldean tanto el paisaje urbano como las condiciones de vida de sus habitantes. Ignorar este aspecto social puede llevar a soluciones incompletas o incluso contraproducentes en la planificación y gestión urbana.

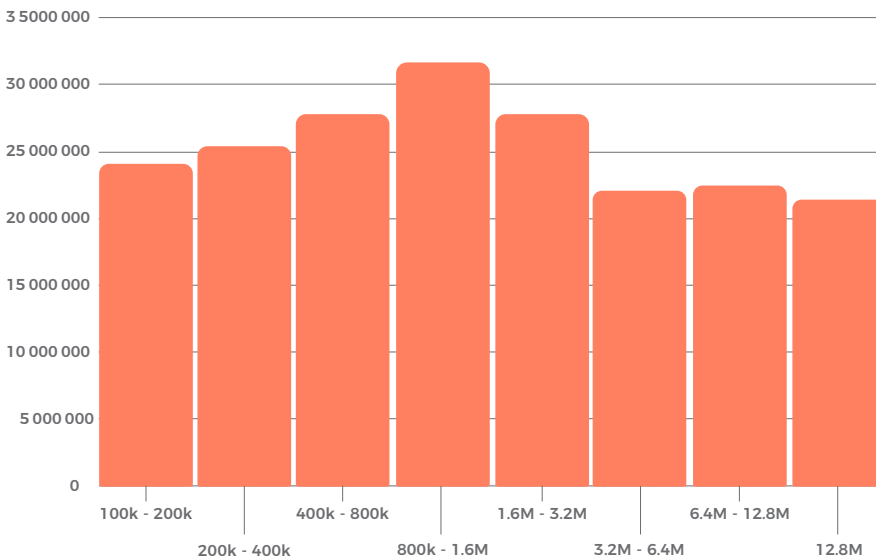
Por lo tanto, el Pronace ECC debe incorporar esta propuesta para futuras investigaciones en entornos urbanos. Es necesario que los esfuerzos de investigación se centren en comprender los procesos complejos que están en juego en las ciudades mexicanas y en desarrollar estrategias adaptadas a estas realidades dinámicas y multifacéticas. Esto implica abordar una amplia gama de temas, desde la movilidad urbana y la gestión de recursos hasta la inclusión social y la resiliencia ante el cambio climático. Además, es crucial adoptar un enfoque interdisciplinario que integre conocimientos y metodologías de diversas disciplinas, como la sociología, la economía, la ecología y la planificación urbana. Sólo de esta manera podremos desarrollar soluciones integrales y sostenibles para abordar los desafíos complejos que enfrentan las ciudades mexicanas en el siglo XXI.

DIFERENCIACIÓN

La ciencia urbana en México se enfrenta al desafío de reconocer y comprender la diversidad de ciudades en cuanto a su forma, tamaño y estructura. Esto es fundamental para comprender los diferentes problemas y desafíos que enfrentan las comunidades urbanas en todo el país. El análisis de esta diversidad puede proporcionar ideas valiosas para el desarrollo de políticas y estrategias urbanas adaptadas a las necesidades específicas de cada contexto urbano.

En esta línea, la figura 4 presenta una división de las ciudades mexicanas en ocho rangos diferentes según su población. Estos rangos van desde ciudades pequeñas con una población de 100 mil a 200 mil habitantes, hasta ciudades metropolitanas con más de 12.8 millones de habitantes.

Figura 4. Población urbana por rango de ciudades



Fuente: elaboración propia con datos de Inegi (2021).

A pesar de la gran diferencia en el tamaño de estas ciudades, es importante destacar que el total de población urbana en cada rango es relativamente similar. Esta distribución uniforme de la población urbana resalta la importancia de considerar las características y estilos de vida específicos de cada tamaño de ciudad al abordar problemas urbanos. Por ejemplo, en las ciudades más pequeñas, de 100 mil a 200 mil habitantes, hay una población total de 24 millones de personas, las cuales pueden

enfrentar desafíos relacionados con la accesibilidad a servicios básicos como la salud y la educación, así como con la disponibilidad de empleo y vivienda asequible.

En contraste, en la zona metropolitana de la Ciudad de México viven alrededor de 21 millones de personas que cada día enfrentan problemas de congestión de tráfico, contaminación ambiental y acceso desigual a recursos y oportunidades. Además, la diversidad en la estructura urbana también influye en los patrones de movilidad, la disponibilidad de transporte público y las opciones de vivienda. Mientras que en las ciudades más pequeñas es posible que la movilidad peatonal y los vehículos privados sean más predominantes, en las ciudades más grandes es probable que exista una mayor dependencia del transporte público masivo y eficiente.

El punto clave aquí es reconocer que los estilos de vida urbana, y sus problemas específicos difieren de acuerdo con el tamaño de las ciudades, por lo cual debemos reconocer esta diferenciación para proponer soluciones a dichos retos. Por lo tanto, la investigación en ciencia urbana debe tener en cuenta esta diversidad y adaptarse a las particularidades de cada tipo de ciudad. Esto implica desarrollar estrategias de planificación urbana y políticas públicas que sean específicas y contextualizadas, en lugar de aplicar soluciones estándar que pueden no ser adecuadas para todas las ciudades. Sólo mediante un enfoque centrado en la diversidad urbana se pueden abordar de manera efectiva los desafíos urbanos, así como promover un desarrollo urbano sostenible y equitativo en todo México.

REDES DE CIUDADES.

COMPETITIVIDAD VS COOPERACIÓN

La aplicación de la teoría de redes de ciudades en México es de gran relevancia científica y práctica para abordar los desafíos de competitividad urbana y promover un desarrollo sostenible equilibrado en el territorio. Esta teoría se basa en entender las ciudades como nodos interconectados en una red, donde las relaciones entre ellas tienen un impacto significativo

en su desarrollo económico, social y ambiental (Taylor, 2001; Almanza, 2016). Analizar de manera crítica los procesos de competitividad urbana a través de la lente de las redes de ciudades permite comprender cómo las interacciones entre diferentes centros urbanos influyen en su capacidad para atraer inversiones, generar empleo, innovar y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Esta perspectiva ayuda a identificar patrones de colaboración y competencia entre ciudades, así como a comprender cómo estas dinámicas afectan la distribución de recursos y oportunidades a lo largo del territorio.

Además, la teoría de redes de ciudades también ofrece una oportunidad para pensar en mecanismos de cooperación interurbana que fomenten un desarrollo sostenible y equilibrado. Al entender las ciudades como parte de una red, se pueden identificar áreas de complementariedad y sinergia entre ellas, así como diseñar políticas y estrategias de desarrollo que promuevan la colaboración y la coordinación entre diferentes centros urbanos que trasciendan la noción omnipresente de competitividad. Por ejemplo, Almanza (2016) señala que la desigualdad socioeconómica ha exacerbado las divisiones dentro de la estructura y el funcionamiento del sistema urbano del país, sobre todo entre las zonas norte, centro y sur. Ante esta realidad, el enfoque de redes de ciudades puede ser valioso para analizar estrategias de desarrollo regional que sean energéticamente sostenibles.

Sin embargo, es importante destacar que la investigación en redes de ciudades aún no ha sido del todo explorada en México. Aunque existen algunos estudios y proyectos que han comenzado a aplicar esta perspectiva, aún queda mucho por hacer para comprender con plenitud las dinámicas de interconexión y cooperación entre ciudades en el contexto mexicano. Por lo tanto, es necesario fomentar y apoyar la investigación en esta área, tanto a nivel académico como en políticas públicas. Esto incluye la realización de estudios empíricos que analicen la estructura y dinámica de las redes de ciudades en México, así como el desarrollo de herramientas y metodologías específicas para evaluar la competitividad

y la cooperación interurbana. Para avanzar hacia un desarrollo urbano más equitativo, sostenible y resiliente en todo el país se requiere un enfoque integral y multidisciplinario en las redes de ciudades.

CONCLUSIONES

El Pronace ECC de México se ha enfocado en cuatro áreas prioritarias para facilitar una transición energética equitativa y sostenible: movilidad; eficiencia energética y uso de energía renovable en la industria; desarrollo de sistemas energéticos sostenibles en zonas rurales y promoción de la democratización energética y la generación comunitaria. Este enfoque ha llevado a la financiación de 15 Pronaii que buscan impulsar la movilidad eléctrica, reducir el uso de combustibles fósiles y promover sistemas energéticos participativos en comunidades rurales, entre otros objetivos.

La reorientación de la política científica en México hacia la integración de la ciencia con saberes tradicionales y locales refleja un cambio significativo en la visión del Conahcyt para abordar de manera integral las problemáticas nacionales relacionadas con la energía y el cambio climático.

Sin embargo, este enfoque ha omitido en gran medida la dimensión espacial y territorial de las ciudades, a pesar de que son cruciales para el consumo de energía y la generación de emisiones de gases de efecto invernadero. La mayoría de los proyectos se concentran en entornos rurales y dejan de lado el impacto significativo que las ciudades tienen en la demanda de energía y en las inequidades económicas, sociales y ambientales. Este capítulo propone una reflexión sobre la ciencia urbana y destaca la necesidad de adoptar marcos teóricos y metodológicos que reconozcan las particularidades de las ciudades mexicanas y del Sur Global para avanzar hacia un desarrollo sostenible que incluya la densificación urbana como un aspecto, pero no el único, a considerar.

Por estas razones, se sugiere una diversificación en las líneas de investigación, con un enfoque en procesos complejos urbanos, la construcción social de las ciudades y la diversidad de formas, tamaños y estructuras

urbanas. La teoría de redes de ciudades se presenta como un enfoque prometedor para entender la interconexión y cooperación entre ciudades, ya que puede facilitar un desarrollo urbano más equitativo y sostenible. Este análisis crítico recalca la importancia de un enfoque interdisciplinario e inclusivo que aborde los desafíos urbanos contemporáneos y que proponga un camino hacia una investigación y políticas públicas adaptadas a la diversidad y complejidad de las realidades urbanas en México.

REFERENCIAS

- Almanza, A. S. (2016). Sistema de ciudades y redes urbanas en los modelos económicos de México. *Problemas del desarrollo*, 47(184), 7-34.
- Angel, S. (2012). *Planet of Cities*. Lincoln Institute of Land Policy.
- Brenner, N., Marcuse, P. y Mayer, M. (2009). Cities for People, not for Profit. *City*, 13(2-3), 176-184.
- Brenner, N. (2019). *New Urban Spaces: Urban Theory and the Scale Question*. Oxford University Press.
- De Landa, M. (2013). *Intensive Science and Virtual Philosophy*. Bloomsbury Publishing.
- De Landa, M. (2017). *Mil años de historia no lineal*. Editorial Gedisa.
- De Mattos, C. A. (2015). Lefebvre, producción del espacio, revolución urbana y urbanización planetaria. En C. A. de Mattos y F. Link (eds.), *Lefebvre revisado: capitalismo, vida cotidiana y el derecho a la ciudad*. RIL editores.
- Gobierno de México (2018). *Sistema Urbano Nacional 2018* (pp. 24-38). <https://www.gob.mx/conapo/documentos/sistema-urbano-nacional-2018>
- Gottdiener, M. (2000). Lefebvre and the Bias of Academic Urbanism: What Can We Learn from the 'New' urban Analysis? *City*, 4(1), 93-100.
- Hillman, M. (1996). In Favor of the Compact City. En M. Jenks, E. Burton y K. Williams (eds.), *The Compact City: A Sustainable Urban Form* (pp. 36-44). Spon Press.
- Lefebvre, H. (2014). The Production of Space. En J. J. Gieseking, W. M. Cindi Katz, S. Low y S. Saegert (eds.), *The People, Place, and Space Reader* (pp. 289- 293). Routledge.

- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (Sedatu) (2020). *Somos ciudades*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/577115/Somos_ciudades.pdf
- Soja, E. W. (1998). Thirdspace: Journeys to Los Angeles and Other Real-and-Imagined Places. *Capital & Class*, 22(1), 137-139.
- Soja, E. W. (2000). *Postmetropolis: Critical Studies of Cities and Regions*. Wiley-Blackwell.
- Soja, E. W. (2005). *Seis discursos sobre la postmetrópolis. Lo urbano en 20 autores contemporáneos*. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Taylor, P. J. (2001). Specification of the World City Network. *Geographical Analysis*, 33, 181-94.
- Tsai, Y. H. (2005). Quantifying Urban Form: Compactness Versus 'Sprawl'. *Urban Studies*, 42(1), 141-161.

9. Las mototaxistas de Guerreras Fénix: entrevista con Verónica Ocaña Domínguez¹

Sandra Rátiva-Gaona

Verónica Ocaña Domínguez es la secretaria general de Guerreras Fénix, un grupo de 40 mujeres que conformaron una asociación civil para ofrecer servicios de mototaxi. Su iniciativa se incorporó, en el marco del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC), al Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Movilidad urbana-rural integrada e innovación en electromovilidad en Yucatán”, coordinado por la Universidad Modelo.

Verónica, podrías contarme, por favor, ¿cómo se organizó la asociación y cómo llegaste tú a convertirte en una mototaxista?

Pues, mira, Guerreras se fundó en 2019. Una servidora fue la fundadora y cuando inicié sólo estábamos yo y dos compañeras más a las que les platicué del proyecto y decidieron unirse. Después de que se hizo el proyecto nos fuimos reuniendo con más compañeras mujeres porque lo primero que vi, por lo cual yo me convierto en mototaxista, es la necesidad del transporte.

¹ Entrevista realizada el 16 de febrero de 2024.

Tenías que caminar hasta 10 o 15 cuadras para tomar un mototaxi porque no pasaban las combis. Entonces era muy difícil, tanto para salir a trabajar, como para llevar a los hijos a la escuela. De ahí nace la idea de hacer una organización, pero formada y constituida con reglamentos y normas, como si fuéramos transporte de combis o de camiones.

Y entonces, ¿desde 2019 hasta hoy han crecido hasta llegar a ser 40 mujeres?
No, en 2019 nos conformamos, pero no nos permitieron dar el servicio. Hace dos años –en 2021– apenas se nos permitió empezar.

Primero, cuando iniciamos, éramos 12 compañeras. De ahí se fueron sumando hasta la cantidad de ahorita, que somos 40 compañeras. Con el grupo que se formó hemos logrado hacer una diferencia, creo, entre las diferentes opciones de transporte, porque la mayoría de los compañeros transportistas son varones. Nosotras hemos implementado lo que le hace mucha falta al servicio de mototaxis: portar un uniforme, traer tu unidad que se identifique con tu nombre y con el color de tu asociación, tener a la vista un reglamento de los precios y contar con una credencial donde viene la fotografía de la persona que te da el servicio, así como su número de teléfono y su correo electrónico.

Todos esos detalles se fueron formando paulatinamente. Lo que apenas logramos en 2023 fue que todas las compañeras tengan IMSS y derecho al Infonavit. Es decir, estamos hablando ya de una empresa como tal, donde ya no tengo la necesidad de salir a buscar otro trabajo a una zona industrial para conseguir el seguro o para tener mi casita, porque el ser mototaxista aquí ya me da estos beneficios.

Fotografía 1



El primer mototaxi eléctrico de Guerreras Fénix. **Foto:** Azucena Silva Norman.

Verónica, ¿y por qué sólo mujeres?

Porque, la verdad, llevo nueve años siendo mototaxista y lo que he visto es que las mujeres somos más cuidadosas para ir por los niños a la escuela, cuando hacemos el compromiso de ir a buscar a una persona al trabajo o para llevarlas a hacer las compras. Por ejemplo, iniciamos en plena pandemia y la gente confiaba en darnos su dinero para hacer el súper, regresar y traer todos los insumos.

Entonces, por eso me convencí de que fueran mujeres. Aparte, por la necesidad, porque aquí en este trabajo no descuidas ni tu hogar, ni tus hijos, ni tu familia. Tú te organizas en el horario de trabajo. Llevas a los niños a la

escuela, te quedas trabajando, vas a la escuela por ellos, regresas a tu casa, haces la comida, comes con ellos y vuelves a salir a trabajar. Entonces, el horario lo manejamos nosotras. Por eso yo opté por que fueran mujeres. Porque nosotras en nuestro hogar somos todo para nuestros hijos: tenemos que ir a las reuniones, llevarlos al festival, ir a comprar, a cocinar... Somos todólogas y tenemos todos los títulos.

Empezaste diciendo que decidiste ser mototaxista por el mal funcionamiento del transporte ¿Por qué el transporte es un problema?

Es un problema porque las combis o los camiones que entran sólo lo hacen por las calles principales. Estoy hablando de un fraccionamiento de más de seis mil habitantes. Imagínate desde qué parte tienes que caminar para tomar un transporte que no pasa a la puerta de tu casa. Imagínate cuando vas a hacer las compras, lo que tienes que cargar y cuántas cuadras vas a caminar. Ése ha sido un problema, y no nada más en este fraccionamiento, sino en muchos otros, porque nada más aquí en Umán somos más de cinco mil mototaxistas, entre comisarías y fraccionamientos.

Verónica, la siguiente pregunta tiene que ver con la relación entre este problema y el Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii). ¿Podrías contarnos cómo llegaste al proyecto o cómo llegó el proyecto a ustedes?

Mira, el proyecto llega a nosotras por medio de la Universidad Modelo, que estaba buscando entre las comisarías y los fraccionamientos a mototaxistas que manejaran una moto que tenían ellos en el proyecto.

Al llegar con nosotras se dieron cuenta de la manera en que estamos constituidas y nos platicaron de este programa. A partir de ese momento nosotras decidimos hacer un proyecto que fuera tal cual como lo llevaban en la universidad. También hemos logrado esa conexión, que la misma Universidad Modelo nos solicite a nosotras trabajar en conjunto y firmar un convenio de colaboración. Es lo que Guerreras hizo con la universidad. La universidad nos ofrece todos los espacios que tiene y nosotras le ofrecemos a la universidad los espacios que tenemos. Y nos sentamos con la

universidad, porque a veces puedes escribir un texto, pero la gente no lo entiende porque son dos lenguajes muy distintos: el que te estoy diciendo yo y el de las universidades. Entonces creo que por eso hemos aprendido a trabajar muy bien con la universidad.

Fotografía 2



Foto: Pronaii “Movilidad urbana-rural integrada e innovación en electromovilidad en Yucatán”.

¿Cuáles son los objetivos del proyecto que ustedes adoptaron?

Mira, el objetivo fue la conversión eléctrica de las unidades que finalmente se logró hacer. Era una idea que tuvimos por años. Como quien dice, algo que me rondaba en la cabeza, pero a todo aquel a quien le practicaba lo primero que pensaba era: “Ay, estás loca. ¿Cuándo vas a lograr hacerlo realidad? ¿Por qué es importante hacerlo?” Porque veo el daño que le hacemos al medio ambiente. Es un daño terrible.

Cada mes, una unidad gasta dos litros de aceite, dos bujías, un filtro, más el gasto del mecánico. Estamos hablando de que al año nosotras gastamos más de 90 mil pesos. Al hacer la primera conversión, ¿qué fue lo primero que encontré? Que de un gasto del 100% sólo gastaré el 10% con la mototaxi eléctrica.

Pero veo también otros grandes problemas, porque nos hemos sentado a platicar con empresarios para buscar la manera de crecer, ¿no? Uno, las unidades eléctricas nuevas están demasiado caras. Dos, ¿qué vamos a hacer con las unidades que ahora tenemos? La opción que yo veo es hacer las conversiones eléctricas. Y a nosotras nos beneficia porque las unidades ya las tenemos, sólo hacemos la conversión. Además, lo más importante es que no le vamos a hacer daño al medioambiente porque esas unidades no las vamos a tirar, las vamos a reutilizar.

¿Y tienes una idea de más o menos cuánto es el costo de la conversión por unidad?
Sí, más o menos. Para hacer una conversión eléctrica al 100% con todo nuevo, nos gastamos lo de un año en tirar aceite: 90 mil pesos.

¿Entonces tardan como un año para llegar al punto de retorno de la inversión?
Exactamente. Mira, ahora que se hizo la primera conversión yo puedo ahorrar un año para hacer la de otra unidad porque ya no tengo esos gastos. Eso es algo muy provechoso para nosotras en economía.

Y además de eso, ustedes están aprendiendo de energía eléctrica y de energía renovable.

Así es. Antes de poder hacer esa conversión no teníamos ni idea de lo que eran los amperios o lo que era la electricidad directa. Hay motores de electricidad directa y no teníamos ni idea de eso. Todo lo fuimos aprendiendo en el camino, pero nos dimos cuenta de que para hacer una conversión no se necesita tanta fuerza como para quitar un motor de gasolina. Para armarlo no. Sólo hay que ir poniendo las piezas y es mucho más fácil.

Interesante. Entonces, hay varios frentes en los que está avanzando el proyecto. Una necesidad de trabajo, es decir, está cualificando todavía más el trabajo que ustedes ya habían organizado como mototaxistas, pero también está atendiendo el problema del transporte público como tal. Por otra parte, también está

permitiendo que ustedes adquieran una serie de conocimientos y capacidades que las fortalece como transportistas, ¿correcto?

Así es. Imagínate si nosotras pudiéramos hacer no nada más la conversión de la unidad, sino también fabricar nosotras mismas las baterías de litio, porque no las hay. Hay que pedir las. Imagínate que pudiéramos tener una ensambladora también con mujeres. Ya sería un megaproyecto, así te lo pongo. ¿Cuánto empleo se podría generar?

Claro. Y en esa misma línea de ideas, yo te percibo a ti con mucha claridad sobre el proyecto y sobre las necesidades. Entonces, cuéntanos, ¿cómo se han vinculado las demás compañeras transportistas o, en general, digamos, toda la asociación como colectividad con el proyecto?

Al inicio, para hacer el primer prototipo sólo nos pudimos capacitar dos compañeras. Karen, que es la mecánica de las motos de gasolina, y una servidora. Ahora que nos dieron la capacitación y que hicimos nosotras la conversión, vamos a empezar a capacitar a seis compañeras. De seis en seis. ¿Por qué? Porque están muy interesadas en aprender lo que nosotras aprendimos. Entonces, les vamos a pasar el conocimiento.

Fotografía 3



Firma de convenio de colaboración entre la Universidad Modelo y Guerreras Fénix.
Foto: Pronaii “Movilidad urbana-rural integrada e innovación en electromovilidad en Yucatán”.

Verónica, eso es lo que ha ocurrido al interior de la asociación civil, ¿no? Pero, por ejemplo, ¿cuál es la vinculación de Guerreras Fénix con la ciudadanía en general, con la unidad residencial? ¿Ustedes participan en reuniones del ayuntamiento? ¿Están ahora mismo proponiéndole este nuevo modelo a autoridades o a otro tipo de actores para que se amplíe? ¿Cómo ven ustedes ese asunto?

Nos hemos sentado con el Gobierno para presentarles una propuesta de conversión de los mototaxis, porque la inversión es fuerte y entonces tiene que entrar el Gobierno. Yo soy de las que pienso que, si el Gobierno nos da un subsidio, nosotras podemos hacer esas transformaciones.

También nos hemos encontrado con empresarios a quienes les hemos platicado sobre el proyecto para que también se vayan sumando, porque la idea es que trabajemos la ciudadanía con el mismo Gobierno para alcanzar la meta de las conversiones.

Y bueno, digamos que, si ése es el propósito, ¿qué respuestas han tenido? ¿Qué les han dicho?

¿Qué te puedo decir? Todos nos escuchan y nos dicen que sí, pero yo no necesito que me digan “sí”, necesito que me digan “aquí está el aporte para hacer esas conversiones”. Eso es lo que estamos terminando de afinar para ver si obtenemos más apoyo por medio de programas como el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), que ha sido uno de los que a nosotras nos han apoyado muchísimo en esta conversión.

Una pregunta difícil: dices que hay cinco mil mototaxistas en total en la ciudad... Eso habla de la necesidad de un transporte mucho más adecuado, porque ni las combis, ni los camiones resuelven el problema, ¿verdad? Y dices que en un año se alcanza el punto de retorno de la inversión para la conversión de las unidades. Pero si se está pensando también en solicitar un apoyo, un subsidio o un incentivo de parte del Estado, ¿en ese caso no sería mejor comprar unidades que ya fueran completamente eléctricas?

Mira, una unidad eléctrica vale casi 280 mil pesos, y una conversión me sale en 90 mil. Nosotras ya tenemos las unidades. Yo propongo que el gobierno aporte el capital para hacer las conversiones, no que nos las regalen, que nos dé un préstamo. Así como sacamos las unidades por medio de financieras que se dedican a dar esos pequeños préstamos, que lo haga el gobierno para hacer nosotras mismas la conversión de cada unidad. Así lo miro yo. ¿Por qué? Porque si me traen cinco mil motos eléctricas nuevas, ¿qué hago con las cinco mil que ya están? Imagínate el daño que le voy a hacer al planeta, porque todo eso se va a arrumar.

Fotografía 4



Visita de seguimiento en torno a los avances y dificultades del proyecto. Nota: Verónica Ocaña platica con el comité ejecutivo del Pronace Ecc. **Foto:** Azucena Silva Norman.

Verónica, ¿y qué opinan los mototaxistas de otros grupos? Me estás contando de ustedes que son una asociación, Guerreras Fénix, pero los demás mototaxistas en la ciudad, ¿están organizados? ¿Ellos cómo ven este proyecto?

De 20 grupos que hay, sólo nosotras estamos organizadas de acuerdo con lo que pide el Gobierno. Es lo más difícil. Si el Gobierno dice “está bien, te voy a apoyar, pero tienen que estar completamente constituidos”, ahí es donde va a venir el problema. Los demás se organizaron y manejan un grupo, pero no tienen un acta constitutiva, no están inscritos en el Registro Público, les faltan varias cosas a los compañeros. Conmigo se han acercado, hemos platicado y les digo que el primer paso es constituirse, porque si no se constituyen no van a llegar a ningún programa. Si nosotras no estuviéramos constituidas, ¿me podrían dar algún apoyo?

Claro, es muy difícil para los fondos públicos.

Exacto. Ése es el problema que más tenemos, porque, aunque seamos cinco mil, yo sólo puedo demostrar que 40 están constituidas y los otros no existen legalmente. Conforme a la ley, si no estás en regla, no existes para el Gobierno.

Verónica, para las personas que van a leer esta entrevista y considerando que el Pronaii “Movilidad urbana-rural integrada e innovación en electromovilidad en Yucatán” lleva tres años de trabajo con el Conahcyt, ¿podrías resumirnos cómo empezó el proyecto? ¿Qué vino después y qué han hecho en orden cronológico?

Claro que sí. En el primer año una servidora y dos mujeres más comenzamos e invitamos a más compañeras. Llevamos a cabo reuniones para explicarles cuál era el proyecto de Guerreras Fénix y los beneficios que podíamos tener por ser mujeres; y así fuimos avanzando. El segundo año tuvimos que hacer los trámites de constitución, pagar los derechos del nombre y del color, así como la inscripción ante el Registro Público, hasta lograr obtenerlos.

El tercer año fue lo máximo. Logramos lo más difícil: poder contar con una contadora. ¿Por qué? Porque necesitábamos un sueldo para ella porque es quien tiene que declarar ante el SAT todo lo que nosotras hacemos.

Además, tuvimos que ir a capacitaciones de vialidad, de primeros auxilios en caso de tener un accidente y para saber qué hacer en caso de que se incendiara una moto, porque no es fácil.

Cuando iniciamos fue muy difícil porque, al platicar del proyecto que teníamos, al principio no lo creían. El segundo paso que más nos ha costado es conseguir el dinero para seguir haciéndolo. Por eso fuimos comprando los componentes por partes y usados, porque no nos alcanzaba para nuevos. Y lo más duro, creo, es que un compañero hombre reconozca la idea de que una mujer puede hacer una conversión, que lo vea y que lo acepte.

Ahorita que ya se hizo el primer prototipo, pueden ver que no les estábamos mintiendo. Es real. Ya está, ya se maneja, ya lo puedes ver, lo puedes palpar, lo puedes tocar, lo puedes correr y te vas a admirar de cómo se pudo hacer una conversión de una unidad totalmente de gasolina a eléctrica, que es lo más sorprendente.

Eso fue lo más difícil, pero en lo personal para mí es lo más emotivo. Creo que es un primer paso al que sí nos costó llegar, pero aquí estamos y yo le diría a la gente que lea esto que crea en los proyectos, que le apueste a la mejoría del medioambiente, porque si no hacemos algo ahorita no vamos a conseguir que nuestros hijos o nuestros nietos o nuestros bisnietos logren respirar un aire que sea puro o al menos parecido al que todavía tenemos ahorita. Creo que eso ha sido el detonante más fuerte que nos ha hecho movernos a nosotras.

Lo que nos va a tocar en adelante es conseguir que el resto de las unidades logren alcanzar la conversión que ya se hizo con la primera. Creo que éste va a ser un reto muy importante porque es donde se requiere la aportación del gobierno o de los empresarios.

Voy a hacerte una pregunta un poco más académica, pero vale mucho la pena conocer tu opinión. ¿Le puedes contar a las personas, desde tu propia experiencia, cuál es la relación entre el transporte y la energía? ¿Cuál sería esa relación que se vuelve problemática y que se puede resolver o intentar mitigar con este tipo de proyectos?

¿Cuál es la relación entre el transporte y la energía? Ahí sí me la pusiste difícil...

A ver cómo te sale.

Yo creo que la contaminación que producimos nosotras con las unidades, por el humo y el aceite, es uno de los problemas más importantes. En cuestiones de la energía, destaca mucho la economía, porque una moto eléctrica se carga con 20 pesos al día, y lo que gastamos nosotras en gasolina son 180 pesos diarios. Entonces, creo que este proyecto va de la mano de cuidar el medioambiente, pero también para nosotras es muy redituable. Los ahorros nos sirven para cuestiones de nuestros hijos, para que puedan terminar una carrera, para que puedan estudiar y para que sean también un aporte más a la economía de la casa, porque ahorita con el sueldo que hay no alcanza para mucho. Creo que esos serían los aspectos importantes de la relación entre el transporte y la energía: la contaminación y la economía.

La última, porque me da curiosidad y quería preguntarte. Incluso sabiendo que es difícil que los compañeros se organicen, conociendo las dificultades que hay en el gremio y las dificultades para acceder a los fondos públicos, ¿crees que es un proyecto que se puede replicar? ¿Crees que esta iniciativa puede enamorar a otras personas o a otras transportistas?

Estoy convencida de que sí. Espero que este proyecto sea el inicio de una transformación a nivel municipal, estatal o hasta nacional. Para mí es como iniciar algo. Claro que nos va beneficiar en el transporte y no nada más en las mototaxis, sino también en taxis, combis, camiones... Ahorita en otros lados ya las hay totalmente eléctricas.

Bueno, Verónica, esto cubre las preguntas que tenía preparadas. ¿Consideras que vale la pena decir algo más?

Yo creo que la gente debe conocer la capacidad que tenemos para hacer las cosas, pero lo más importante es recordarle a quienes lean esta entrevista

que entre más donaciones haya para esta clase de proyectos, no nada más sobre la conversión de mototaxis, sino sobre el cambio climático en general, más estaremos aportando, además de dejar de tirar tanta basura, dejar de contaminar... Esta iniciativa responde apenas a una espinita de lo mucho que estamos destruyendo el planeta, y yo espero que ojalá más gente se una a diferentes proyectos que se hacen para beneficio de la humanidad.

Fotografía 5



Karen Aldape, encargada del mantenimiento mecánico de las unidades, se prepara para realizar un recorrido muestra. **Foto:** Azucena Silva Norman.

10. Del neoliberalismo en México a la investigación en electromovilidad: la experiencia de Potencia Industrial

Carlos F. Gottfried J.

TIEMPOS DE NEOLIBERALISMO Y EL FIN DE LA INDUSTRIA MEXICANA

El neoliberalismo comenzó en México a mediados de la década de 1980, pero no fue sino hasta finales de dicha década que cobró importancia. Esto ocurrió en especial durante el sexenio de 1988 a 1994, para el cual se había propuesto la apertura gradual de la frontera a lo largo de los seis años. Sin embargo, en menos de seis meses se permitió la entrada indiscriminada de casi todos los productos, algunos libres de impuestos.

Mientras tanto, en México el peso se sobrevaloraba casi en un 300%. Esta paridad se mantuvo a un gran costo social, ya que condujo al reemplazo de los productos mexicanos por importaciones con precios artificialmente menores. Al mismo tiempo, en esta época se ofrecieron créditos internacionales al gobierno y las paraestatales como incentivo para importar todos sus insumos.

Es importante recordar que en ese momento el sector industrial mexicano –siguiendo la sugerencia de los neoliberales de 1988– invirtió en sus empresas para “modernizarlas” y hacerlas eficientes con el propósito de enfrentar la anunciada apertura de la frontera. No obstante,

el único crédito competitivo estaba en dólares, ya que incluso la deuda pública se pagaba en dicha moneda o en tasas variables.

El siguiente embate a la economía y a la industria mexicana se produjo al inicio del siguiente sexenio, en 1994, cuando se permitió desplomar el valor del peso en más del 300%. A raíz de esta devaluación, los créditos se volvieron casi imposibles de pagar, pues las tasas variables del 18% se dispararon hasta el 120% y las deudas denominadas en dólares se triplicaron en valor relativo.

Los eventos descritos resultaron en la quiebra de la mayor parte de la industria mexicana. Hablamos del cierre de alrededor de 198 mil empresas que dejaron desempleados a más de 4.5 millones de trabajadores calificados en todo el país. Esta situación propició un gran éxodo de trabajadores calificados a Estados Unidos, donde fueron recibidos con los brazos abiertos. Al día de hoy, quienes emigraron siguen enviando remesas a sus familias en México y sus aportes constituyen el segundo renglón de la economía del país. Los trabajadores calificados que se quedaron en el país terminaron en otras actividades de menor productividad. Por estas razones, la inversión que se hizo en la capacitación de recursos humanos a lo largo de muchos años no fue recuperada o fue aprovechada en el extranjero.

Las empresas nacionales que no cerraron por la apertura económica fueron conducidas a la quiebra por el endeudamiento y la debilidad del sistema financiero mexicano. Pese a ello, muchas de estas empresas contaban con buena tecnología y buenos estándares de calidad. Aun así, junto con la clase media, desapareció la mayor parte de la industria mexicana autónoma, con excepción de las industrias que seguían protegidas por el Gobierno -la automotriz, acerera, cementera y otras-, las cuales sobrevivieron por el privilegio de tener condiciones de mercado favorables, o sea, con la frontera cerrada, subsidios, garantías u otros.

Muchas empresas transnacionales que se habían establecido antes en México también cerraron sus fábricas en busca de mercados cerrados o con mayor estabilidad macroeconómica. Muchas de ellas emigraron a China -e incrementaron la capacidad industrial de dicho país- sobre

todo por la mano de obra barata, pero también por la búsqueda de una estabilidad político-económica. Esta visión cortoplacista cobró caro, ya que muchos años después se enfrentan a competidores que han robado su propiedad intelectual o que cuentan con fuertes subsidios. Muchas de estas empresas ahora están pensando en regresar de nuevo a México, conforme al modelo industrial que se conoce como *nearshoring*. Ahora muchos consideran que se perdieron muchos años y se cometieron grandes errores estratégicos.

En general, la industria mexicana tardó mucho tiempo en tener un resurgimiento, y hasta la fecha no se ha recuperado del todo. Quienes han logrado darle cierta continuidad al desarrollo de tecnología, maquinaria, instalaciones y trabajo calificado han sido sobre todo empresas transnacionales, que depositan sus dividendos en el extranjero.

Estas empresas –que se financian desde el extranjero con créditos competitivos, que cuentan con subsidios en forma de bajas tasas de interés o garantías financieras de varios tipos– ponen en gran desventaja a cualquier empresa nacional. Debido a que esta nueva industria transnacional en México no necesitó de ningún financiamiento local, la banca mexicana no ha tenido mucho incentivo para ser competitiva y esto ha originado prácticas monopólicas que a la fecha estancan aún más a los industriales mexicanos que no tienen fácil acceso a créditos en el extranjero. Los apoyos que ofrece la banca local tienen tasas de interés y comisiones excesivas, además de no ser competitivos a nivel internacional, por lo que no son viables para las actividades empresariales e industriales nacionales.

Después de la devaluación, muchas empresas extranjeras llegaron a México para aprovechar la mano de obra barata. Cuando esto sucedió, sus cadenas productivas ya estaban establecidas, por lo que comenzaron a operar sin muchos insumos mexicanos. Durante estas décadas, estas empresas importaron insumos industriales, en especial bienes de capital como máquinas y herramientas. A su vez, las grandes empresas paraestatales mexicanas dejaron de comprar bienes de capital en México

sobre todo porque la competencia internacional ofreció amplios plazos de pago, pero también por motivos políticos y dogmáticos. La desaparición de la industria mexicana y el abandono de las paraestatales dieron lugar a la súbita inexistencia del mercado mexicano de bienes de capital industrial.

Por definición, las industrias de capital intensivo son aquellas que requieren grandes capitales para lograr su producción, donde la demanda de capital es directamente proporcional con el volumen de producto. Por lo normal, estas empresas ofrecen los mejores empleos para ingenieros y técnicos capacitados. Estas industrias suelen requerir grandes inversiones para instalaciones, maquinaria y herramientas, tienen varios procesos productivos o son de larga duración, y sus insumos son de alto valor. El costo del capital se vuelve de máxima importancia para este tipo de industrias debido a la intensidad del capital requerido. En México, desde la década de 1990 no es posible encontrar financiamiento competitivo, lo cual vuelve prácticamente inviables a las industrias de capital intensivo que no estén basadas en el extranjero.

NUESTRA EMPRESA: POTENCIA INDUSTRIAL

En la actualidad existen pocas empresas mexicanas que lograron sobrevivir los embates de la economía de finales del siglo pasado, y son aún menos las que se dedican a la industria de capital intensivo. Cada una de ellas lo logró de manera distinta con base en sus fortalezas y en las oportunidades que lograron capturar. Potencia Industrial sobrevivió gracias a la perseverancia de su personal, su sindicato, su habilidad de innovación ingenieril, su alta tecnología y la mano de obra calificada que desarrolla para lograr productos con calidad de exportación, sobre todo a Estados Unidos y Canadá, mercados que –al contrario de las empresas mexicanas y del gobierno– sí valoran la alta tecnología y dan financiamiento en la forma de anticipos.

Potencia Industrial se dedica a fabricar maquinaria industrial –bienes de capital– y es una empresa de capital intensivo, la única mexicana en su rubro. En específico, diseña y manufactura motores y generadores eléctricos industriales, así como sistemas de energía ininterrumpible (UPS, por sus siglas en inglés) y de acondicionamiento de energía eléctrica.

A falta de un mercado tradicional, Potencia Industrial ha realizado varios desarrollos tecnológicos. Un ejemplo es la solicitud por parte de Servicios a la Navegación en el Espacio Aéreo Mexicano (Seneam), que buscaba obtener UPS. Con base en las malas experiencias de los usuarios de Seneam, el UPS que buscaban tendría que carecer de baterías y de inversores, lo que representó una oportunidad para participar por medio de la innovación e invención de un nuevo producto. Al concurso convocado para solucionar la necesidad de la Seneam sólo acudió Potencia Industrial, ya que ningún otro oferente pudo encontrar una solución que cumpliera con los requisitos establecidos. El nuevo UPS implicó una patente internacional bajo la marca Astronic No-Break; a la fecha es considerado como el de más alta tecnología y calidad.

Nuestra empresa también fue contactada para suministrar estos sistemas en los túneles de las carreteras. De forma reciente, fue seleccionada para instalar nuestro UPS en el Aeropuerto Internacional Felipe Ángeles (AIFA) con capacidades de hasta dos megavoltiamperios (MVA). Aunque los términos comerciales y financieros siguen poniendo en desventaja a nuestro producto, sus ventajas técnicas son indiscutibles: no necesita reposición de baterías cada tres años –tiene una vida útil mayor a 30 años– y evita tanto enormes gastos de operación como la fuga de divisas.

Otro ejemplo de innovación es el de los generadores en las turbinas eólicas, con los que en dos ocasiones esta empresa ha causado una ruptura tecnológica en la industria a nivel mundial. La primera fue la creación del primer generador comercial de rotor devanado de doble alimentación para operar a velocidad variable, el cual fue usado por la empresa pionera Zond –después Enron, ahora GE Wind–, la cual obtuvo la

patente para demostrar la tecnología. Hoy, la mayoría de la energía eólica es producida con esta tecnología a nivel mundial (Cao et al., 2012; GWEC, 2022). La segunda fue la creación de un generador comercial de imanes permanentes que contaba con menor peso, mayor eficiencia (>98%), velocidad variable y mayor confiabilidad, el cual obtuvo varias patentes internacionales.

Estos generadores fueron utilizados en todas las turbinas Clipper Windpower, con más de 3.5 gigavatios (GW) instalados a nivel mundial; además, son los únicos generadores mexicanos utilizados en la industria y ostentan la tasa de falla de generador eléctrico más baja a nivel mundial. Gracias a que este cliente estuvo dispuesto a financiar la manufactura de los generadores, el producto fue un éxito comercial además de tecnológico. Sin embargo, al depender de un solo cliente, este producto fue descontinuado cuando el cliente cerró operaciones.

Similares a estos ejemplos existen muchos otros donde Potencia Industrial ha encontrado un nicho de mercado basado en la tecnología y la calidad, sobre todo en productos de exportación como motores y generadores de muy alta eficiencia. Las innovaciones incluyen los convertidores de frecuencia para el mercado aeroespacial, de los cuales más de 268 están instalados hoy en día en aeropuertos de todo el mundo, donde suministran energía a las aeronaves en tierra de 400 Hz. De igual manera, hemos fabricado generadores hidroeléctricos de muy alta eficiencia y tecnología para centrales hidroeléctricas en México con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), así como en Estados Unidos y Canadá.

Por otra parte, hemos producido mini turbogeneradores verticales utilizados en la recuperación de energía en las terminales de gas licuado de petróleo (LPG). En la década de 1980 fuimos pioneros en el desarrollo de motores de tracción para los primeros vehículos eléctricos desarrollados en California por AeroVironment de Paul MacCready, como parte del novedoso auto 100% eléctrico del modelo *Impact* -después EV-1-, entre otros, antes de que General Motors lograra cerrar esta empresa.

APOYO PARA LA INVESTIGACIÓN EN ELECTROMOVILIDAD

Hay que notar en los proyectos de investigación y desarrollo realizados desde mediados de la década de 1970 y hasta mediados de los años 2000, en especial en el periodo neoliberal, Potencia Industrial no contó con apoyo gubernamental, a diferencia de nuestros competidores extranjeros, que contaron con el apoyo de sus gobiernos para el desarrollo, importación y exportación de tecnología. En el sector energético, un enorme error estratégico del gobierno neoliberal fue no desarrollar una industria de celdas solares, turbinas eólicas o turbinas hidroeléctricas, entre otras tecnologías, y pensamos que no debe suceder lo mismo por ninguna razón con la electromovilidad mexicana.

En 2009 recibimos por primera vez un apoyo en la forma de dos becas de parte de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación (Seciti) de la Ciudad de México para contratar a dos egresados de maestría en un proyecto específico: la ingeniería y fabricación de un automóvil Tsuru que fuera 100% eléctrico con los motores de imán permanente de tecnología avanzada desarrollados por Potencia Industrial.

Después, en 2016 la Seciti nos otorgó otro apoyo para la conversión eléctrica de 19 vehículos, de los cuales 14 serían operados como taxis y los otros cinco para diferentes plataformas de carga. Este proyecto piloto permitió recabar datos del uso intensivo de los vehículos, con más de tres millones de kilómetros recorridos que permitieron la completa maduración de la tecnología. Con este proyecto se demostró la capacidad de la empresa para desarrollar sistemas de trenes motrices eficientes y confiables en el área de la electrificación de vehículos.

En 2018 la empresa obtuvo el premio Proyecto de Desarrollo de Tecnologías de Energía Sustentable para el Cambio Climático (Prodetes), realizado por la Secretaría de Energía (Sener) en la categoría Oro y otorgado por el Banco Mundial para establecer uno de los laboratorios de baterías más importantes del país y el de mayor tamaño en América Latina.

De modo más reciente, en 2022 se realizó junto con la Seciti el proyecto de reconversión y desarrollo del autobús Dina Linner 12 de transporte público utilizado por la Red de Transporte de Pasajeros (RTP) de la Ciudad de México. El autobús fue entregado en 2023 y constituyó un enorme paso en la electromovilidad del transporte público mexicano.

Por último, el más reciente y mayor apoyo que hemos recibido es para el desarrollo del primer autobús eléctrico mexicano MegaFlux-Dina (modelo Silux Eléctrico) que sería entregado en 2024 con el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt).

La importancia del apoyo del Gobierno en impulsar la industria de los vehículos eléctricos destaca a la luz de las metas estratégicas de soberanía energética e industrial. México tiene la oportunidad de generar toda la cadena de valor de esta nueva industria, desde las minas de litio y la fabricación nacional de miles de componentes, hasta el ensamblaje final de los vehículos. La industrialización nacional –además de darnos soberanía al garantizar que el beneficio del litio de México se quede en el país– generará empleos bien pagados y ayudará a mantener los márgenes productivos en el país, lo cual incluye la generación fiscal que llega a ser varias veces mayor que la de un pago por importación.

En México, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi, 2024), se estima que hay alrededor de 11 millones de vehículos de carga urbana y un millón de autobuses de transporte de pasajeros, los cuales representan el primer mercado natural para los vehículos eléctricos. Su operación proporcionaría mejores resultados ambientales y financieros, con importantes mejoras a la calidad del aire en las ciudades, así como con menores costos de operación, además de ofrecer a los ciudadanos tanto tarifas económicas en el transporte público, como una mejor calidad de vida.

Esperamos que, en conjunto con una visión estratégica industrial, Potencia Industrial y MegaFlux puedan continuar su misión de fabricar productos con tecnología de punta para el mejoramiento de la sociedad mexicana y puedan servir como ejemplo hacia una movilidad

sustentable, en sintonía con uno de los ejes estratégicos del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC), como paso crucial hacia una transición energética en México. La promoción de un transporte público electrificado no sólo impulsaría la reducción del gasto energético y los impactos ambientales, sino que también fomentaría la autonomía industrial y energética del país a través de la experiencia en el desarrollo tecnológico avanzado y la generación de empleos, con lo que se podría capturar todo el valor agregado de la cadena de producción de vehículos eléctricos, desde la extracción de materias primas hasta el ensamblaje final.

REFERENCIAS

- Cao, W., Xie, Y. y Tan, Z. (2012). Wind Turbine Generator Technologies. En Carriveau, R. (edit.), *Advances in Wind Power*. IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/38933>
- Consejo Global de la Energía Eólica (GWEC) (2022). *Wind Turbine Suppliers See Record Year for Deliveries Despite Supply Chain and Market Pressures*. <https://gwec.net/wind-turbine-suppliers-see-record-year-for-deliveries-despite-supply-chain-and-market-pressures/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) (2024). *Parque vehicular*. <https://www.inegi.org.mx/temas/vehiculos/>

11. Experiencias participativas para la incidencia social e institucional en materia de resiliencia al cambio climático y contaminación del aire: dos estudios de caso con una perspectiva de salud poblacional

Marlene Cortez Lugo, Urinda Álamo Hernández, Luz Angélica de la Sierra de la Vega, Roberto Muñoz Cruz, Denia Elizabeth Domínguez Rojas, Karla Mariana Valdez Trejo, Yeimi Berenice Bastian Martínez, Eréndira Viveros Ballesteros, Angélica García Morales, Horacio Riojas-Rodríguez.

RESUMEN

Durante 2022 y 2023 se realizaron dos estudios de caso en Guadalajara, Monterrey, Toluca y Valle de México como parte del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Impactos del cambio climático y la contaminación del aire en la salud de la población mexicana”. El objetivo de este Pronaii es proponer medidas de incidencia social e institucional para la adaptación al cambio climático y la contaminación del aire debido a su impacto sinérgico en la salud pública.

Como parte del caso de estudio número 1 se trabajó con 148 actores involucrados en la investigación, gestión o influencia para mejorar la calidad del aire y abordar los impactos del cambio climático. A través de

talleres se dialogó sobre el impacto conjunto de estos fenómenos en la salud pública y se identificaron acciones de adaptación que se están realizando con alcance municipal, metropolitano, regional o nacional. Esto condujo a la definición de cinco ejes temáticos de adaptación basada en salud pública para incidir a mediano y largo plazo en las políticas públicas metropolitanas: 1) vigilancia epidemiológica y de calidad del aire; 2) educación y formación de capacidades; 3) recuperación y restauración de espacios urbanos; 4) normatividad y regulación; y 5) investigación. Asimismo, se identificaron los actores clave para diseñar rutas de incidencia con el objetivo de incorporar los ejes temáticos referidos en la agenda pública local.

Como parte del caso de estudio número 2, se realizaron talleres con docentes de educación básica –en su mayoría mujeres–, con el propósito de fortalecer conocimientos sobre salud planetaria, cambio climático y contaminación del aire, mediante un enfoque de educación popular para conectar experiencias personales y escolares con realidades sociales más amplias.

A su vez, se promovieron estrategias de escalamiento con estudiantes en las ciudades objetivo, a través de participación en foros, talleres, programas proambientales y la propuesta de un programa analítico con fundamentos de salud planetaria, alineado al plan de estudios de la Nueva Escuela Mexicana de la Secretaría de Educación Pública (SEP).

Las acciones emprendidas en ambos casos han sido discutidas en el marco de los Programas de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire (ProAire) metropolitanos, programas de acción climática y la implementación del modelo de la Nueva Escuela Mexicana para fortalecer la vinculación con las políticas públicas.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático (cc) es considerado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como la mayor amenaza para la salud pública en el siglo XXI. En contextos urbanos es preocupante la relación sistémica de este

fenómeno climático con la contaminación del aire, debido a que el CC condiciona el comportamiento de algunos contaminantes atmosféricos o viceversa. Entre los efectos en la salud asociados a estas dos amenazas se encuentran: el incremento de la mortalidad general, enfermedades pulmonares y cardiovasculares, obesidad, cáncer, diabetes y enfermedades mentales, entre otras (OPS/OMS, 2023).

Se ha observado que esta sinergia es un problema en áreas urbanas con alta densidad de población, ya que la calidad del aire (CA) se ve afectada por actividades humanas y depende de la combinación de la emisión de contaminantes con la presencia de condiciones climáticas desfavorables (Kinney, 2008).

De forma tradicional, las políticas públicas para la atención del CC y la gestión de la CA se diseñan por separado, con una participación tangencial del sector salud y los sectores de la sociedad interesados. A esta situación se suma la necesidad de contar con modelos educativos que permitan centrarse en las prácticas y los conocimientos para crear una conciencia sobre el medio ambiente y una mayor participación (Arredondo Velázquez, 2018), debido a que la educación medioambiental en las escuelas no ha logrado fomentar el compromiso y cambio social ante estos fenómenos.

En México, los programas de gestión para mejorar la calidad del aire (ProAire) y los programas de acción climática tienen el objetivo de proteger la salud humana y garantizar un ambiente sano, pero carecen de metas específicas de salud. En la actualidad, existe la recomendación de que los países incluyan acciones de mejora de calidad del aire en sus programas de acción climática, se reconozca la carga de enfermedad asociada y se impulse una gobernanza del aire para considerar los puntos de vista de las partes interesadas en el diseño, seguimiento y evaluación de las acciones para mejorar la gestión de la CA.

A partir de la premisa de que las acciones para la adaptación al CC y la gestión de la CA conllevan beneficios en la salud pública, así como que una inclusión efectiva del tema de salud en los programas requiere una

coordinación estrecha entre los actores sociales con una amplia participación y colaboración de los sectores ambiental y de la salud en los tres niveles de gobierno, consideramos que es necesario definir y orientar políticas públicas hacia la adaptación en salud pública ante la sinergia del CC y la gestión de la CA, mediante la consideración de los principios de la gobernanza multinivel y los cobeneficios potenciales.

Con base en lo anterior, en el Pronaii "Impactos del cambio climático y de la contaminación del aire en la salud de la población mexicana: cobeneficios de adaptación y mitigación en zonas metropolitanas de México", se plantea generar propuestas para la adaptación al cambio climático. Por un lado, se parte de la estimación del riesgo en la salud de maestras mexicanas, así como la estimación del impacto en la mortalidad por los cambios en la temperatura y la reducción de los contaminantes del aire. Por otro lado, se parte del análisis de la política pública actual en las zonas metropolitanas de Guadalajara, Monterrey, Toluca y Valle de México (figura 1).

De este proyecto se desprenden dos estudios de caso para la incidencia con un enfoque de gobernanza participativa: 1) incidencia institucional con grupos de colaboración y 2) incidencia social con maestras.

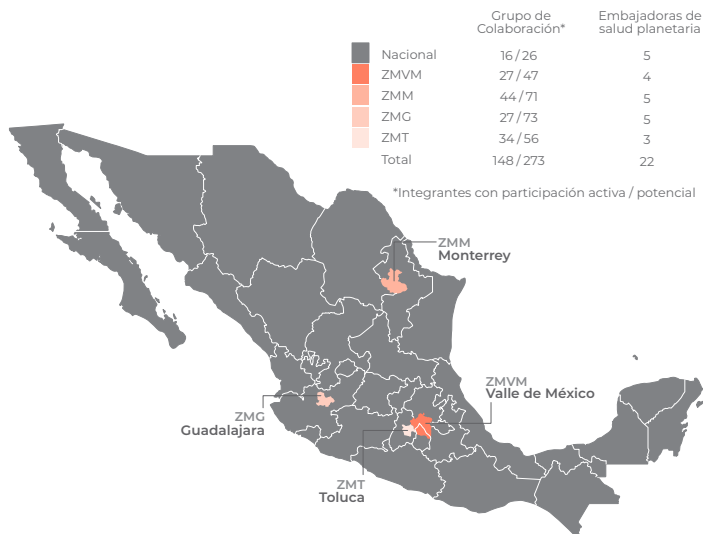
En el primer estudio de caso, para atender la necesidad de mejorar la conexión entre la investigación y la acción, se integraron grupos de colaboración (GC) con actores locales que investigan, gestionan o inciden para mejorar la calidad del aire y la atención de los impactos climáticos en las cuatro zonas metropolitanas. Dichos actores colaboran en un proceso participativo para vincular, a través de la incidencia, los resultados del proyecto a los programas locales de adaptación al CC y de gestión de CA.

En el segundo estudio de caso se atiende la necesidad de promover la adquisición de conocimientos, actitudes y prácticas por parte de maestras de educación básica y sus estudiantes, ante los efectos a la salud derivados del CC y la CA. Para ello, se realizaron talleres de diálogo bajo un enfoque de educación popular, para conectar experiencias personales con contextos más amplios. De esta forma se consolidó un grupo de embajadoras de salud planetaria que han impulsado estrategias de

escalamiento con el alumnado en las cuatro zonas metropolitanas del proyecto. Además, se sistematizaron las experiencias para recuperar saberes y comprender nuevas alternativas de acción.

Es importante señalar que la mayoría de las maestras líderes forman parte de la cohorte del Estudio de la Salud de las Maestras (ESMaestras), un proyecto diseñado para conocer los hábitos y factores de vida que pueden estar relacionados con el desarrollo de enfermedades crónicas en mujeres mexicanas.

Figura 1. Ubicación de las cuatro zonas metropolitanas del proyecto e integrantes con participación activa o potencial en los dos estudios de caso



Fuente: elaboración propia.

ESTUDIO DE CASO 1: INCIDENCIA INSTITUCIONAL CON GRUPOS DE COLABORACIÓN

El objetivo de este estudio de caso es vincular los resultados obtenidos del proyecto con los programas locales de adaptación al CC y de gestión de

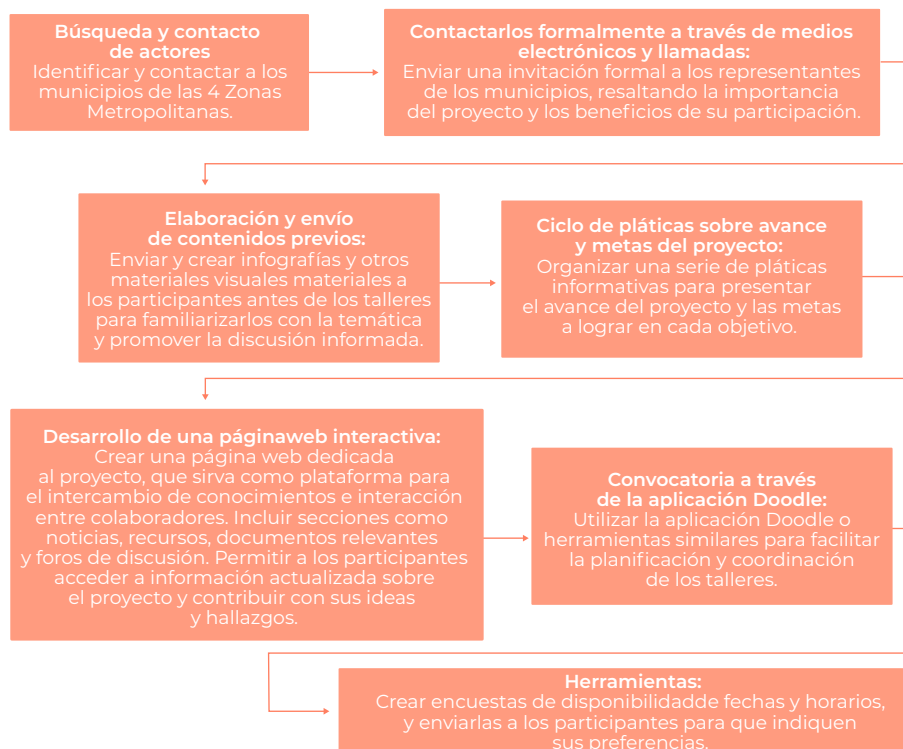
CA en las cuatro zonas metropolitanas. Este vínculo se logrará mediante la reflexión colectiva con GC locales y la incidencia en la agenda pública.

GRUPOS DE COLABORACIÓN

El ejercicio de incidencia se planificó para invitar a personas servidoras públicas, legisladoras, académicas, investigadoras y organizaciones de la sociedad civil (OSC) -con conocimientos en CA y CC- a formar parte de los GC locales. Este ejercicio consistió en presentar el proyecto y expresar el interés por incidir en la agenda de políticas públicas locales para la adaptación al CC. Después, se realizó un primer taller participativo con los siguientes objetivos: 1) revisar los alcances del proyecto y definir los propósitos de los GC; 2) intercambiar experiencias sobre los impactos en la salud asociados al CC y la CA, así como sobre la gestión metropolitana; y 3) abordar el tema de la salud pública como un enfoque de estudio que vincula la salud física y emocional de las personas, el conocimiento de las enfermedades y el acceso a información para su cuidado.

En 2023 el ejercicio participativo con los GC se fortaleció con una plataforma electrónica del proyecto (Proyecto, 2023) que funciona como un reservorio de información y un espacio de vinculación, intercambio de información y discusión de los temas metropolitanos. En la figura 2 se sintetiza el proceso para integrar los GC, así como las herramientas y medios para el quehacer colaborativo.

Figura 2. Proceso para integrar los grupos colaborativos, herramientas y medios para el quehacer colaborativo



Fuente: elaboración propia.

Al cierre de 2023 se sumaron 148 instituciones “activas” debido a su nivel de participación y respuesta, ya sea que formen parte de un GC metropolitano o del GC nacional que tiene interés en las cuatro zonas metropolitanas (tabla 1). En 2024 se fortalece el vínculo con los GC para motivar su participación e interés, brindar resultados y mantener un espíritu de colaboración que vincule a otras instituciones, sobre todo a gobiernos municipales y legisladores.

Tabla 1. Participación de las instituciones convocadas a formar los grupos de colaboración del proyecto

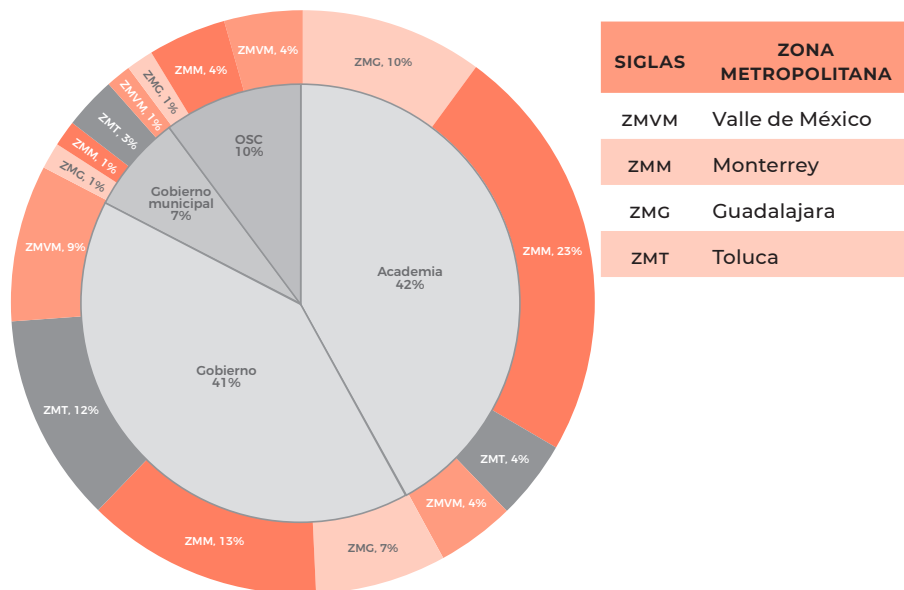
ZONA METROPOLITANA	ACTIVA	PENDIENTE	INACTIVA	TOTAL
Nacional	16	9	3	26
Valle de México	27	20	26	47
Monterrey	44	13	14	71
Guadalajara	27	17	29	73
Toluca	34	6	16	56
Total	148	65	88	273

Fuente: elaboración propia.

ACCIONES DE ADAPTACIÓN EN SALUD PÚBLICA

En seguimiento a los logros de 2022, el taller de 2023 permitió: 1) continuar la discusión sobre la salud pública en las políticas públicas para la adaptación al CC y la CA; 2) identificar acciones para la adaptación en salud pública que realizan los GC en sus zonas metropolitanas; 3) identificar ejes temáticos para la adaptación basada en salud pública ante la problemática del cambio climático y la contaminación atmosférica; y 4) diseñar rutas para la incidencia en las políticas públicas locales basadas en los ejes temáticos referidos, con la posibilidad de orientar acciones a realizar a mediano y largo plazo.

Los sectores con mayor asistencia a los talleres de 2023 fueron el académico y el gubernamental, aunque debe resaltarse la participación e interés de los gobiernos municipales, y en Toluca fue notoria la ausencia de sociedad civil (figura 3).

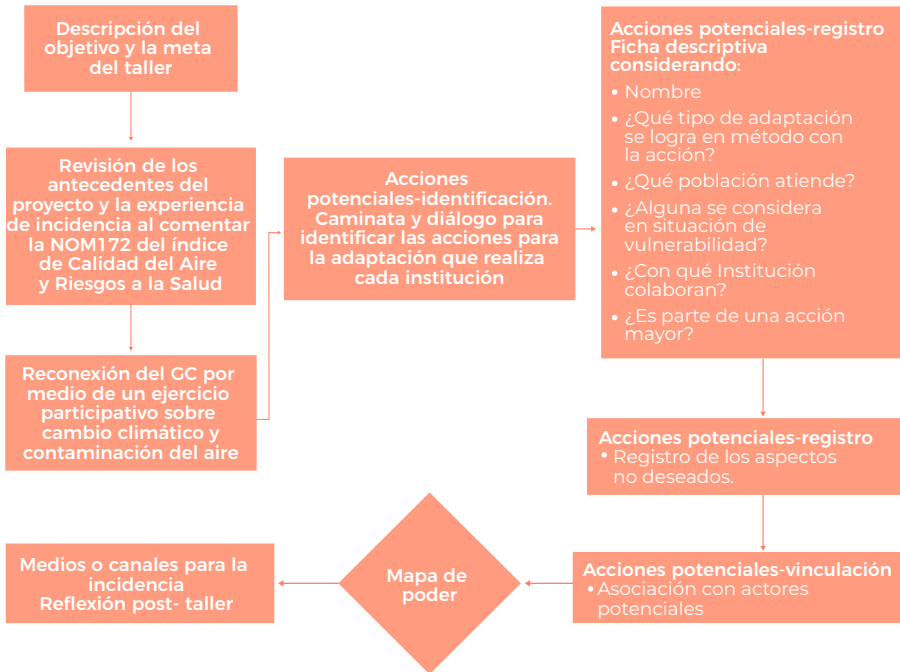
Figura 3. Perfil de los asistentes en los talleres participativos de 2023

Fuente: elaboración propia.

Los talleres se diseñaron con una orientación de cocreación multiescalar para identificar las acciones de adaptación en salud pública a través de la reflexión por pares, exposición grupal, escala de incidencia –municipal, estatal, metropolitana, regional o nacional–, requerimientos de mejora e identificación colectiva de los actores locales para impulsar estas acciones (figura 4).

En total se identificaron 63 acciones, con una media de 16 acciones por zona metropolitana y una prevalencia mayor de las acciones estatales y regionales (tabla 2).

Figura 4. Proceso participativo para identificar rutas de incidencia



Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Número de acciones de adaptación en salud pública ante el cambio climático y la contaminación del aire identificadas en los talleres

ZONA METROPOLITANA	TIPO DE ACCIÓN				TOTAL
	LOCAL	METROPOLITANA	ESTATAL – REGIONAL	NACIONAL	
Guadalajara	5	5	8	0	18
Monterrey	6	0	5	4	15
Toluca	4	5	6	1	16
Valle de México	3	3	4	4	14

Fuente: elaboración propia.

La sistematización de las acciones identificadas en los talleres se estructuró en los cinco ejes temáticos que se indican en la figura 5. Esto se hizo con el propósito de integrar una propuesta de temas y acciones para la adaptación basada en salud pública ante el CC y la CA, susceptible de incorporarse a los programas locales. Esta discusión entre los GC se realizará en la siguiente fase del proyecto.

Figura 5. Ejes temáticos de acciones y proyectos de adaptación al cambio climático y la contaminación del aire identificados en los talleres

Ejes temáticos de incidencia		
01	Vigilancia epidemiológica de calidad del aire y de temperaturas extremas	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de medición de temperatura y contaminación atmosférica • Sistemas de vigilancia epidemiológica • Sistemas de comunicación y participación ciudadana • Sistemas de vigilancia del arbolado
02	Educación y formación para la gobernanza ciudadana e institucional para la adaptación	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de educadores y educandos de enseñanza básica • Formación de educandos a nivel licenciatura • Formación de médicos para la atención de poblaciones en situación de vulnerabilidad
03	Vegetación y recuperación de espacios urbanos que provean de servicios ambientales	<ul style="list-style-type: none"> • Formación de capacidades comunitarias y vecinales para recuperar espacios públicos con vegetación y manejo de residuos • Restauración de espacios públicos con especies nativas
04	Normatividad y regulación	<ul style="list-style-type: none"> • Actualizar la normativa federal en materia de emisiones a la atmósfera • Identificar y regular a las empresas contaminantes e incorporar medidas de mitigación de procesos de producción
05	Investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Investigación del impacto de fuentes en salud • Investigación en políticas públicas de cambio climático, contaminación atmosférica e impactos en la calidad de vida

Fuente: elaboración propia.

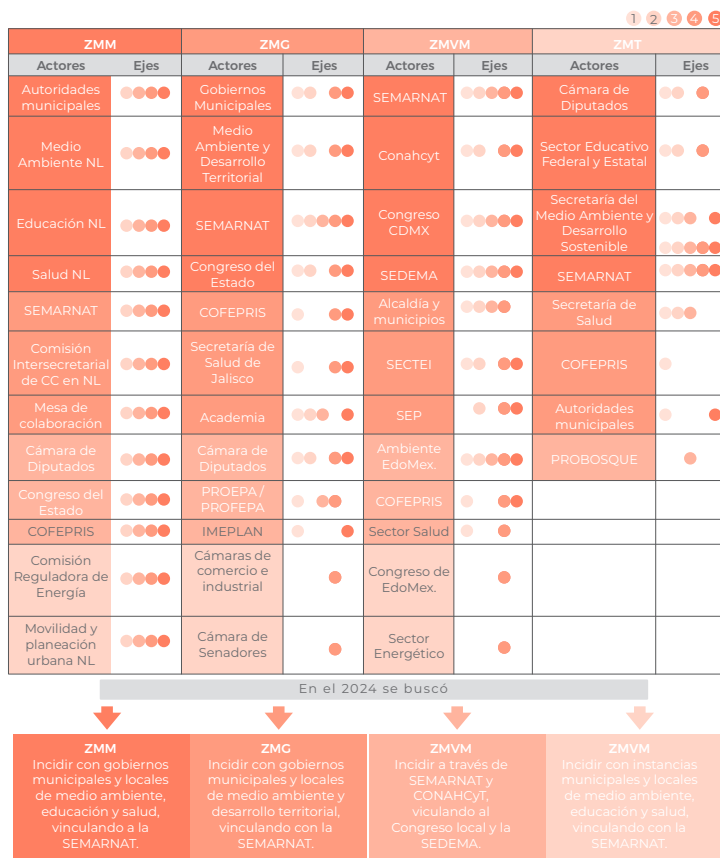
RUTAS PARA LA INCIDENCIA LOCAL

La actividad final de los talleres participativos de 2023 consistió en asociar actores clave para cada acción, considerando que los GC conocen los arreglos institucionales metropolitanos. Los resultados se sintetizan en la figura 6, donde se asocian los ejes temáticos referidos –círculos de tonos naranjas– con los actores clave identificados, por lo que cada actor clave se asocia a un eje temático de acciones que pueden impulsar con horizontes a mediano y largo plazo, considerando su capacidad de gestión o “poder” para tomar decisiones.

Los resultados indicarían que en las zonas metropolitanas de Guadalajara (ZMG) y Monterrey (ZMM) se percibe a los municipios como actores clave con capacidad de movilizar recursos para sostener acciones dirigidas para la adaptación basada en salud pública, seguidos de las instancias locales de salud y medio ambiente. Uno de los ejemplos tangibles de este proceso en la ZMM es el sistema de vigilancia epidemiológica, como acción a impulsarse en el mediano plazo, cuya gestión ha retomado aportes del proyecto.

En el caso de la zona metropolitana de Toluca (ZMT), el Congreso y el sector educativo se identifican como actores clave para posicionar una agenda temática de acciones de vigilancia, educación y normatividad para la adaptación en salud pública. En la zona metropolitana del Valle de México (ZMVM) se consideran más relevantes, tanto las entidades federales del sector ambiental, el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), en tanto, agencia financiadora de proyectos para generar conocimiento, seguidos de las instancias locales.

Figura 6. Mapeo de rutas de incidencia por zona metropolitana, eje temático y actores clave



Fuente: elaboración propia.

ESTUDIO DE CASO 2: INCIDENCIA SOCIAL CON MAESTRAS

En respuesta a la actual crisis global -con límites planetarios rebasados y serias repercusiones en la salud pública-, el grupo de embajadoras de salud planetaria (EmSP) inició con la participación de maestras activas y jubiladas de la cohorte de ESMaestras. Con ello, se busca que las maestras

participantes no sólo nutran el proyecto sobre CC y CA, sino que se apun- talen como agentes de cambio para generar conocimientos, actitudes y prácticas encaminadas a formar comunidades escolares que fomenten el cuidado de la vida y un equilibrio entre el bienestar del planeta y el de los seres humanos.

MAESTRAS EMBAJADORAS DE SALUD PLANETARIA

De marzo de 2022 a noviembre 2023 se llevaron a cabo cerca de 30 sesio- nes virtuales de diálogo con un enfoque de educación popular, a partir de lo que ya saben y hacen las participantes. Durante las primeras se- siones se identificaron necesidades y se construyó la identidad, misión y visión del grupo como promotor de salud planetaria. En estos espacios de diálogo se decidió abrir el grupo a maestras y maestros de educación básica y superior de cualquier estado de la República mexicana. En la figura 7 se presenta el grupo actual de personas embajadoras de salud planetaria, así como las instituciones que se han vinculado para facili- tar el escalamiento del diálogo y las acciones con más docentes, alumnas y alumnos.

A través de estrategias participativas se generaron espacios de re- flexión y fortalecimiento de conocimientos y capacidades dirigidas a la propuesta de acciones de adaptación al CC y de mitigación a la crisis planetaria. En última instancia, dichas acciones están encaminadas a integrar -en su vida y en su contexto laboral y comunitario- procesos y actividades con fundamento político, legal, científico y social, afines a la salud planetaria. El marco teórico conceptual que acompañó las sesio- nes comprende los enfoques de UnaSalud y EcoSalud (Hill-Cawthorne, 2019), así como los de salud pública (OPS, 2020), salud ambiental, salud planetaria y límites planetarios (Whitmee et al., 2015), permacultura (Rhodes, 2015), carta de la tierra (Carta de la Tierra, s.f.), educación po- pular (Calixto-Flores, 2010; Wiggins, 2012), los objetivos de desarrollo sostenible (ONU, 2023) y la Declaración de Tbilisi (Unesco, 1980).

Figura 7. Integrantes, misión y visión de las embajadoras de salud planetaria



Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS ALCANZADOS: PROYECTOS ESCOLARES DE SALUD PLANETARIA Y ACCIONES DE ESCALAMIENTO

Además de la consolidación de la red de EmSP, a la fecha se ha logrado: 1) generar propuestas de proyectos escolares de salud planetaria (PESP) con comunidades escolares en diferentes zonas; 2) diseñar un mecanismo de acompañamiento, retroalimentación e intercambio de experiencias de estos proyectos en los talleres de diálogo, por parte del grupo de EmSP, con la finalidad de incorporar los principios del marco de referencia de salud planetaria del grupo; y 3) generar reflexión sobre el vínculo de las acciones con CC, CA y salud pública.

Los PESP hasta ahora desarrollados son diversos. Si bien se procura una visión integrada, global y sistémica en las respuestas de adaptación, las estrategias se pueden clasificar por el énfasis de adaptación que persiguen:

- Revalorización de residuos.
- Recuperación de biodiversidad.
- Producción local (huertos escolares).
- Sensibilización y difusión.
- Adaptación curricular.
- Formación docente.
- Creación de redes de comunidad.

Entre las acciones desarrolladas, destacan las impulsadas por la EmSP Angy en la zona escolar 29 de educación especial en Nuevo León, a través del proyecto “Hagamos conciencia por el medio ambiente”. Este último se desarrolla en las escuelas de cinco Unidades de Servicios de Apoyo a la Educación Regular (USER), que comprenden 30 primarias, seis preescolares y nueve secundarias, con cerca de seis mil alumnas y alumnos. Bajo este proyecto se llevaron a cabo 47 proyectos ecológicos entre propuestas de separación, reciclado y reutilización de residuos, arte con reciclaje, concientización sobre el cuidado del ambiente, cuidado del agua, huerto escolar y faenas de limpieza, entre otras.

Dentro de esta misma zona escolar destaca el proyecto ecológico del Centro de Atención Múltiple General Terán, a cargo de las agentes de cambio Karla y Brenda, quienes implementaron, con la participación de las y los alumnos, un proyecto circular. Este incluye desde convertir al centro escolar en un centro de acopio de residuos con participación local de iniciativa privada, residentes y familiares, hasta adquirir material didáctico y utensilios no desechables con las retribuciones económicas del reciclado. Campaña con la que fue posible abordar el tema del consumo responsable para generar menos desechos de manera colectiva e individual.

Además, se instauró un huerto dentro del centro escolar del que se cosecharon materias primas para consumo de la comunidad estudiantil.

En la zona escolar 58 de la Ciudad de México, la EmSP-Yaz realizó otro proyecto de huerto escolar titulado Alimentación para la salud planetaria. Éste ha permitido la reflexión con estudiantes y profesores sobre un sistema alimentario sostenible, vinculando con saberes y pensamiento científico, así como con matemáticas I, II y III. El valor agregado de esta propuesta fue el reconocimiento de la comunidad escolar, así como el compromiso y agradecimiento de otros actores en el centro educativo –vecinas, vecinos, conserje, otras materias, escuelas aledañas como telesecundaria y Centro de Atención Múltiple (CAM)-.

Además de ser un proyecto para dialogar sobre salud planetaria, será el punto de partida de una propuesta de construcción de contenidos curriculares e integración curricular impulsado por la EmSP-Ere, acorde al nuevo plan de estudios para educación básica de la Nueva Escuela Mexicana y el eje articulador de vida saludable, en el que se menciona explícitamente la salud planetaria. El inicio de esta experiencia se compartió a través de una videoconferencia a la que asistieron de manera virtual profesores de todo el país (figura 8).

Figura 8. Videoconferencia con las embajadoras de la Ciudad de México



Fuente: elaboración propia.

Otras de las actividades para impulsar la salud planetaria en comunidades escolares fueron desarrolladas en Jalisco, donde profesoras y alumnas de enfermería del Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del Estado de Jalisco (CECyTEJ) realizaron un podcast sobre salud planetaria, para lo cual entrevistaron a EmSP del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) y de una asociación civil. Este será el punto de partida para insertar en sus proyectos de investigación en comunidades locales el enfoque de salud planetaria.

De igual forma, en noviembre de 2023 se llevaron a cabo dos nuevos talleres de diálogo sobre sensibilización y capacitación en el tema, dirigidos a docentes y alumnos de diversas Universidades Pedagógicas Nacionales del Estado de México y Escuelas Normales Rurales. Participaron cerca de 90 personas, sobre todo alumnas y alumnos. Se pretende que algunas y algunos de los participantes en estos talleres propongan proyectos escolares de salud planetaria o se incorporen como parte del grupo de personas embajadoras de salud planetaria. Consideramos estratégica la reflexión, sensibilización y adquisición de conocimientos y métodos a través de proyectos prácticos para que las personas que se dediquen a la enseñanza en el futuro lo repliquen.

En el mismo sentido, la EmSP-Vero participó en la Feria Verde organizada por la Secretaría de Desarrollo Urbano Sostenible (Seduso) en octubre de 2023, en el centro comunitario San Bernabé de Monterrey. En el espacio otorgado se difundieron las acciones realizadas por las EmSP con apoyo de carteles; a su vez, se realizó una transmisión en Facebook Live desde Cuernavaca con otras embajadoras, un espacio de diálogo sobre el tema. Se registraron para participar como embajadoras seis personas que se integran en los talleres de diálogo de 2024.

Los procesos de acompañamiento, reflexión e intercambio de experiencias de los PESP son fundamentales para lograr que sean sustentables en el tiempo. En la figura 9 se presenta evidencia de este proceso. En la tabla 3 se incluye una propuesta de contenidos temáticos dirigidos a nuevas generaciones de diálogo hacia el diseño, implementación y acompañamiento de PESP.

Figura 9. Sesiones de retroalimentación y diálogo con embajadoras de salud planetaria



Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Contenido temático de los talleres de diálogo para la generación de proyectos escolares de salud planetaria

MÓDULO	TEMAS
Formación de agentes de salud planetaria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Planeta Tierra, necesidades vitales y salud <ol style="list-style-type: none"> a. Elementos para la vida en la Tierra b. Interacción ecosistémica para la vida c. Vida y salud: biocentrismo 2. Salud planetaria <ol style="list-style-type: none"> a. Principios de acción éticos, teóricos y metodológicos b. Problematicación desde la comunidad planetaria 3. Experiencias de salud planetaria: revisión de casos <ol style="list-style-type: none"> a. Lenguaje para acción comunitaria b. Elementos de sistematización de la experiencia educativa de salud planetaria
Práctica de salud planetaria	<ol style="list-style-type: none"> 4. Diseño e implementación de iniciativa de salud planetaria en comunidad escolar <ol style="list-style-type: none"> a. Mapeo participativo de zona crítica (fuente, riesgo, vía, población, necesidades, recursos y acciones) b. Planteamiento de la estrategia de educación y participación social de la comunidad planetaria c. Registro para verificación del proceso, resultados e impacto sociopolítico de la práctica de salud planetaria
Involucramiento de la comunidad planetaria	<ol style="list-style-type: none"> 5. Retroalimentación y establecimiento de acciones futuras de salud planetaria

Fuente: elaboración propia.

SISTEMATIZACIÓN DE LA EXPERIENCIA VIVIDA COMO EMBAJADORA DE SALUD PLANETARIA

La sistematización de experiencias desde la educación popular es una estrategia que permite recuperar saberes y conocimientos, así como comprender nuevas alternativas de acción. En ese sentido, la sistematización tiene el potencial de producir aprendizajes desde una práctica con voluntad de transformación social. De esta forma, comprende una reflexión crítica y autocrítica de la experiencia, que en este caso aplica a los talleres de diálogo y los proyectos escolares de salud planetaria.

Este proceso aún no finaliza, pero ha permitido: *a)* ordenar y reconstruir el procedimiento vivido; *b)* realizar una interpretación crítica de ese proceso; y *c)* extraer aprendizajes y compartirlos.

Hasta ahora se ha compilado, con la participación del grupo, la historia gráfica de los talleres de diálogo y se han identificado sus principales elementos. Se habló de los procesos vividos, de sus relaciones y de los elementos que han influido en la experiencia. En el siguiente apartado se resumen las lecciones aprendidas y recomendaciones para su replicación.

REFLEXIONES FINALES Y SIGUIENTES PASOS

El proceso participativo multiescalar del proyecto inició con la convocatoria a 273 personas que representan a colectivos, instituciones públicas y grupos de investigación. De forma conjunta se identificaron 63 acciones o proyectos en desarrollo, que mostraron potencial y motivaron la reflexión de los GC sobre el enfoque propuesto en torno a los impactos en la salud pública asociados a la sinergia del CC y la CA, un tema emergente que se vincula con experiencias para la adaptación que ya se encuentran realizando los GC en sus zonas metropolitanas. Los proyectos fueron clasificados de acuerdo con cinco ejes temáticos: 1) vigilancia epidemiológica y de calidad del aire; 2) educación y formación de capacidades; 3) vegetación y recuperación de espacios urbanos; 4) normatividad y regulación; y 5) investigación. Uno de los hallazgos destacados de este proceso fue el vínculo entre el Sistema de Vigilancia Epidemiológica de la ZMM y los aportes del proyecto, una asociación de incidencia que será necesario consolidar en 2024.

De forma complementaria, el análisis de estas experiencias -en torno a su alcance espacial y temporal, así como a sus limitantes y necesidades- facilitó detectar las rutas de incidencia con actores clave que pueden impulsar su implementación, financiamiento o vinculación con las agendas programáticas locales o municipales, así como las agendas legislativas locales con una perspectiva de mediano y largo plazo.

La detección de rutas de incidencia con actores clave para la adaptación en salud pública ante el CC y la CA responde a perspectivas como la de planificación y mediación ante situaciones socioecológicas polarizadas (Herzig y Chasin, 2006), una perspectiva horizontal de gobernanza que facilita tanto la participación como la deliberación entre las partes interesadas para hacer posible que las personas definan acciones de adaptación que reducen su vulnerabilidad (Rahman et al., 2018), así como la cogestión y descentralización de las políticas ambientales (Betsill y Bulkeley, 2006).

En 2024 es fundamental mantener a los GC y sumar a las instancias que mostraron interés en el proceso para potencializar los resultados, sobre todo a los gobiernos municipales, legisladores de los congresos locales e instancias responsables de la planificación del territorio. Al cierre del proceso se evaluará con los GC la conformación de una red de conocimiento para la atención de temas emergentes derivados del CC y la CA, con propósitos diversos, como la formación de capacidades o la colaboración para elaborar proyectos conjuntos.

Por su parte, la incidencia en las políticas públicas de adaptación en salud pública al CC y la CA que se espera lograr en 2024 derivaría de la organización de reuniones técnicas entre los GC y los actores clave identificados en cada zona metropolitana, previa validación de resultados, verificación de los ejercicios presupuestales, marcos regulatorios y marcos programáticos metropolitanos o municipales. Este proceso se consensará con los GC y se planificarán tanto los mecanismos de convocatoria a las instancias legislativas locales o federales como la participación de los municipios y alcaldías.

En 2024, año de cierre del Pronaii, se pretende que el proceso participativo con los GC tienda hacia la transformación del entendimiento colectivo para atender los fenómenos metropolitanos. Ésta es una orientación que Kahane (2016) asocia con la síntesis colectiva de lo que pasa o puede pasar en contextos metropolitanos para transformar las relaciones, el trabajo conjunto, la empatía, la confianza y las acciones de incidencia.

Por lo anterior, los resultados de impacto de la incidencia a mediano y largo plazo se tendrán una vez concluido el proyecto y el efecto podrá observarse tiempo después, de acuerdo con la consolidación de los GC. En el presente capítulo se exponen los resultados de corto plazo del proceso de incidencia en políticas públicas.

En el segundo estudio de caso de incidencia social con maestras, mediante la reflexión y el análisis crítico de la experiencia de los diálogos y diferentes acciones con EmSP se han extraído lecciones valiosas, tanto de los logros alcanzados como de los desafíos enfrentados. En la tabla 4 se exponen estas lecciones a partir de cinco criterios, la tendencia que han tenido y una breve reflexión sobre los resultados y avances obtenidos.

Tabla 4. Lecciones aprendidas de los talleres de diálogo con embajadoras de salud planetaria

CRITERIO	TENDENCIA	REFLEXIONES
Fortalecimiento de las iniciativas sobre salud planetaria. Reflexión activa sobre CC, CA y salud pública	La voluntad de las EmSP ha permitido que inicien sus propios proyectos en su comunidad escolar o residencial, que promuevan la movilización hacia la adaptación al cambio climático y la disminución de la contaminación	Se ha logrado la captación de personas líderes que buscan mejorar las condiciones planetarias para promover la resiliencia de comunidades escolares frente a la crisis climática, a través de la resolución de las problemáticas socioambientales locales
Medidas paliativas	La mayoría de propuestas educativas iniciales fueron intervenciones que no integraban una visión prospectiva de solución, sin evidencia del impacto en el comportamiento de las personas involucradas en la comunidad escolar	Uno de los principales logros ha sido el involucramiento de escolares y tutores en iniciativas, además de integrar acciones de salud planetaria en el programa analítico de estudios con las metodologías de aprendizaje, basadas en proyectos participativos

CRITERIO	TENDENCIA	REFLEXIONES
Métodos participativos en nuevo plan de estudios	El recién integrado plan de estudios 2022 plantea, a través del modelo de la Nueva Escuela Mexicana, la participación comunitaria en la resolución de problemas socioambientales del entorno escolar	Existe iniciativa, pero faltan recursos –tiempo y preparación– por parte del magisterio para atender las problemáticas comunitarias, a través de la participación de diferentes actores
Difusión	Se ha conseguido aumentar la difusión y promoción del grupo, sin embargo, es aún insuficiente. Las actividades de comunicación externa –divulgación, promoción, difusión masiva de información sobre el grupo– e interna – avisos y vinculaciones– se deberán reforzar. Se busca contar con un acervo de proyectos escolares de salud planetaria	Hay recursos limitados humanos y económicos, entre otros. Se observa limitación de tiempo, experiencia e iniciativa para realizar estas actividades por otras personas dentro del grupo. Se requiere la inserción en el grupo de alguien con más experiencia en comunicación, o que más integrantes del grupo compartan esta responsabilidad
Coliderazgo	Las acciones de fortalecimiento estratégico en EmSP parecen recaer en unas cuantas, no se ha gestado la movilidad de todas las integrantes para llevar a cabo las acciones de integración y diálogo	La delegación de funciones de logística y gestión del grupo ha sido acaparada por algunas integrantes Es necesario, como en las actividades de difusión, que se comparta el liderazgo con todas

Fuente: elaboración propia.

A modo de conclusión, se identifican las siguientes recomendaciones para el caso 2:

1. Considerar –previo a la operación– la incorporación de recursos humanos internos o externos dedicados a la promoción del grupo para conformar redes estratégicas de acción con la misión del grupo EmSP.
2. Establecer objetivos y roles operativos claros del grupo, más allá de la misión.

3. Promover la participación de coliderazgo en cada embajadora, a través de compartir la responsabilidad de preparar y gestionar la logística de las sesiones de diálogo, como la presentación de temas, resultados e iniciativas.
4. Dar continuidad a la sistematización de la experiencia educativa de los talleres con el propósito de obtener retroalimentación sobre procesos para mejorar y rediseñar los talleres.
5. Continuar con la vinculación con la academia, función pública y sociedad civil para fortalecer y dar seguimiento a propuestas generadas durante la participación de EmPS con el GC presentado en el caso 1.
6. Ajustar o modificar los planes educativos. Las maestras líderes y los integrantes del GC del caso 1 deberán proponer cambios en los planes educativos de nivel básico, considerando la propuesta de la Nueva Escuela Mexicana.
7. Empoderar a las maestras líderes para la dirección de los talleres. Esto implica continuar con los talleres de diálogo, tanto con el grupo original como con nuevos integrantes. Se espera que las maestras líderes los repliquen en sus escuelas o zonas escolares para que en un futuro dirijan y lideren las actividades de capacitación y participación. Esta sería una acción transversal durante la realización paralela de las acciones para una retroalimentación y mejora de la formación de líderes del magisterio. Al respecto, en la tabla 3 se presentó una propuesta de contenidos temáticos de los talleres de diálogo para la generación de proyectos escolares de salud planetaria.

REFERENCIAS

- Arredondo Velázquez, M., Saldívar Moreno, A. y Limón Aguirre, F. (2018). Estrategias educativas para abordar lo ambiental. Experiencias en escuelas de educación básica en Chiapas. *Innovación educativa*, 18(76), 13-37.
- Betsill, M. M. y Bulkeley, H. (2006). Cities and the Multilevel Governance of Global Climate Change. *Global Governance*, 12(2), 141-159.
- Calixto-Flores, R. (2010). Educación popular ambiental. *Trayectorias*, 12(30), 24-39.
- Carta de la Tierra (s.f.). *La carta de la Tierra*. <https://cartadelatierra.org/lea-la-carta-de-la-tierra/>
- Grupos de colaboración (2023). *Impactos del cambio climático y de la contaminación del aire en la salud de la población mexicana: cobeneficios de la adaptación y mitigación en Zonas Metropolitanas de México*. <https://www.gruposdecolaboracion.com/>
- Herzig, M. y Chasin, L. (2006). *Promoviendo el diálogo a través de las divisiones. Guía de componentes básicos del Proyecto de Conversaciones Públicas (PCP)*. Fundación JAMS.
- Hill-Cawthorne, G. A. (2019). One Health/EcoHealth/Planetary Health and their Evolution. En M. Walton (ed.), *One Planet, One Health* (1-20). Sydney University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvggx2kn.6>
- Kahane A. (2016). *La planificación transformadora por escenarios*. Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- Kinney, P. L. (2008). Climate Change, Air Quality, and Human Health. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(5), 459-467. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2008.08.025>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2023). *Informe de los objetivos de desarrollo sostenible. Por un plan de rescate para las personas y el planeta*. https://unstats.un.org/sdgs/report/2023/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2023_Spanish.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) (1980). *La educación ambiental. Las grandes orientaciones de la*

- Conferencia de Tbilisi*. <https://eaterciario.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/09/orientaciones-de-la-conferencia-de-tbilisi-unesco.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2020). *Las funciones esenciales de la salud pública en las Américas. Una renovación para el siglo XXI. Marco conceptual y descripción*. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/53125/9789275322659_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Organización Panamericana de la Salud / Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS). (2023). *Cambio climático y salud*. <https://www.paho.org/es/temas/cambio-climatico-salud>
- Rahman, M. M., Barua, U., Khatun, F., Islam, I. y Rafiq, R. (2018). Participatory Vulnerability Reduction: An Urban Community-Based Approach for Earthquake Management. *Natural Hazards*, 93, 1479-1505. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3364-2>
- Rhodes, C. J. (2015). Permaculture: Regenerative-not Merely Sustainable. *Science Progress*, 98(4), 403-12. 10.3184/003685015X14467291596242.
- Wiggins, N. (2012). Popular Education for Health Promotion and Community Empowerment: a Review of the Literature. *Health Promotion International*, 27(3), 356-371. <https://doi.org/10.1093/HEAPRO/DAR046>
- Whitmee, S., Haines, A., Beyrer, C., Boltz, F., Capon, A. G., de Souza Dias, B. F., Ezeh, A., Frumkin, H., Gong, P., Head, P., Horton, R., Mace, G. M., Marten, R., Myers, S. S., Nishtar, S., Osofsky, S. A., Pattanayak, S. K., Pongsiri, M. J., Romanelli, C., Soucat, A., Vega, J. y Yach, D. (2015). Safeguarding Human Health in the Anthropocene Epoch: Report of The Rockefeller Foundation-Lancet Commission on Planetary Health. *Lancet*. 386(10007), 1973-2028. [https://www.thelancet.com/article/S0140-6736\(15\)60901-1/fulltext](https://www.thelancet.com/article/S0140-6736(15)60901-1/fulltext)

Cuarta parte

INNOVACIONES ENERGÉTICAS PARA MEJORAR
LAS CADENAS PRODUCTIVAS LOCALES

12. Impacto social del secado solar de alimentos en Hueyapan, Morelos

Octavio García Valladares, Rocío Carmen Martina Cortés Popoca, José Víctor Sánchez López, Elena Guadalupe Martínez Morales, Alfredo Domínguez Niño, Jesús Gabriel Ocaña Osorio, Jennifer Daniela Cruz Vázquez, Erika Lucía Sánchez Miranda, Ana Lilia César Munguía, Marisol Sánchez Esteban, Guillermo Hernández Chapa

RESUMEN

En la actualidad, los desperdicios de alimentos constituyen un impacto negativo para el medioambiente, ya que se generan residuos al no consumirse toda la producción alimentaria y los excedentes no están contribuyendo a mitigar el hambre y la pobreza (FAO, 2015). El desafío es resolver estas problemáticas a través de soluciones y estrategias centradas en mejorar la eficiencia y la sostenibilidad de las cadenas de suministro de alimentos.

Este capítulo comparte las experiencias y el impacto social, alimentario y ambiental logrado por el Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Centro comunitario para el deshidratado solar de productos agropecuarios de pequeños productores indígenas de Hueyapan, Morelos, México”. En específico, las metodologías de la ingeniería en energías renovables sobre el manejo del secado solar de

alimentos y la tecnología desarrollada sirvieron de base para diseñar acciones de trabajo relacionadas con los diversos problemas alimentarios del municipio indígena de Hueyapan.

Como resultado del proyecto, las y los participantes: 1) reflexionaron sobre su huella ecológica, así como sobre el valor de su patrimonio ambiental y alimentario; 2) se apropiaron de nuevos saberes sobre el secado solar de alimentos; y 3) comenzaron a vivir la experiencia del comercio justo de sus nuevos productos. El impacto social del proyecto se demuestra con la creación de nuevas formas de organización comunitaria sustentadas en sus propias costumbres, los procesos de educación no formal dirigida a las y los productores, así como las jornadas educativas orientadas tanto a las infancias como a juventudes de las escuelas de educación básica. La perspectiva social del proyecto se desarrolló con base en la educación popular y el empleo de metodologías de investigación-acción participativa para asegurar el respeto cultural y ecológico en cada paso del proyecto (Lönnqvist, 2018, p. 15).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, detener el colapso ecológico es una de las preocupaciones humanas más apremiantes, por lo que se ha generado una diversidad de estrategias que sirven de brújula para la construcción de un mundo sustentable. Enlazar el orden natural y social con la cultura y la sustentabilidad es fundamental para poner en práctica acciones ecológicas creativas y basadas tanto en el desarrollo como en la autogestión de las comunidades (Leff, 2022, p. 62).

En este contexto, es necesario conseguir que la producción de alimentos abastezca a la creciente población para reducir el hambre y la malnutrición, y al mismo tiempo se debe evitar la sobreexplotación de los recursos naturales por estar comprobada su relación con la reducción de la biodiversidad y el desperdicio de alimentos (FAO, 2023). No atender estos desafíos puede alterar la capacidad

del mundo para satisfacer las necesidades alimentarias presentes y futuras de la humanidad.

Si bien es cierto que las acciones para garantizar la seguridad alimentaria han fortalecido la producción, comercialización y consumo (Mance, 2013, p. 78), también se debe reconocer que han provocado la generación de excedentes de cultivos agrícolas, de los cuales al menos una parte se desperdiciará. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), cada año se pierden a nivel mundial 1 300 millones de toneladas de alimentos, 1 400 millones de hectáreas –el equivalente a 28% de toda la tierra cultivable– y 250 km³ de agua para producir alimentos que no serán consumidos (FAO, citado en Saucedo, Ayala y Montiel, 2020).

Estos desperdicios emiten alrededor de 8% del total de los gases de efecto invernadero (FAO, 2015). En México se pierden cada año alrededor de 12.5 millones de toneladas de alimentos, es decir, 37% de la producción nacional (Saucedo, Ayala y Montiel, 2020). Al ser tan compleja la situación alimentaria, se requiere adoptar medidas tanto para reducir los desperdicios como para lograr la seguridad alimentaria y nutricional sin perder de vista el cuidado del medioambiente (FAO, 2015).

Con base en el reconocimiento de las problemáticas alimentarias, ambientales y socioeconómicas del municipio indígena de Hueyapan, el Instituto de Energías Renovables de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), con la participación de la Universidad Internacional y la Universidad de Guadalajara, comenzó a trabajar en el Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Centro comunitario para el deshidratado solar de productos agropecuarios de pequeños productores indígenas de Hueyapan, Morelos, México”, en el marco del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronacec) del Conahcyt. El proyecto impulsa la aplicación de energía solar térmica y fotovoltaica en la conservación de alimentos frutales locales.

El uso de esta energía es la base del funcionamiento de los secadores solares que producen alimentos deshidratados, los cuales están

comenzando a ser valorados en términos nutricionales, culturales y económicos entre las y los habitantes del pueblo, así como entre las y los consumidores de los productos. La energía del sol, las frutas locales y las personas que participaron son los pilares de este proyecto de generación de energías limpias encaminado a cultivar la soberanía alimentaria.

En este Pronaii, el problema principal ha sido generar conciencia entre los habitantes de esta localidad sobre el manejo adecuado de sus excedentes alimentarios, los cuales provienen en su mayoría de una amplia variedad de frutas. En el presente, los agricultores de Hueyapan están sembrando más árboles de aguacate y están abandonando el cultivo de árboles frutales que durante décadas fueron su fuente principal de comercio y autoconsumo. La tendencia actual de su producción agrícola responde a la alta oferta y demanda de los productos, pero ha implicado el abandono en el cuidado y consumo de alimentos de calidad nutricional y con arraigo cultural.

Durante la fase semilla del proyecto, en 2021, se estableció contacto con 100 personas pequeñas productoras indígenas agrupadas en cuatro Comunidades de Aprendizaje Campesino (CAC) del programa Sembrando Vida. Primero se les presentó el proyecto y después se realizaron prácticas del proceso de deshidratado, desde la selección de fruta hasta el secado en pequeños secadores solares que proveyó el proyecto a cada CAC. En esta fase, la transparencia y claridad en los objetivos cultivó la confianza de las y los participantes y logró una interacción auténtica con las y los productores, ya que se comenzó a comprobar en la práctica la viabilidad de la propuesta presentada (fotografía 1).

Fotografía 1



Nota: a) volcán Popocatepetl; b) terrazas de los habitantes; c) árboles cultivados en las Comunidades de Aprendizaje Campesino (CAC); d) vivienda tradicional. Aspectos del municipio indígena de Hueyapan. Fotos: a) y d) Erika Sánchez; b) y c) Rocío Cortés.

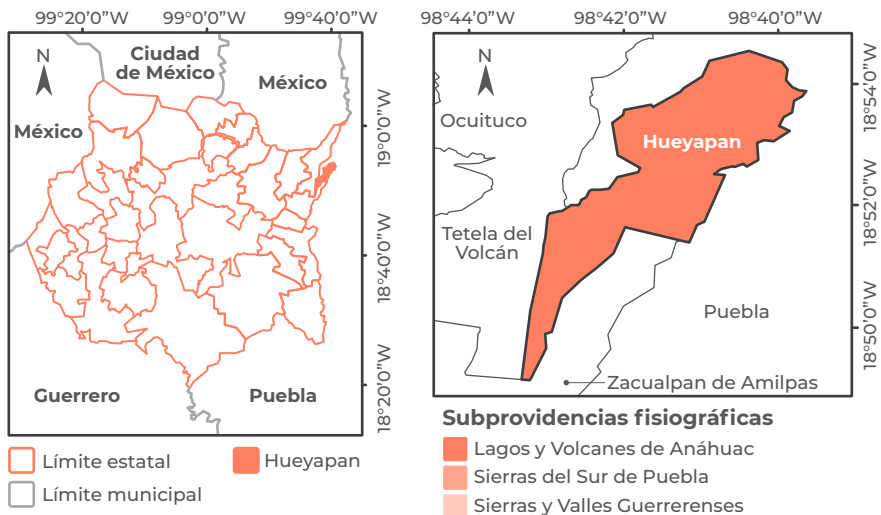
La ejecución de cada una de las acciones del proyecto se sustentó en los resultados del diagnóstico aplicado en la fase semilla. Este último proporcionó evidencias de la problemática alimentaria del pueblo, la cual se centraba en la alta producción de frutas que estaba perdiendo valor tanto alimentario como económico, y que se estaba convirtiendo en desperdicios. Para los integrantes del proyecto una prioridad fue garantizar que las personas participantes tomaran decisiones informadas al implementar los procesos de transformación alimentaria propuestos, los cuales fueron diseñados para adaptarse a la cultura alimentaria y del cuidado del ambiente de la comunidad.

El presente capítulo relata la trayectoria ambiental, metodológica, educativa y social del Pronaii para que mujeres, hombres, niñas, niños y juventudes de Hueyapan aprendieran a manejar las tecnologías de deshidratación de alimentos con energía solar térmica en un contexto de economía circular.

PROBLEMÁTICA ALIMENTARIA DE HUEYAPAN

El pueblo indígena de Hueyapan es una comunidad autónoma. Se rige por usos y costumbres y conserva el uso de la lengua náhuatl. Hueyapan se localiza en la región oriente de Morelos, por lo que colinda con el estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son 18°53' norte y 98°41' oeste (mapa 1). Se sitúa en las estribaciones del volcán Popocatepetl con una altitud aproximada de 2300 m sobre el nivel del mar.

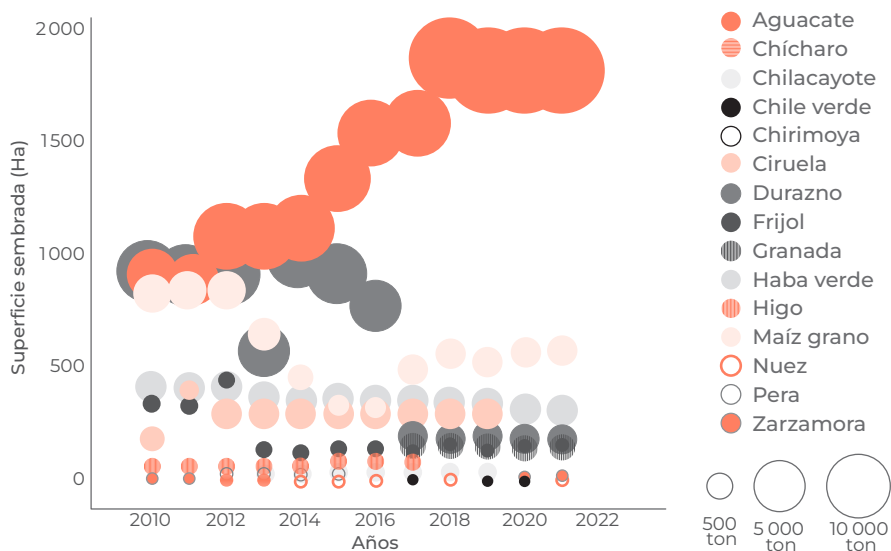
Mapa 1. a) Ubicación geográfica de Hueyapan a nivel estatal; b) localización del municipio autónomo de Hueyapan, Morelos.



Fuente: Secretaría de Hacienda y Dirección General de Planeación Participativa e Información, con datos del Marco Geoestadístico 2020 del Inegi.

Las tierras de Hueyapan son muy fértiles y disponen de un excelente suministro de agua que permite el cultivo agrícola durante todo el año. En la actualidad, los productores centran sus cultivos en el aguacate y han dejado de cuidar los árboles frutales que durante décadas fueron la base de su alimentación y de su economía. De acuerdo con los resultados de la encuesta aplicada en la fase semilla, se desperdician más de 20 tipos de frutas, hongos y plantas medicinales que se cultivan en el lugar: pera, durazno, manzana, calabaza, chilacayote, limón, membrillo, tejocote, naranja, chirimoya, chayote, zarzamora, fresa, ciruela, nopales, granada, chile manzano, higo, aguacate, maíz, frijol, cedrón, nuez, hongos y plantas medicinales. La figura 1 muestra la producción en toneladas (ton) anuales, su evolución a través de los años y su relación con la superficie sembrada (Ha).

Figura 1. Superficie sembrada y producción anual de diferentes productos agrícolas de Tetela del Volcán presentes en Hueyapan a lo largo del tiempo



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la gráfica, el cultivo del aguacate ha desplazado a través de los años al del resto de los productos. Al mismo tiempo, el abandono del cultivo de los árboles frutales genera una producción de mala calidad, que conlleva al establecimiento de un bajo precio para su comercialización y a la pérdida del autoconsumo familiar, local, regional y estatal. Este cambio en la situación agrícola generó un impacto en la cultura alimentaria, ya que, al dejar de consumirse, las frutas se están convirtiendo en desperdicios alimentarios (fotografía 2).

Fotografía 2



Árboles frutales de Hueyapan con desperdicio alimentario. **Foto:** Rocío Cortés.

ACCIONES SOCIALES Y AMBIENTALES

Para disminuir el desperdicio alimentario y fortalecer el desarrollo ambiental, social y económico de las familias de Hueyapan, el proyecto diseñó sus acciones con base en los siguientes cuatro componentes (fotografía 3): *a*) una organización local comunitaria; *b*) programas educativos y de capacitación para niñas, niños, jóvenes y adultos con perspectiva de género; *c*) tecnología generadora de energía limpia para el deshidratado de alimentos en un contexto de economía circular; y *d*) cadenas rentables y justas de comercialización de productos agropecuarios.

Fotografía 3



Nota: a) integrantes de la Cooperativa FrufreDesCo de Hueyapan, Morelos; b) talleres educativos impartidos en escuelas públicas de nivel básico; c) tecnología generadora de energía limpia para el deshidratado de alimentos en un contexto de economía circular; y d) comercialización de productos frutales deshidratados al sol.

Componentes del proyecto. **Fotos:** a), b) y c) Erika Sánchez; d) Rocío Cortés.

METODOLOGÍAS PARTICIPATIVAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN ALIMENTARIA

En el pueblo indígena de Hueyapan los problemas ambientales y sociales coinciden con los planteamientos de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de la *Agenda 2030*, en términos de las dificultades que vive la población para lograr el crecimiento económico, la inclusión social y la protección del medioambiente (ODS, 2024). En este sentido, el proyecto se centró en evitar el aumento de la pobreza, proteger el planeta, así como mejorar las vidas y perspectivas de las personas.

Los resultados alcanzados por el proyecto se han logrado gracias al manejo de metodologías cualitativas que permitieron reconocer tanto la importancia del conocimiento tradicional, como el papel clave de las mujeres, hombres, niñas, niños y jóvenes. El empleo de la educación popular y la investigación-acción participativa detonó reflexiones y diálogos sobre preocupaciones, ideas y enfoques relacionados con la problemática alimentaria (Cortez, 2014, p. 28). El proyecto se convirtió en una comunidad de aprendizaje entre todos los actores sociales participantes porque se construyó un espacio para la comprensión de las problemáticas sociales, ambientales, alimentarias, económicas, políticas y culturales de Hueyapan, orientado a satisfacer las necesidades de transformación alimentaria (Cortez, 2014, p. 31).

RESULTADOS

El Pronaii “Centro comunitario para el deshidratado solar de productos agropecuarios de pequeños productores indígenas de Hueyapan, Morelos, México” incidió en el manejo alimentario de la población mediante el secado solar de frutas y plantas medicinales locales. En respuesta a las necesidades del contexto alimentario y agrícola del pueblo, se consolidaron prácticas que involucran nuevas formas de organización social, programas educativos dirigidos a infancias, juventudes y adultos, la implementación de tecnología basada en energías renovables y el manejo de procesos de comercialización desde un enfoque justo e incluyente.

Estas acciones crearon las condiciones para innovar en la metodología e implementación de la tecnología de secado solar desarrollada por el Instituto de Energías Renovables de la UNAM, con base en las prácticas contextualizadas en Hueyapan para la construcción de una perspectiva alimentaria sustentable.

Las acciones del proyecto se organizaron de acuerdo a los componentes que se describen a continuación.

a) Creación de una organización local comunitaria

La metodología del trabajo social fue empleada para conocer y comprender con la comunidad las necesidades, conflictos y oportunidades del uso de las energías renovables, de modo que fuera posible superar el desaprovechamiento y el desperdicio de los frutos de sus parcelas, lo que requirió a su vez distintos aprendizajes para trabajar en colectivo. El acercamiento respetuoso y humano creó lazos para que la ciencia y el humanismo orientaran los sueños y aspiraciones de las y los productores y académicos. Como resultado, se consolidó una cooperativa -con principios, valores y compromisos comunitarios- para la construcción de una planta de secado solar, única en el país.

Hueyapan es una población indígena que se ha mantenido cercana a sus raíces mediante la conservación de sus propias costumbres de organización política y cultural. En este sentido, las y los propios productores tomaron decisiones de acuerdo con sus necesidades económicas, sociales y culturales para la creación de la cooperativa.

Para impulsar la organización local comunitaria se realizó un programa de capacitación que incluyó información técnica sobre figuras jurídicas: asociación civil, sociedad civil, sociedad anónima y sociedad cooperativa. Esto permitió dimensionar de manera colectiva los alcances operativos de la planta deshidratadora -alimentada con energía solar- en términos de producción y comercialización. Los habitantes de Hueyapan y los participantes del proyecto reflexionaron sobre las ventajas y desventajas sociales, identitarias, económicas e incluso políticas de cada figura asociativa, tras de lo cual votaron en asamblea a mano alzada para constituirse como sociedad cooperativa.

Se continuó entonces con la revisión y redacción de estatutos, reglamentos internos y dinámicas propias de la organización y coordinación de actividades. Esto último fue esencial para consolidar la participación de los integrantes, ya que en su quehacer cotidiano se combinan la producción en sus parcelas, los compromisos familiares, las responsabilidades

comunitarias y el desempeño de cargos como jefes de manzana, comandantes de barrio o integrantes de comités de barrio. Durante la asamblea, los participantes hicieron los siguientes comentarios:

- “La forma de organizarse es similar a los usos y costumbres de nuestra comunidad”.
- “Organizarse en cooperativa ayudará a producir y comercializar los productos”.
- “Desde la cooperativa se puede ayudar a la comunidad”.
- “Con la cooperativa se puede hacer actividades en bien de la comunidad, de algún barrio o de algunas familias”.
- “Con la cooperativa se pueden hacer convenios con otras instituciones, organizaciones, comunidades y cooperativas”.

Tanto el trabajo en equipo como el ejercicio de su liderazgo y toma de decisiones se realizaron de manera horizontal conforme a la visión comunitaria de su propia cultura, donde todos se reconocen como líderes para que de manera flexible todos sean un solo equipo.

Por último, el nombre de la sociedad cooperativa se definió como *FruFreDesCo*, acrónimo de Frutas Frescas Deshidratadas para la Comercialización. Su lema es: *Productos naturales, secos y sostenibles. Fortaleciendo las raíces*. Los cooperativistas llegaron a un acuerdo sobre el logo de la cooperativa y decidieron que la palabra *huelic* –“sabroso” en náhuatl– fuera el nombre de la marca de los productos (figura 2).

Figura 2. Logotipo y marca de los productos deshidratados para su comercialización



Fotos: a) Erika Sánchez; b) Víctor Sánchez.

b) Programa educativo y de capacitación para las niñas, niños, jóvenes y adultos con perspectiva de género

Las acciones educativas fueron impartidas a cuatro grupos de la población: 1) las y los productores; 2) estudiantes de niveles de educación básica; 3) madres y padres de familia de las escuelas participantes; y 4) docentes de la secundaria técnica agropecuaria núm. 26 ubicada en Hueyapan. El objetivo general del programa fue que las y los participantes reflexionaran y adquirieran nuevas prácticas para el cuidado del medioambiente en su propio contexto. El objetivo específico fue demostrar y aplicar estrategias para la conservación de sus frutos y plantas medicinales por medio del secado solar. La población participante aprendió, por medio de talleres, diversas metodologías de la ingeniería en energías renovables sobre el manejo y el uso de la tecnología aplicada a la deshidratación solar de alimentos.

- *Talleres a las y los productores.* Ante la situación social y alimentaria de Hueyapan, el proyecto impulsó por medio de la educación

popular la transformación alimentaria para que la población asistente aprendiera los procesos y tecnologías que se manejan en el secado solar de alimentos para detonar procesos de conservación alimentaria. Los talleres de secado solar fueron la estrategia necesaria para promover la innovación alimentaria, el cuidado de los recursos naturales, de la salud y de la alimentación, así como para prolongar la vida de anaquel de sus alimentos. Los talleres emplearon secadores solares para capacitar a las y los productores.

- *Talleres educativos en escuelas de nivel educativo básico.* El objetivo de los talleres educativos fue promover la apropiación del secado solar como parte de una nueva estrategia alimentaria para mejorar las condiciones sociales a nivel económico, social, cultural y ambiental, al incidir en la visión y agencia de niñas, niños, adolescentes, docentes, madres y padres de familia. Con este propósito, la planeación didáctica de los talleres educativos se orientó hacia la capacitación para el manejo de los recursos renovables, ya que son las niñas, los niños, los adolescentes y los jóvenes quienes pueden comenzar a responsabilizarse del manejo de sus recursos naturales para fortalecer los procesos de sustentabilidad en su comunidad.

Los talleres educativos fueron diseñados con base en el aprendizaje significativo para lograr que las experiencias se conserven durante toda la vida. Los enfoques teóricos y pedagógicos empleados fueron la psicología del desarrollo, la antropología de la infancia y la educación. Las sesiones de los talleres buscaron establecer “la relación directa del educando con su realidad a través de los contenidos del programa” (Salinas y Márquez, 2020, p. 15), es decir, los conocimientos, los problemas y los fenómenos sociales reales de las y los estudiantes se convirtieron en situaciones educativas con el propósito de recuperar el aprecio por los saberes de su pueblo. En especial, se reflexionó sobre el cuidado de los árboles de su patio, de su huerto y de la fauna que habita en su territorio.

Las sesiones emplearon el enfoque de la afectividad ambiental (Giraldo y Toro, 2020, pp. 119-120) para profundizar la sensibilidad y la empatía hacia su hábitat. Hablar de emociones se refiere a seis principales estados (Gutiérrez-Soriano y Zamora-López, 2022): tristeza, miedo, enojo, desagrado, sorpresa y alegría.¹ En este sentido, se propició que ellos reconocieran sus emociones con relación al aprecio de su medioambiente.

Las historias que relatan las y los alumnos de cuarto y sexto de primaria evidencian la forma en la que entienden su contexto. Para Giraldo y Toro (2020, p. 20) los saberes ambientales son un arte que se adquiere al vivir, y se descubre al caminar, sentir, tocar, comer, llorar, cantar, oler y escuchar el entorno. Gracias a que las niñas y los niños de Hueyapan viven estas situaciones, sus narrativas describen sus experiencias y contactos con su territorio, con sus árboles, sus animales y sus alimentos. Entre los discursos más significativos se encuentran los siguientes:

- “Yo me voy con mis abuelitos a las cuatro de la mañana y llegamos ya tarde porque sembramos todo el día. Yo los acompaño y les ayudo”.
- “Mi mamá va al viaje [a vender] y lleva mermeladas que nosotros hacemos. Yo les ayudo a mi abuelita y mi mamá”.
- “Es que ese árbol lo cuidamos mucho. Desde que nació el árbol ya estaba, y mi abuelito lo riega y le echa abono”.
- “También recordé el níspero y el aguacate por su sabor. Me gustan mucho”.
- “Recordé también a la chirimoya por su sabor, pero sabe bien feo”.
- “Por el sonido recordé a las gallinas que tiene mi mamá, los perros y las avispas, y también las moscas”.

¹ Gutiérrez-Soriano y Zamora-López (2022) plantean que, dentro de las diversas concepciones sobre las emociones, estos seis tipos de respuestas emocionales podrían considerarse universales, ya que están presentes en todas las culturas.

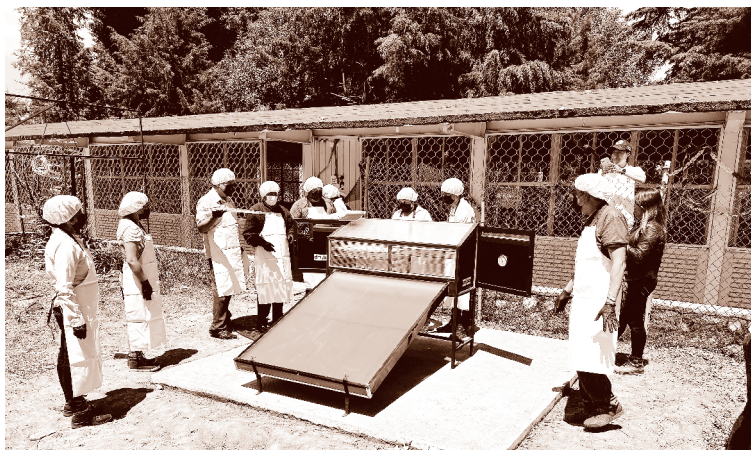
Los saberes ambientales de las y los alumnos de las escuelas primarias son producto de su experiencia cotidiana, la cual está acompañada de abuelos, abuelas, tías, tíos, primos, primas, madres y padres, quienes fun- gen como generadores del conocimiento de su entorno. Los infantes de Hueyapan sorprenden por el nivel de conocimiento que tienen de su con- texto cercano. Sus discursos revelan procesos de apropiación del entor- no y saberes de conservación de los alimentos, por mencionar algunos ejemplos.

- *Talleres educativos en la secundaria técnica agropecuaria.* El objeti- vo del programa educativo es que durante los tres años escola- res una misma generación de alumnos aprenda estrategias de emprendimiento con los productos frutales secados con el sol. Durante las dos primeras etapas se logró que las y los alumnos reflexionaran sobre su contexto social, reconocieran sus saberes locales, evaluaran el impacto del cambio climático, analizaran los procesos históricos, geográficos, identitarios, alimentarios y agrícolas de su pueblo, así como que comprendieran que algunos problemas de Hueyapan siguen siendo el crecimiento poblacional, los bajos promedios de escolaridad, el porcentaje de migración de la población joven y el abastecimiento del agua –el cual se hace mediante un sistema de mangueras y no por una red de agua po- table. Al mismo tiempo, se destacaron cambios positivos, como el fortalecimiento económico derivado del aprovechamiento de las tierras de cultivo.
- *Talleres de capacitación a profesores y profesoras de la secundaria téc- nica agropecuaria.* El propósito fue fortalecer en las y los docentes de la secundaria sus conocimientos sobre el cuidado de las tie- rras de cultivo, además de enriquecer sus saberes sobre las venta- jas del uso de los procesos de secado solar y sobre el manejo de la tecnología empleada para este fin. Una de las estrategias fue obse- quiar un secador solar tipo gabinete (fotografía 4) a la secundaria,

el cual servirá como material didáctico para que las y los docentes lo utilicen en las diferentes asignaturas. Con la tecnología mencionada se impartieron talleres a los docentes sobre secado solar.

- *Talleres de secado solar de alimentos para madres y padres de familia.* La capacitación a madres y padres de familia de los grupos escolares atendidos en preescolar y primaria tuvo el objetivo de que aprendieran a manejar los procesos de secado solar con las frutas de sus huertos para el autoconsumo familiar. Asimismo, se logró que reflexionaran sobre la problemática ecológica y social de su entorno, así como que descubrieran que el aprecio y preocupación que tienen por sus recursos naturales son valorados por diferentes grupos académicos e instituciones.

Fotografía 4



Secador solar tipo gabinete. **Foto:** Rocío Cortés.

Acciones de divulgación científica

El secreto de Julia para secar alimentos con el sol. Compartir conocimientos sobre la deshidratación solar requirió editar un manual ilustrativo tipo

cuento que promueve la educación ambiental en la población escolar de primaria y secundaria. El libro *El secreto de Julia para secar alimentos con el sol* –de la autoría de Octavio García Valladares, Amaranta Leyva Pérez Gay, Isaac Pilatowsky Figueroa y Patrick Polatowsky Goñi, con ilustraciones de Rodrigo Vargas Chapela– abre la oportunidad de desarrollar interés en el manejo de estrategias de conservación y transformación de los alimentos (figura 3).

El personaje central del cuento es una niña que disfruta enseñar el manejo de la tecnología para el secado solar de los alimentos. La intención principal de esta publicación es la divulgación científica para generar aprendizajes sobre el manejo adecuado de las energías renovables –en específico el secado solar– y sobre la importancia de cuidar el medioambiente. El manual está escrito en náhuatl y en español. Cada una de sus hojas permite ejercitar la escritura y los saberes de tres lenguajes: el científico, el náhuatl y el español. Esta combinación contribuye al fortalecimiento del patrimonio lingüístico del pueblo de Hueyapan.

Figura 3. Portada del libro *El secreto de Julia para secar alimentos con el Sol*



Nota: El enlace para descargar esta publicación de forma gratuita se encuentra en el apartado de referencias de este capítulo.

Fuente: elaboración propia.

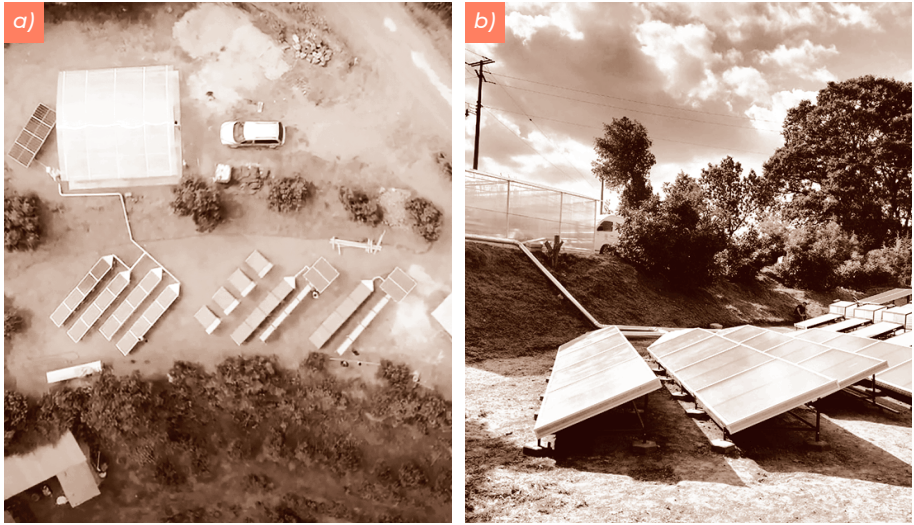
c) Tecnología generadora de energía limpia para el secado de alimentos en un contexto de economía circular (energía solar)

La energía renovable utilizada para las diferentes aplicaciones del proyecto es la energía solar, abundante en nuestro país. En específico se utiliza de tres formas: 1) la energía solar fotovoltaica -producción de electricidad- para mover los ventiladores usados en los sistemas de secado solar autónomos; 2) la energía solar térmica para el calentamiento de aire en los secadores solares; y 3) la energía solar térmica para el calentamiento de agua requerido en el cuarto de procesamiento de alimentos.

El centro comunitario (fotografía 5) es el espacio donde se concentra la tecnología de secado solar de alimentos desarrollada y adecuada por el Instituto de Energías Renovables de la UNAM. Además de generar trabajo social, este lugar permite transformar los alimentos que se han desechado durante años en Hueyapan y representa un avance en la disminución de la desigualdad, la pobreza y el hambre. El trabajo en el centro comunitario fortalece el pensamiento crítico de los cooperativistas para motivarlos a innovar en términos de acciones alimentarias.

La planta comunitaria de secado solar de alimentos de Hueyapan cuenta con cuatro secadores solares tipo gabinete, dos secadores solares tipo túnel, un secador solar tipo invernadero con captadores solares para calentamiento de aire y un cuarto de procesamiento. Los sistemas de secado solar instalados en la actualidad tienen una capacidad de 280 charolas de 43 x 63 cm, lo que representa un área de secado solar de alimento equivalente a 75.6 m². Lo anterior permite en un día de sol secar alrededor de 170 kg de manzana, pera o durazno fresco en rebanadas de 3 mm de espesor (fotografía 6), lo que resultará en cerca de 17 kg de fruta deshidratada, el equivalente a una producción diaria de alrededor de 500 bolsas comerciales de 35 g, aproximadamente 10 mil bolsas al mes.

Fotografía 5



Nota: En el apartado de referencias de este capítulo se incluye el enlace del video del centro comunitario de secado solar de Hueyapan, Morelos. Centro comunitario para el deshidratado solar de productos agropecuarios de pequeños productores indígenas de Hueyapan **Fotos:** a) Gabriel Ocaña; b) Erika Sánchez.

Fotografía 6



Secado solar de frutas. **Foto:** Erika Sánchez.

La ejecución del proyecto se sustenta en la aplicación y el intercambio de saberes entre los habitantes de Hueyapan y los integrantes de este Pronaii. De esta forma, el conocimiento científico y el establecimiento de las condiciones de autoorganización de los productores agrícolas contribuyen a la operación de una planta de deshidratado solar. Las acciones planteadas son parte de un sistema complejo donde el entorno produce la descripción de sí mismo para orientar el proceso de implementación del proyecto (Luhmann, 1998, p. 32).

La creación del centro comunitario ha generado expectativas, ilusiones y un gran deseo en los integrantes por construir algo benéfico para su pueblo. Las capacitaciones -tanto sociales como técnicas- y el trabajo comunitario han logrado que el proyecto “se enraíce” en la comunidad. En la actualidad la gente reconoce que en su pueblo existe una “deshidratadora” -nombre que le han puesto de forma coloquial al centro comunitario- y, con ello, su existencia ha comenzado a integrarse y proliferar en el imaginario colectivo. La difusión del centro impulsada por los integrantes de FruFreDesCo mediante la elaboración de murales en los barrios (fotografía 7) para divulgar su identidad -lema y logo- y los principios cooperativistas que los unen promueve que vecinos, familiares, visitantes y autoridades locales identifiquen el lugar y lo transmitan de manera oral.

Fotografía 7



Mural elaborado por la sociedad cooperativa de deshidratación de frutas de Hueyapan.
Foto: Erika Sánchez.

d) Cadenas rentables y justas de comercialización de productos agropecuarios

La cooperativa FruFreDesCo creó la marca *Huelic* para impulsar la venta de sus productos en diversos espacios de comercialización y promoción. La visión del comercio justo permite el “fortalecimiento de las organizaciones de productores al fomentar el aprendizaje y acceso al mercado, acceso al crédito, mejoramiento de la calidad del producto y la credibilidad de la organización, acceso a proyectos de desarrollo, establecimiento de nuevas redes nacionales e internacionales” (Pérez y Sarmiento, 2020). En este sentido, el proyecto propició que los participantes comprendan que la comercialización es un camino que va de la mano con el desarrollo sustentable, porque es el pilar para lograr beneficios ambientales, sociales, culturales y económicos (Pérez y Sarmiento, 2020).

Los integrantes de la cooperativa están consolidando su imagen como emprendedores comprometidos con la innovación, la sostenibilidad, el desarrollo económico y la conservación de sus raíces. En específico, están tejiendo una red estratégica de participación en eventos clave para impulsar sus productos a escala local, estatal e internacional, de modo que les sea posible posicionarse en el mercado (fotografía 8). La participación en eventos organizados por instituciones gubernamentales de todos los niveles ha sido la oportunidad para que los cooperativistas comiencen a vender sus productos.

Fotografía 8



Comercialización de productos en El mercadito verde de Morelos, Cuernavaca. **Foto:** Erika Sánchez.

CONCLUSIONES

Las metodologías de la ingeniería en energías renovables sobre el manejo de deshidratación solar de alimentos sirvieron de base para diseñar acciones de trabajo relacionadas con los diversos problemas alimentarios del municipio indígena de Hueyapan. Promover el cuidado y la reflexión de su huella ecológica generó que las personas participantes revaloraran su patrimonio ambiental y comenzaran a evitar el desperdicio de las frutas cosechadas en sus tierras. El reconocimiento de las problemáticas alimentarias por parte del proyecto promovió en los actores sociales la apropiación de saberes sobre el secado solar, la conservación de alimentos y la incorporación del sabor de las frutas deshidratadas de sus huertos en sus propias dietas.

El trabajo de intercambio e interacción entre las instituciones participantes y los productores agrícolas de Hueyapan consiguió que mujeres, hombres, niñas, niños y adolescentes sigan apropiándose y responsabilizándose del manejo de sus recursos naturales. A su vez, el hecho de que 15 personas pequeñas productoras indígenas decidieran

consolidarse como una sociedad cooperativa detonó la reflexión entre los habitantes de la localidad y estableció un precedente en el entorno educativo para que tanto las y los estudiantes como sus tutores reflexionen sobre el cuidado del medioambiente desde una perspectiva de sustentabilidad y del manejo responsable de las energías renovables.

Con la creación de la cooperativa, se generaron espacios de capacitación para personas adultas y se establecieron condiciones favorables para la creación de un centro comunitario en torno a la deshidratación solar de frutas y la comercialización de los productos con un valor agregado. La apropiación de nuevos conocimientos sobre la energía solar y el reconocimiento de los beneficios de saber usar la tecnología de los secadores solares demostraron a las y los participantes, gestores comunitarios e investigadores su capacidad para contribuir a alcanzar la sostenibilidad social, ambiental, alimentaria y económica de Hueyapan.

Con la consolidación del proyecto se tendrán las herramientas necesarias para reproducir este modelo social y ambiental a lo largo y ancho del país. Sin embargo, será necesario que su implementación se realice conforme al contexto de cada lugar, a los factores climáticos y a los tipos de productos agrícolas a deshidratar. La sostenibilidad a largo plazo de este proyecto se conseguirá en la medida en que se encuentren mercados de distribución para comercializar los productos generados por la cooperativa FruFreDesCo. Esto último se pretende consolidar en la tercera etapa del Pronaii con el apoyo del área de cadenas de valor del programa Sembrando Vida de la Secretaría del Bienestar.

La introducción de nuevas prácticas alimentarias es una responsabilidad sociocultural que requiere de la ética para tomar decisiones adecuadas. En este sentido, la incidencia social del proyecto consistió en crear las condiciones para que la población reconociera al secado solar de alimentos como una oportunidad para evitar su desperdicio, así como para reconfigurar estrategias de desarrollo y bienestar. Hueyapan dispone de condiciones para producir un excedente de frutas que requiere ser aprovechado. En este sentido, el sol, la tecnología y las personas fueron

los recursos más valiosos para propiciar cambios de beneficio social, ambiental, alimentario, económico y cultural.

El proyecto se ha convertido en un espacio generador de trabajo social en torno a la experiencia de transformar alimentos que se han desechado por años en Hueyapan. Más aún, la planta de secado solar se ha convertido en un espacio que promueve el diálogo, el pensamiento crítico y la organización social para alcanzar la sostenibilidad financiera de la cooperativa FruFreDesCo.

En el presente, la humanidad enfrenta grandes retos: abatir el hambre y la pobreza, ahorrar y usar de forma eficiente la energía, priorizar el uso de las energías renovables, mitigar la emisión de gases de efecto invernadero y evitar en lo posible la contaminación del agua y del suelo. En este sentido, las acciones y las decisiones planteadas por el Pronaii “Centro comunitario para el deshidratado solar de productos agropecuarios de pequeños productores indígenas de Hueyapan, Morelos, México” satisfacen necesidades de la sociedad y se enmarcan en el cuidado del medioambiente, el trabajo, la cultura, la alimentación, la educación -para todos y para toda la vida- y el uso de las energías renovables. De esta forma, el proyecto se alinea con el cumplimiento de la *Agenda 2030* y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la Organización de las Naciones Unidas.

REFERENCIAS

- Cortez, C. (2014). *Investigación y acción social*. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Giraldo, O. y Toro, I. (2020). *Afectividad ambiental. Sensibilidad, empatía, estéticas del habitar*. Universidad Veracruzana.
- Gutiérrez-Soriano, J. y Zamora-López, B. (2022). *Funciones mentales: neurobiología*. Facultad de Medicina-Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). https://psiquiatria.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2022/06/2022-Funciones-mentales-_neurobiologia.pdf

- Leff, E. (2022). *Racionalidad ambiental, reapropiación social de la naturaleza*. Siglo XXI Editores.
- Lönnqvist, N. (2018). *Morral de experiencias para la seguridad y soberanía alimentaria*. Colegio de la Frontera Norte.
- López, R. (2020). *La huella ecológica, clave para descifrar el efecto de las actividades humanas en el planeta*. UNAM. <https://www.gaceta.unam.mx/la-huella-ecologica/>
- Luhmann, N. (1998). *Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general*. Universidad Iberoamericana.
- Mance, E. (2013). *Hambre cero y economía solidaria. El desarrollo sustentable y la transformación estructural de Brasil*. UNAM.
- Moreno, A. y Casas, A. (comp.) (2016). *Etnoagroforestería en México*. UNAM. <http://librooa.unam.mx/bitstream/handle/123456789/248/AgroForest%20V%20ELECTRONICA.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2024). *La Agenda para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2015). *Iniciativa mundial sobre la reducción de la pérdida y el desperdicio de alimentos*. <https://www.fao.org/3/i4068s/i4068s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2023). *Alimentación y agricultura sostenibles*. <https://www.fao.org/sustainability/es/>
- Ojeda, A. (2020). *Pedagogías del sabor. Un abordaje de investigación y acción comunitaria para la alimentación saludable y el autocuidado*. FES Zaragoza-UNAM. https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/csociales/Pedagogias_sabor-nov5.pdf
- Pérez, M., Sarmiento, J. y Arancibia, E. (2020). El comercio justo como estrategia para el fortalecimiento de las artesanías de madera, en Dzityá, Yucatán. En *Factores críticos y estratégicos en la interacción territorial de desafíos actuales y escenarios futuros* (pp. 757- 774). UNAM. <https://ru.iiec.unam.mx/5183/>

- Salinas, B., Márquez, E. y Huerta, G. (2020). *Educación para la vida comunitaria y productiva*. Universidad Iberoamericana Puebla.
- Saucedo, G., Ayala T. y Montiel C. (2020). *Despilfarro: pérdida/desperdicio de alimentos*. UNAM. https://www.zaragoza.unam.mx/wp-content/Portal2015/publicaciones/libros/csociales/Pedagogias_sabor-nov5.pdf
- Touza, L. (2021). *Consagración de las comidas escolares en la ley en Cabo Verde*. FAO. <https://www.fao.org/news/countries-good-practices/article/en/c/1394385/>

VIDEOS Y DESCARGAS DEL PROYECTO

- “Centro Comunitario de Secado Solar de Hueyapan, Morelos: Historia, Retos e Impacto”, canal Secado Solar - IER-UNAM. <https://youtu.be/Ok-bgFziwWY>
- “¿Cómo es Hueyapan visto por su gente? - Entrevistas a productores indígenas de Hueyapan, Morelos”, canal Secado Solar - IER-UNAM. <https://youtu.be/z3dIVTP6VfM>
- “El fruto de un trabajo colectivo - Cooperativa FruFreDesCo”, canal Secado Solar - IER-UNAM. <https://youtu.be/kFoVuN5rOMg>
- “Presentación del libro - El secreto de Julia para deshidratar alimentos con el Sol”, canal Secado Solar - IER-UNAM. <https://www.youtube.com/watch?v=fSNChwMcsus&t=4s>
- Canal de YouTube Secado Solar - IER-UNAM. <https://www.youtube.com/channel/UCdwSrSoNjuuRYC1BSW6EZWw>
- Talleres Educativos: “La energía solar es el futuro de nuestros niños - Talleres Educativos”, canal Secado Solar - IER-UNAM. https://youtu.be/_Co3V6Fiik
- TikTok Secado Solar - IER-UNAM. https://www.tiktok.com/@secado_solar_ier.unam?is_from_webapp=1&sender_device=pc
- Video del centro comunitario de secado solar de Hueyapan, Morelos: “Sembrando innovación en Hueyapan, Morelos”, canal Secado Solar - IER-UNAM. <https://www.youtube.com/watch?v=CWS7ZeNf29c>
- Descarga gratuita del libro español-náhuatl *El secreto de Julia para secar*

alimentos con el sol. https://secadosolarhueyapan.ier.unam.mx/wp-content/uploads/2023/07/El%20secreto_de%20Julia_conahcyt.pdf
Instagram Secado Solar - IER-UNAM. https://www.instagram.com/secado_solar_ier.unam/

13. Promoción del bienestar socioeconómico de comunidades rurales piloncilleras con base en la adecuada gestión de energía generada con residuos orgánicos y recursos naturales

Marco A. Sánchez Castillo, Claudia Escudero Lourdes, L. Fabiola Palomo González, Clara María Martínez Jasso, Sergio A. Gómez Torres, José Antonio de los Reyes Heredia, Agustín J. Castro Montoya, Elia Ma. Enríquez Santiago, Obispo Santos Socorro, Venancio Martínez Valentín, César Gómez Salvador

RESUMEN

En comunidades rurales que han sido vulneradas, el acceso equitativo a la energía determina en gran medida el bienestar de las familias, así como la productividad y la calidad de los productos artesanales de sus pequeñas unidades agroindustriales. En el caso de las comunidades tének que producen piloncillo artesanal en la región Huasteca de San Luis Potosí, existen rezagos en el uso eficiente de la energía y todavía no se considera el empleo de fuentes alternativas de energía en sus actividades productivas ni domésticas.

Para atender esta situación, distintiva también de otras unidades agrícolas y agroindustriales rurales en el país, el Proyecto Nacional de

Investigación e Incidencia (Pronaii) “Desarrollo social y económico de pequeñas unidades agroindustriales con base en la socialización, gestión, generación y/o uso eficiente de energía sostenible”, –en el marco del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) del Conahcyt– tiene como objetivo desarrollar procesos circulares para convertir las unidades piloncilleras –conocidas como *trapiches*– en microbiorrefinerías rurales con cero residuos, que conviertan los recursos naturales y los residuos de estas unidades en productos de valor agregado que puedan ser comercializados de forma directa por los productores y sus familias en un esquema de emprendimiento social, como preámbulo a un modelo distintivo de economía solidaria.

De forma particular, en el proyecto se identifica, valida, gestiona e implementa tecnología que haga uso integral y eficiente de los recursos naturales y de los residuos orgánicos de los trapiches, para desarrollar procesos sostenibles con cuatro objetivos. Estos son: *a*) optimizar la productividad y la calidad de los productos actuales; *b*) proveer de energía renovable a las unidades piloncilleras y las viviendas; *c*) diversificar la cartera de nuevos productos y clientes; y *d*) establecer canales de comercialización directa en el mercado regional, nacional e internacional.

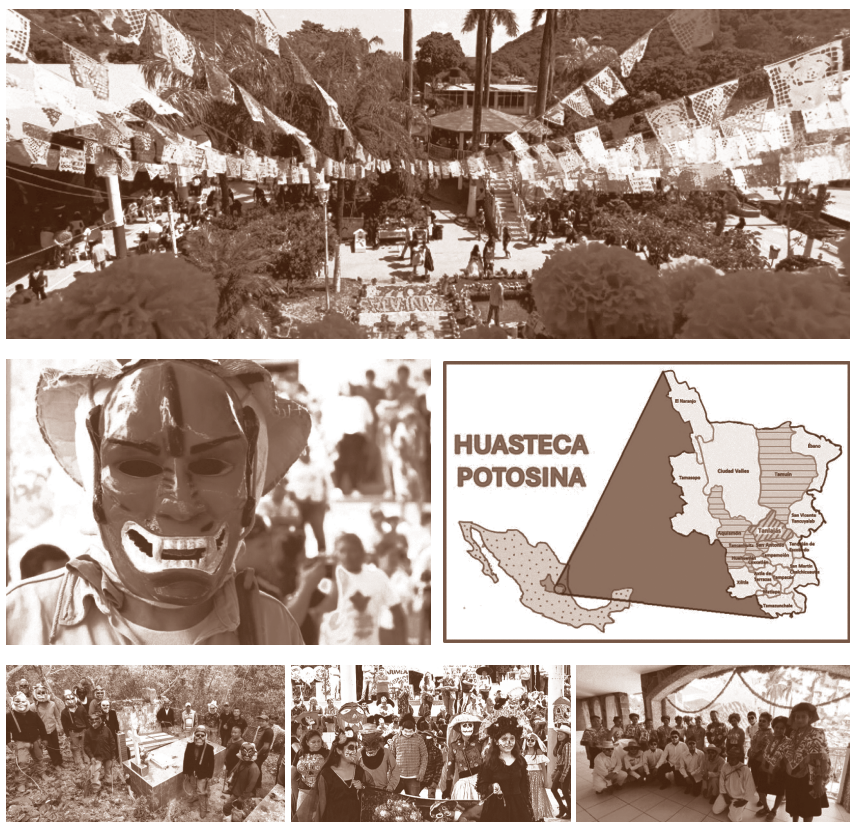
Además, el proyecto promueve el fortalecimiento de la autonomía de las comunidades. Esto se realiza mediante la socialización de temas que fomentan el desarrollo personal, familiar y comunitario, la protección del medio ambiente, la valorización de los residuos y el emprendimiento social, como elementos de un modelo que contribuye a mitigar la pobreza energética, a generar desarrollo económico y, sobre todo, a promover el bienestar comunitario.

INTRODUCCIÓN

En la región Huasteca del estado de San Luis Potosí (SLP), 68% de la población es de origen huasteco o tének (Inegi, 2020) y se distingue por tener una cultura propia, así como un fuerte vínculo espiritual con la tierra y

los recursos naturales (figura 1). La vida de muchas comunidades tének gira alrededor de la agricultura familiar, en una tierra que con generosidad les permite cosechar diversas variedades agrícolas, entre las cuales la caña de azúcar es la más distintiva. En esta región, la transformación artesanal del jugo de caña en un endulzante sólido dio origen a un elemento cultural muy distintivo de la comunidad tének: el piloncillo, en sus variantes tradicionales de “cono” y “granulado” (fotografía 1).

Figura 1. Localización geográfica de las comunidades piloncilleras tének donde se desarrolla el proyecto



Fotos: Luisiana Fabiola Palomo González y Clara María Martínez Jasso.

Fotografía 1



El piloncillo en cono y granulado, una tradición ancestral de carácter familiar y principal sustento de las comunidades tének de la Huasteca Potosina. **Fotos:** Marco Antonio Sánchez Castillo y Luisiana Fabiola Palomo González.

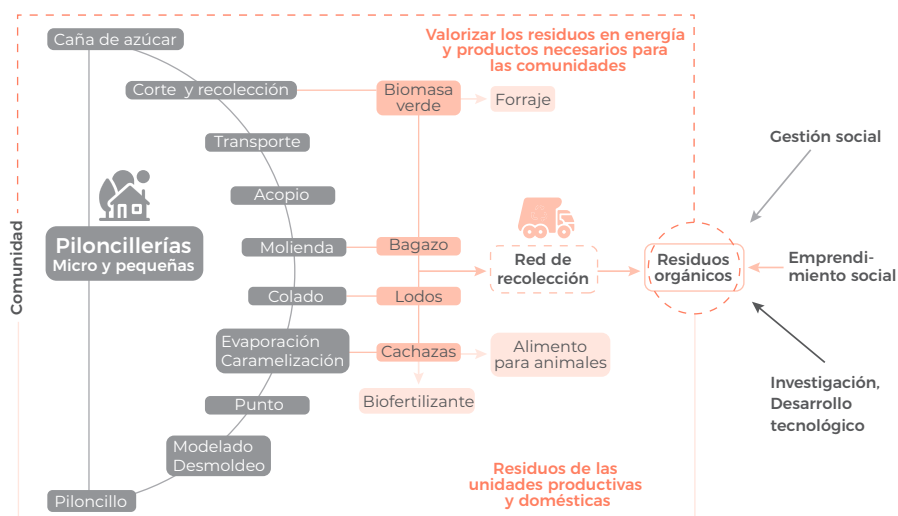
Para alrededor de 800 micro o pequeños productores de caña de azúcar en el municipio de Tanlajás SLP, la producción artesanal de piloncillo es una tradición familiar en la que participan desde las infancias hasta las y los abuelos, y que se distingue tanto por el respeto a costumbres ancestrales como por ser la actividad que da sustento a las familias. Sin embargo, a pesar del trabajo y el esfuerzo que realizan, existen claras necesidades socioeconómicas agravadas por el deterioro ambiental, el rezago energético y los casi insignificantes beneficios económicos de la comercialización del piloncillo a través de un intermediarismo abusivo.¹ De hecho, en 2022, el 87% de la población en Tanlajás se encontraba en situación de pobreza y, de este porcentaje, 42% estaba en pobreza extrema (Secretaría de Bienestar, 2022). Por esta razón, es imperativo

¹ En las condiciones actuales de la zona de incidencia, el costo de producción de 1 kg de piloncillo granulado es alrededor de \$ 19.40. El precio de compra fijado unilateralmente por los intermediarios depende de múltiples factores, pero varía entre \$ 21.00 y \$ 26.00 y, en ciertas condiciones de mercado, baja a \$ 17.00 que hacen inviable la producción. En contraparte, en supermercados de área urbanas, un precio promedio del piloncillo granulado es de al menos \$ 50.00. Así, el beneficio económico sólo llega a los intermediarios en la cadena de valor y no a los microproductores.

encontrar alternativas para mejorar las condiciones de vida y la esperanza de bienestar de las comunidades piloncilleras tének.

Como resultado de un diagnóstico comunitario en la región de incidencia, el Pronaii se sustenta en un enfoque transdisciplinar que integra de manera sinérgica la innovación, el emprendimiento de base tecnológica y social, así como el fortalecimiento de la autonomía de las comunidades. El proyecto establece una estrategia circular para valorizar los residuos orgánicos de las unidades productivas actuales, mediante la optimización de sus procesos artesanales y la diversificación de la cartera de productos para fomentar el desarrollo sostenible de las comunidades (figura 2). A su vez, se valida el uso de energías alternativas asociadas a los procesos productivos y comunitarios para lograr un impacto favorable tanto en la productividad y la calidad de sus productos artesanales como en su calidad de vida.

Figura 2. Perspectiva inicial del proyecto generada a partir de un diagnóstico comunitario



Fuente: elaboración propia.

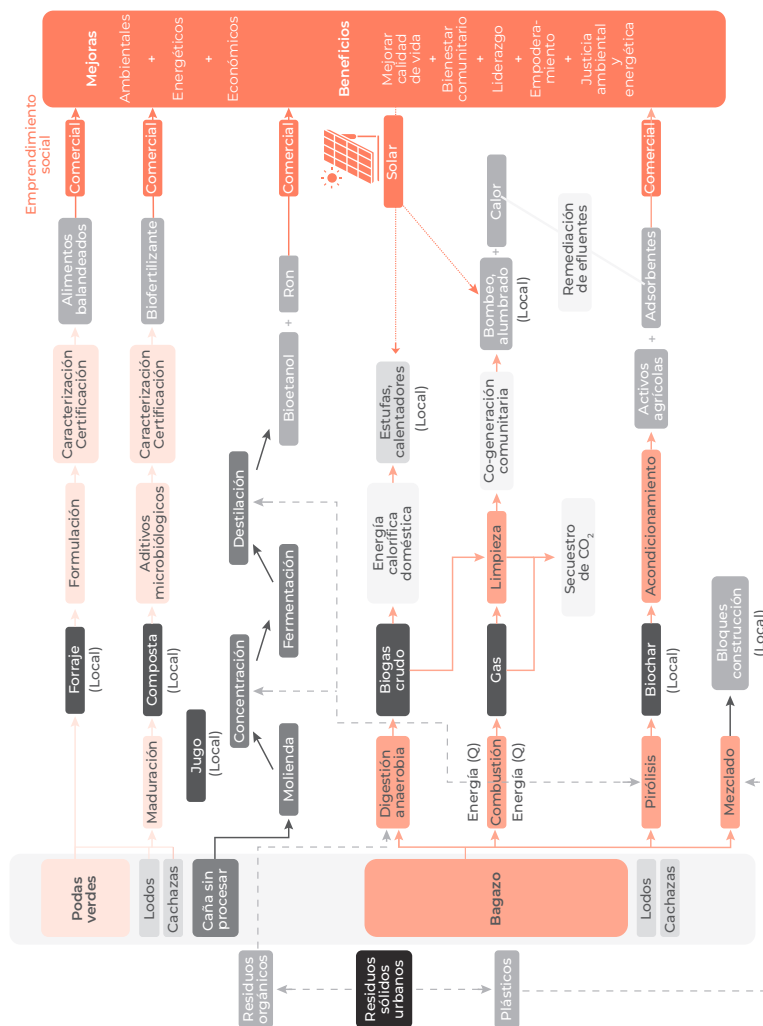
El proyecto desarrolla una estrategia de emprendimiento social para que las comunidades comercialicen sus productos de forma directa en el mercado. Esto se consigue a través de capacitaciones que les permitan desarrollar nuevos productos, crear unidades comunitarias de procesamiento de productos, identificar nuevos mercados y clientes, proponer modelos de negocios adecuados y formalizar las figuras asociativas para facilitar la comercialización de los productos. Estas acciones son antecedentes de modelos de economía solidaria que garantizan mejores beneficios y horizontes de vida más promisorios a las comunidades.

Para extender las acciones y multiplicar los impactos, el proyecto induce el fortalecimiento de la autonomía de la comunidad y ofrece capacitaciones técnicas a sus miembros para que sean copartícipes de la promoción del desarrollo de otras comunidades y realicen por sí mismos las gestiones requeridas para sus iniciativas en los sectores público y privado. Entre infancias y juventudes se socializan los principios que promueven el respeto a las personas, la armónica integración de las y los miembros de la comunidad, el compromiso de preservar el medioambiente y la divulgación de temas asociados a la sostenibilidad. La ejecución del proyecto se ha facilitado y enriquecido en un contexto que favorece el intercambio de saberes, en el cual las experiencias y vivencias de los productores son clave para detonar los procesos, productos y servicios que resuelven con mayor eficacia las necesidades de las comunidades.

En el proyecto se documenta la información necesaria para establecer una microbiorrefinería rural con cero residuos. Esta unidad productiva integra de forma circular el uso de energía renovable y de residuos orgánicos para optimizar procesos, generar nuevos productos y minimizar la generación de residuos, como premisas para generar bienestar socioeconómico (figura 3). Para este propósito, se desarrollan los siguientes paquetes tecnológicos (PT) que resuelven oportunidades identificadas por los beneficiarios durante el diagnóstico comunitario: *a)* producción artesanal de piloncillo con enfoque sostenible; *b)* microgeneración de calor y electricidad para hogares rurales; *c)* *biochar* o carbón vegetal con

aplicaciones agrícolas y ambientales; y d) producción artesanal de ron a partir de melaza y piloncillo granulado.

Figura 3. Áreas de oportunidad validadas por la comunidad para el aprovechamiento de los residuos y recursos naturales en su sistema de producción



Fuente: elaboración propia.

En cada PT se valida la viabilidad de productos útiles y de valor agregado, susceptibles de ser escalados y comercializados. Los PT incluyen prototipos funcionales de bajo costo, necesarios para empoderar e independizar a los productores en sus actividades productivas. Al mismo tiempo, se realizan gestiones complementarias para establecer un Centro de Innovación para la Valorización Sostenible de Residuos y Energías Renovables (Civasorer), en el cual se exhibirán los PT para socializar los impactos en las comunidades piloncilleras tének.

Los resultados del proyecto validan líneas de acción para un modelo de incidencia social, tecnológica, energética, ambiental y económica, escalable a otros sistemas-productos a nivel nacional, capaces de beneficiar a comunidades rurales indígenas con rezagos significativos en términos de igualdad, justicia ambiental y democracia energética. En las siguientes secciones se describen los principales avances del proyecto hasta la etapa 2.

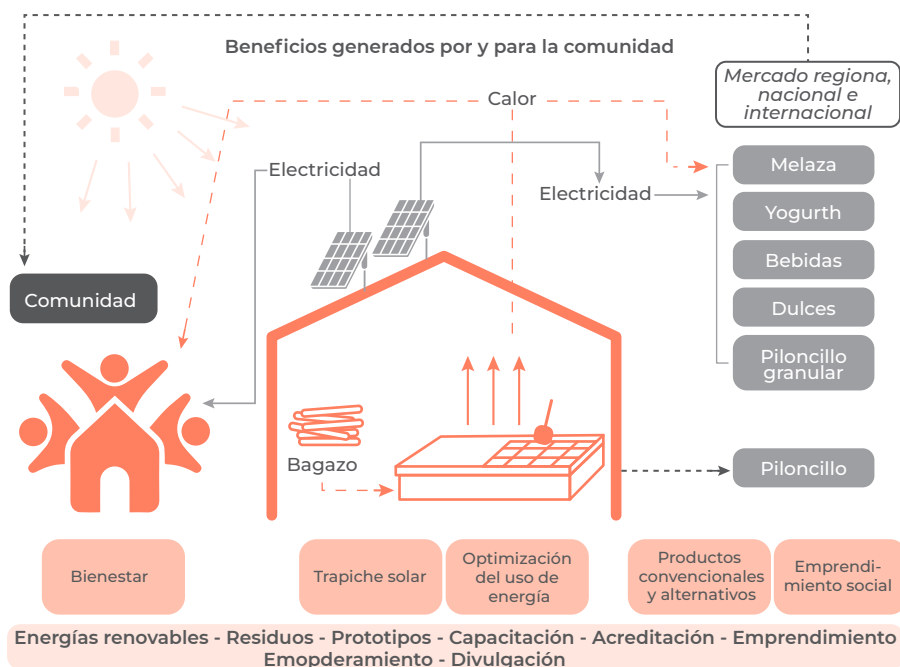
PRODUCCIÓN ARTESANAL DE PILONCILLO CON ENFOQUE SOSTENIBLE

Este PT implica acciones interdisciplinarias para que las unidades productoras de piloncillo artesanal –conocidas como *trapiches*– ejecuten sus procesos con un enfoque sostenible. Desde el punto de vista energético, se identifican dos aspectos focales: *a*) la optimización de la energía implicada en los procesos de extracción y evaporación del jugo de caña (JC); y *b*) la validación del potencial uso de paneles fotovoltaicos como fuente de energía para operar el trapiche (figura 4).

La etapa de extracción del JC determina en parte tanto la cantidad como calidad del jugo y, en consecuencia, las características finales del piloncillo. La extracción del JC se lleva a cabo usando un molino, también conocido como “trapiche”; el residuo de esta etapa es la fibra de caña sin azúcar o “bagazo”. De manera tradicional, los productores utilizan trapiches impulsados por una bestia de carga; esta forma de

extracción de JC es una tarea agotadora y de baja eficiencia. De forma reciente, se usan trapiches que operan con motor de gasolina, lo cual hace el proceso más sencillo y eficiente (fotografía 2). Sin embargo, por las condiciones socioeconómicas que prevalecen en la región es muy difícil para los micro y pequeños productores adquirir un trapiche motorizado, ya que su ingreso económico diario es apenas suficiente para cubrir sus necesidades básicas.

Figura 4. Estrategia del paquete tecnológico 1: producción artesanal de piloncillo con enfoque sostenible



Fuente: elaboración propia.

Fotografía 2



Trapiches de tracción y de motor usados en la actualidad en la producción de piloncillo en las comunidades tének de la Huasteca Potosina. **Fotos:** Claudia Escudero Lourdes, Sergio Antonio Gómez Torres y Marcon Antonio Sánchez Castillo.

Por esta razón, una iniciativa fue desarrollar un prototipo de trapiche robusto, de bajo costo y con la capacidad de extracción suficiente de J_C para que los productores completen su tarea diaria. Al inicio, el diseño del trapiche se propuso desde la academia, pero la experiencia demostró la necesidad y pertinencia del diálogo de saberes entre los productores y

la academia para guiar el diseño y la construcción de un prototipo funcional. A la fecha se dispone de prototipos de trapiche con motor de gasolina de 8 y 6 hp (caballos de fuerza, por sus siglas en inglés) (fotografía 3). En promedio, los prototipos de trapiche desarrollados tienen un costo 40% menor que los trapiches comerciales, conforme a los datos obtenidos por nuestro Pronaii.

Fotografía 3



Transferencia de saberes entre los productores y la academia para el desarrollo de prototipos de trapiches funcionales y de bajo costo. **Fotos:** Marco Antonio Sánchez Castillo, Luisiana Fabiola Palomo González y Miriam Ricaño Pérez.

Por otro lado, se ha validado el cambio del motor de gasolina de 5 hp por un motor eléctrico de igual potencia, lo que implica una mejora en términos de salud, ya que el productor no está expuesto a los gases de escape del motor de gasolina. No obstante, su uso está supeditado a la disponibilidad de energía eléctrica en la unidad productiva, algo que no ocurre en las comunidades más alejadas de la cabecera municipal. Con el propósito de resolver esta situación, se evalúan alternativas para generar la electricidad en el trapiche utilizando energía solar.

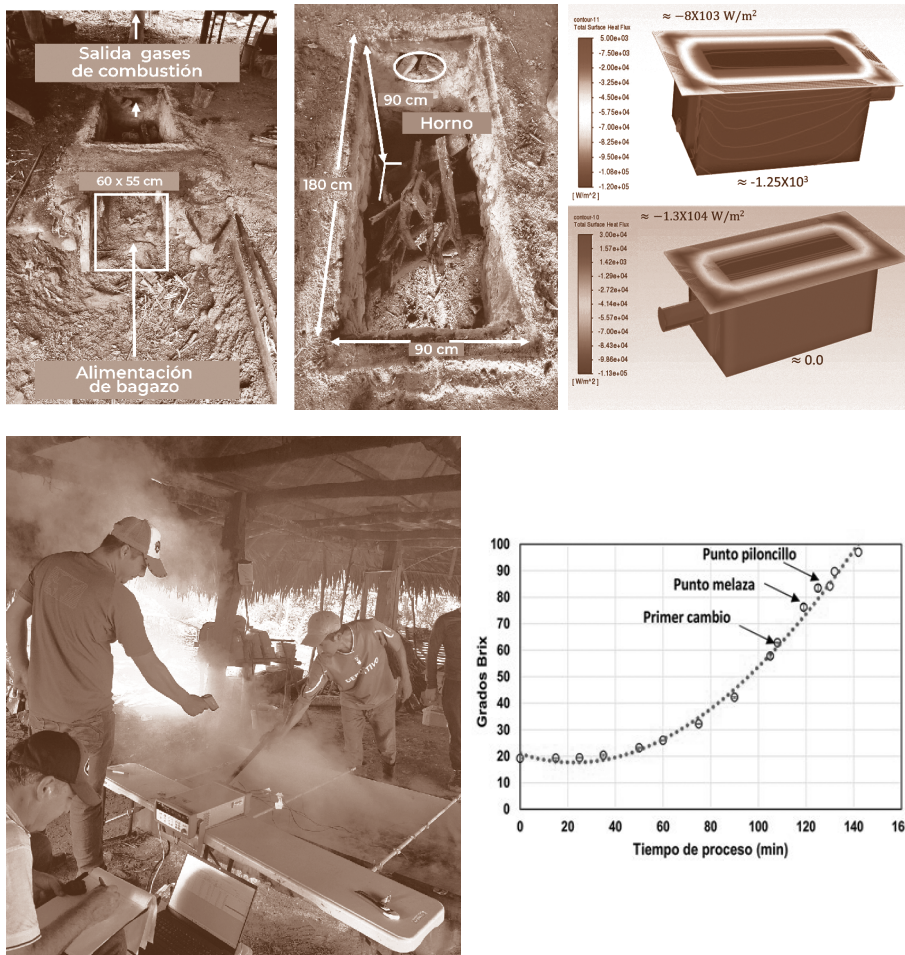
En la actualidad, está por validarse la opción más económica, que consiste en instalar un sistema de paneles fotovoltaicos sin banco de baterías, que permitiría al productor operar el trapiche sólo cuando hay suficiente radiación solar, situación común en la región Huasteca durante la mayor parte del año. Después, el reto es identificar estrategias que permitan la adquisición o fabricación de los sistemas fotovoltaicos a un costo accesible para las y los productores.

Por otra parte, la etapa de la concentración del JC consiste en evaporar el agua del jugo para obtener una miel rica en azúcares. La energía necesaria para la evaporación se obtiene de la combustión del bagazo generado en la etapa de extracción. La combustión ocurre en un horno que transfiere la energía generada a la “puntera”, que es el recipiente donde se evapora el agua. El horno y la puntera suelen diseñarse de forma empírica, y la eficiencia de uso del calor generado en el horno es menor a 30%; por ello, el reto energético es hacer eficiente la combustión del bagazo en el horno.

Como parte del proyecto se realizan estudios en campo y simulaciones con un *software* comercial para mejorar la eficiencia en el uso de energía en el sistema horno-puntera (figura 5). En prácticas de campo se miden de forma experimental diversos parámetros de operación, que después se utilizan para validar los resultados de la simulación del proceso de combustión de bagazo. Como ejemplo, los resultados de estos estudios muestran que, en el procesamiento de 300 L de JC –que producen 50 kg de piloncillo– es posible reducir las pérdidas de calor mediante el

aislamiento adecuado de las paredes externas del horno, al incrementar la eficiencia térmica de 30 a 45% y disminuir 20% de la cantidad de bagazo utilizado.

Figura 5. Estudios en campo y simulaciones para mejorar la operación de la puntera y el horno



Fuente: Sergio Antonio Gómez.

Este tipo de estudios ayuda a identificar las condiciones de operación más adecuadas, las cuales se comparten a los productores para que operen el trapiche de forma más eficiente, en contraste con las condiciones de operación que causan notorios daños a su salud y al ecosistema (fotografía 4). Ejemplos de las recomendaciones realizadas a los productores son: *a)* diseñar el horno con un canal para un flujo de aire debajo del lecho de bagazo; *b)* sellar de manera eficaz la unión horno-puntera; *c)* regular la velocidad de carga y la adecuada distribución del bagazo en el horno; *d)* cubrir la puntera durante el proceso de evaporación; *e)* limpiar de forma periódica el tiro de descarga de los gases de combustión; y *f)* aprovechar el calor residual para usarlo como energía térmica e, inclusive, como energía eléctrica -esta propuesta aún se encuentra en estudio-.

Fotografía 4



Beneficios de la implementación de buenas prácticas de manufactura en el trapiche. **Fotos:** Marco Antonio Sánchez Castillo, Luisiana Fabiola Palomo González y Claudia Escudero Lourdes.

Las recomendaciones impactan en dos aspectos. El primero es que se reduce el tiempo de concentración del JC, por lo que se consiguen más lotes de piloncillo en una jornada –mayor productividad–. El segundo consiste en la disminución de la cantidad de bagazo utilizada, lo que reduce la emisión de gases de combustión y genera ahorros en bagazo que se puede usar para producir carbón vegetal, etanol de segunda generación y una amplia variedad de productos químicos.

La operación sostenible del trapiche se promueve también mediante la capacitación a los productores en temas como: *a)* gestión de calidad y buenas prácticas de manufactura; *b)* optimización de energía y generación de energía alterna; y *c)* aprovechamiento de residuos agroindustriales. En dos años, estos talleres han beneficiado a más de 760 personas productoras de 35 diferentes comunidades de Tanlajás, SLP. Además, se realizan gestiones para obtener apoyos complementarios de presidencias municipales de la Huasteca Potosina, de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sagarpa) y de la Secretaría de Desarrollo Económico del Gobierno de San Luis Potosí para extender el impacto del PT a otras comunidades (fotografía 5).

Fotografía 5



Actividades de gestión local para conseguir apoyos complementarios para el proyecto.

Fotos: Luisiana Fabiola Palomo González.

MICROGENERACIÓN DE CALOR
Y ELECTRICIDAD PARA HOGARES RURALES

En las comunidades piloncilleras tének de la Huasteca Potosina, la leña sigue siendo la principal fuente de energía para cocer alimentos, elaborar tortillas y calentar agua. El reto principal en este proceso es la baja eficiencia energética y el inadecuado manejo de los gases de combustión de los fogones tradicionales, que son usados por más de 50% de la población de esta región y que *repercuten* en la salud de las familias (Masera et al., 2015; Riojas Rodríguez, 2016) (fotografía 6).

Fotografía 6

Fogón tradicional en las viviendas tének de la Huasteca Potosina. **Foto:** Luisiana Fabiola Palomo González y Clara María Martínez Jasso.

En este proyecto, el diagnóstico comunitario se actualizó con una encuesta a 450 familias del municipio de Tanlajás, y se encontró que sólo un número limitado usa una estufa ecológica y que muchas viviendas carecen de energía eléctrica. El diálogo con algunas familias validó que no reconocen el beneficio que tiene el uso de estufas ecológicas en la salud y que no tienen los recursos económicos para adquirirlas. Por esta razón, el equipo de trabajo propuso socializar y divulgar los beneficios de las estufas ecológicas y desarrollar un modelo de fácil construcción por las

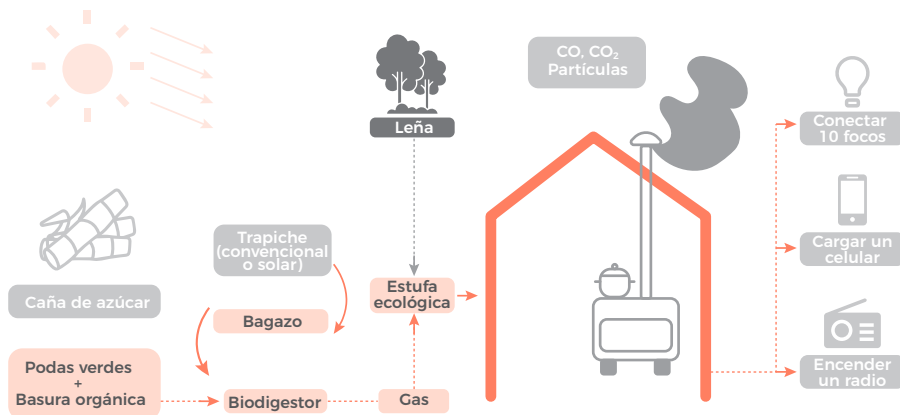
familias, además de explorar la alternativa de usar la energía calorífica residual de la estufa para generar energía eléctrica suficiente para iluminar una vivienda con focos led o para cargar un teléfono celular, lo que satisfaría algunas de las necesidades de las familias (figura 7).

Fotografía 7



Carencia de electricidad en las unidades productivas y viviendas. **Fotos:** Marco Antonio Sánchez Castillo y Luisiana Fabiola Palomo González.

Figura 6. Estrategia para paquete tecnológico 2: microgeneración de calor y electricidad para hogares rurales



Fuente: elaboración propia.

En el desarrollo del prototipo de una estufa ecológica para quema de leña con potencial de microgeneración de energía participan estudiantes y productores. En un principio, un productor y una estudiante participaron en el “Campamento Estufero 2023” organizado por el Grupo de Innovación Ecotecnológica y Bioenergía (GIEB) asociado al Pronaii 319333 (Gira, 2023), donde se capacitaron en los conceptos básicos del diseño de estufas ecológicas, así como en su construcción. Con base en estos aprendizajes, las y los participantes propusieron un rediseño para construir una estufa ecológica de leña -versión 1- con materiales locales de bajo costo. Este prototipo se modificó de manera progresiva hasta que su eficiencia fue validada con base en la norma mexicana NMX-Q-001-NORMEX-2018 (SE, 2019), momento en el que exhibió una eficiencia térmica similar a la de estufas comerciales análogas (fotografía 8).

Fotografía 8



Validación de prototipo local de estufa ecológica de leña. **Fotos:** Luisiana Fabiola Palomo González y Clara María Martínez Jasso.

En paralelo y con la participación de estudiantes, académicas y académicos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), se diseñó un prototipo de estufa ecológica de

estructura metálica -versión 2- con aislamiento para evitar riesgos o accidentes y con una adecuada área de transferencia de calor, de tipo modular, para facilitar su traslado y mantenimiento. Este prototipo cumple con una distribución homogénea de temperatura en el comal y una apropiada eficiencia térmica; además, se le incorporó un módulo termoeléctrico comercial que microgenera energía eléctrica a partir del calor residual de la estufa. Este dispositivo termoeléctrico permite iluminar cinco focos led y cargar un celular de forma lenta pero estable, aunque aún se encuentra en etapa de ajustes técnicos y económicos (fotografía 9).

Fotografía 9



Validación de prototipo académico de estufa ecológica de leña con microgeneración de energía.
Foto: Marco Antonio Sánchez Castillo.

De manera complementaria, se desarrolló un programa de capacitación para construir estufas ecológicas de leña -versión 1- y se habilitó como instructor a un productor local participante en el proyecto. En colaboración con el plantel núm. 9 del Colegio de Bachilleres en Tanlajás,

se capacitó a 60 estudiantes en el marco del Programa Aula, Escuela y Comunidad (PAEC), que es una estrategia de la Secretaría de Educación Pública para que las y los estudiantes de nivel medio superior, sus padres, madres, tutoras o tutores trabajen de forma vinculada para atender necesidades de la comunidad.

En este caso, el objetivo fue construir seis estufas ecológicas de leña para familias de escasos recursos (fotografía 10). La favorable actitud y la creatividad de las y los jóvenes capacitados son excelentes vectores para promover la mejora y la construcción de estufas ecológicas de leña, así como para concientizar a sus familias de sus beneficios a la salud.

Fotografía 10



Capacitación de estudiantes del plantel núm. 9 del Colegio de Bachilleres en la construcción de estufas ecológicas de leña. **Fotos:** Miriam Ricaño Pérez, Clara María Martínez Jasso y Marco Antonio Sánchez Castillo.

Hasta ahora, se implementa un programa coordinado por especialistas en salud pública de la UASLP para concretar una campaña de socialización de los beneficios de utilizar diversas formas de energía renovable en el hogar (fotografía 11). Además, el equipo desarrolla modelos de negocio

que motiven y habiliten a las y los productores para que sean los emprendedores responsables de la construcción y comercialización de las estufas ecológicas de leña en sus comunidades.

Fotografía 11



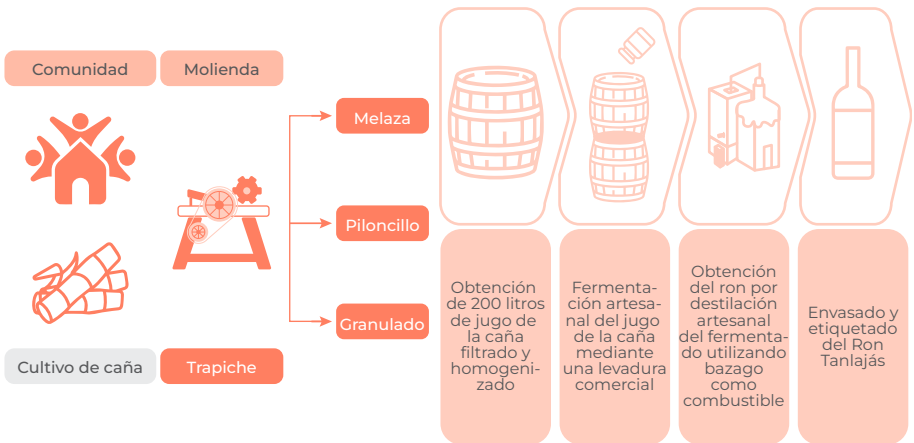
Socialización de los beneficios de salud de las estufas ecológicas de leña. **Foto:** Marco Antonio Sánchez Castillo.

PRODUCCIÓN DE RON ARTESANAL A PARTIR DE JUGO DE CAÑA, MELAZA Y PILONCILLO GRANULADO

La producción de ron artesanal es una de las alternativas preferidas por las y los productores para diversificar sus productos y mejorar sus ingresos económicos (figura 7). Además, este proceso es uno de los eslabones técnicos necesarios para sustentar la propuesta de una microbiorefinería rural, que implica el uso de intermediarios y productos del procesamiento primario de la caña de azúcar –JC, melaza, piloncillo y bagazo– a fin de obtener productos de mayor valor agregado para el sector industrial,

como alcoholes, dióles, ácido láctico o etanol de segunda generación producido a partir del bagazo. Hasta este momento, el grupo de trabajo ha validado –a nivel laboratorio y piloto– la producción de ron a partir de melaza y piloncillo granulado provenientes de los trapiches de Tanlajás, SLP.

Figura 7. Estrategia del paquete tecnológico 4: producción de ron artesanal a partir de jugo de caña, melaza y piloncillo



Fuente: elaboración propia.

La producción del ron artesanal implica dos etapas principales. Durante la primera, conocida como “fermentación”, los azúcares de la melaza o del piloncillo granulado se convierten en alcohol por medio de la acción de un microorganismo. En la segunda, el alcohol se purifica mediante un proceso conocido como “destilación”.

Los resultados de la fermentación a nivel laboratorio mostraron que el azúcar de la melaza (20 °Brix [°Bx]) se puede convertir en alcohol al usar una levadura comercial de *Saccharomyces cerevisiae*. Este proceso se escaló en una planta piloto que incluye un fermentador de 40 L. La fermentación se llevó a cabo por ocho días, a 37 °C usando melaza con

una concentración de azúcar de 20 °Bx y una cepa comercial *-Red Star-*. Después, se hizo la purificación de 40 L de fermentado de melaza para obtener el alcohol con una torre de destilación fraccionada. El producto final contiene 37% de etanol y conserva el aroma y sabor característico de la melaza y del piloncillo, además de ser un ron suave; el producto se envasó en botellas de 750 ml con el logo “Ron Artesanal Blanco”. Otro lote se reposó con la fruta nanche *-Byrsonima crassifolia-* durante un mes para obtener el “Ron Artesanal Oro”.

Estos productos han sido degustados y han recibido el aval de los productores de Tanlajás. A la fecha, se formó un grupo de enfoque con estos productores para establecer un proceso piloto para la producción sostenible de ron artesanal en sus trapiches, con la calidad equivalente al obtenido en la planta piloto (fotografía 12).

Fotografía 12



Prueba de degustación en campo del ron elaborado a partir de melaza y piloncillo de la zona de incidencia. **Foto:** Marco Antonio Sánchez Castillo.

En este proceso, un reto en el trapiche es satisfacer los requerimientos energéticos de la etapa de destilación al usar los residuos disponibles

conforme a un enfoque circular. El equipo de trabajo ha simulado la factibilidad del proceso para una carga inicial de mil kilogramos de JC, con una concentración de 180 g/L de glucosa, al operar el fermentador por 100 h a 31 °C. En estas condiciones se obtienen 908 kg de caldo fermentado con 9.2 % en masa de etanol y el requerimiento energético total de la etapa de fermentación es de 6 870 kcal. La etapa de destilación –que permite concentrar el caldo de fermentación hasta alcanzar 38 % de alcohol en el ron– también requiere una cantidad importante de energía. En las condiciones de la planta piloto, la producción de 303 L de ron tiene una demanda total de energía de 419 102 kcal.

Una alternativa para satisfacer la demanda energética de las dos etapas es usar el bagazo de caña seco disponible en el trapiche, que tiene un poder calorífico estimado de 4 653 kcal/kg. Para las condiciones indicadas, se requieren entonces 90 kg de bagazo para satisfacer la energía de las dos etapas del proceso. Esto significa que la energía que genera 1 kg de bagazo permite satisfacer la demanda energética para producir 3.36 L de ron, lo que demuestra que usar el bagazo residual como fuente de energía para la producción artesanal de ron es completamente factible.

Hasta ahora, algunas de las personas productoras están en proceso de inducción al emprendimiento para producir ron mediante pláticas de capacitación y visitas a laboratorios de las instituciones participantes. Además, las y los productores realizan la gestión de recursos necesarios para instalar en sus trapiches unidades artesanales para la producción de ron.

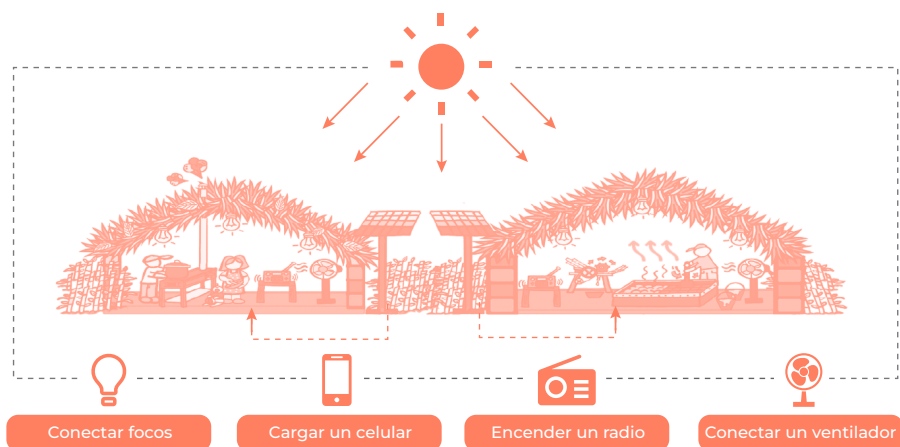
¿SON LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS
UNA ALTERNATIVA VIABLE PARA LAS
COMUNIDADES PILONCILLERAS TÉNEK?

La disponibilidad de energía calorífica y eléctrica es una condición necesaria para mejorar el nivel de productividad y la comodidad de las tareas que se realizan en las unidades productivas. Sin embargo, en muchas

de las comunidades piloncilleras tének no se dispone de servicios públicos de electricidad y gas, lo que acota de manera drástica las condiciones de desarrollo y bienestar.

Una alternativa es usar energías renovables para aprovechar los favorables niveles de radiación solar a lo largo del año en la región Huasteca. Por esta razón, la implementación de sistemas fotovoltaicos se visualiza como una alternativa viable para aplicaciones como iluminación, operación de ventiladores, carga de teléfono celular y para escuchar el radio, necesidades demandadas por la comunidad (figura 8). A nivel comercial, hay diversos sistemas fotovoltaicos que suministran energía suficiente para satisfacer las necesidades de las unidades productivas o de las viviendas, pero se debe validar la posibilidad de instalar sistemas fotovoltaicos económicos y estables para el uso de otros electrodomésticos en las viviendas, así como para la operación del motor de 5-8 *hp* en las unidades productivas.

Figura 8. Propuesta para implementar sistemas fotovoltaicos en las unidades productivas y viviendas



Fuente: elaboración propia.

El diagnóstico comunitario también indicó que otros retos son el desconocimiento de los beneficios de la tecnología fotovoltaica y, sobre todo, el costo de la inversión y la capacidad para dar el mantenimiento a las instalaciones correspondientes. En este contexto, surgió la necesidad de identificar una configuración de la tecnología fotovoltaica que sea viable para las comunidades piloncilleras tének.

Durante el análisis de estas alternativas, el equipo de trabajo recibió la invitación a participar en el foro “Futuras comunidades de energía mexicana” realizado por el Pronaii “Energía para el *yeknemilis* (buen vivir) en la sierra nororiental de Puebla”. En este foro participó un productor tének de la comunidad de El Jomte y una estudiante de posgrado. El foro tuvo impactos muy favorables en los participantes de nuestro equipo, que luego fueron compartidos en las comunidades de la zona de incidencia, entre ellos: *a*) valorar la cosmovisión de la energía de los grupos originarios; *b*) reconocer la pertinencia de identificar la visión sobre la energía de las comunidades tének; *c*) establecer un canal de comunicación con diferentes asociaciones civiles que promueven el uso de la energía solar a nivel doméstico y de las pequeñas unidades productivas; y *d*) identificar la estrategia para que un grupo de personas sea habilitado para la fabricación de paneles solares a nivel local, lo que haría posible el acceso a la tecnología fotovoltaica.

A la fecha, se realizan actividades para socializar los beneficios de la energía solar y se ha identificado un grupo de jóvenes, mujeres y productores interesados en validar las características de los paneles fotovoltaicos requeridos para sus actividades productivas y domésticas (fotografía 13). Además, con el liderazgo del productor capacitado en el foro referido, a partir de febrero de 2024 se realizaron reuniones con diversas asociaciones para las gestiones técnicas, logísticas y económicas necesarias para conformar un grupo piloto de las comunidades piloncilleras tének en la fabricación de paneles solares. Estas acciones marcan el punto de partida de una ruta viable para implementar la tecnología solar en la zona de incidencia.

Fotografía 13



Acciones de gestión para inducir el interés y el aprovechamiento de la energía solar.

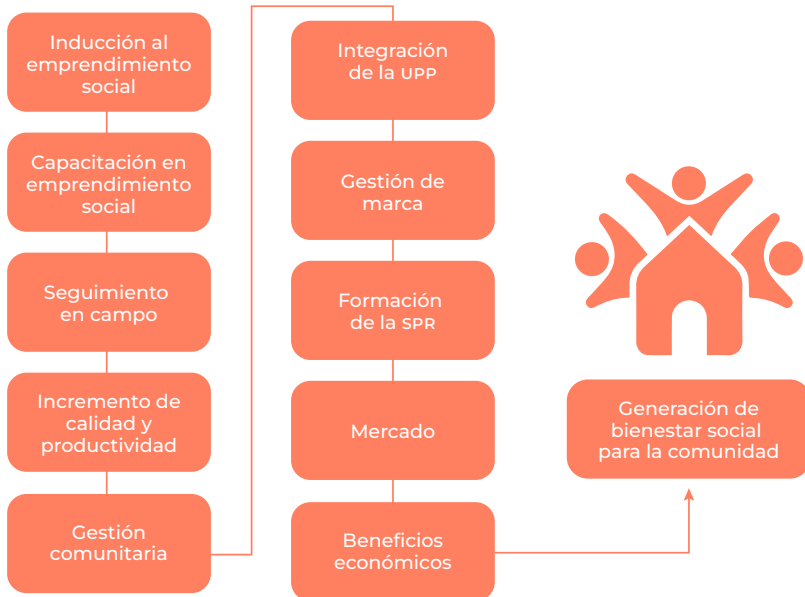
Fotos: Marco Antonio Sánchez Castillo, Claudia Escudero Lourdes, Venancio Martínez Valentín y Luisiana Fabiola Palomo González.

EMPREDIMIENTO SOCIAL: NUESTRA PROPUESTA INICIAL PARA PROMOVER LA ECONOMÍA SOLIDARIA

De acuerdo con el modelo de incidencia, a la conclusión del proyecto deben quedar los cimientos que promuevan el desarrollo sostenible de las comunidades piloncilleras tének. En un inicio, esto se favorece al impulsar a los productores a que establezcan empresas rurales de tipo social para comercializar sus productos de forma directa en el mercado regional y nacional. A la fecha, se catalizan iniciativas de emprendimiento social para: *a)* pilón, piloncillo granulado y dulces de piloncillo con semillas; *b)* estufas ecológicas a base de leña; y *c)* ron a base de melaza y piloncillo granulado. A mediano plazo se visualizan las iniciativas de emprendimiento para la producción y comercialización de carbón vegetal, paneles solares y trapiches; a largo plazo, se planea la prestación

de servicios que resuelvan retos asociados a las actividades productivas locales (figura 9).

Figura 9. Estrategias de emprendimiento social como preámbulo a esquemas de economía solidaria



Fuente: elaboración propia.

El emprendimiento social tiene como objetivo generar soluciones creativas, viables y sostenibles a retos locales, con un adecuado equilibrio entre los beneficios económicos y la generación de impactos positivos en la comunidad y el medio ambiente. Para la creación de empresas rurales con enfoque social sostenible, las y los productores y sus familias deben contar con el apoyo de diferentes organizaciones educativas, gubernamentales y del sector productivo para que, entre otros aspectos, validen sus áreas de oportunidad, desarrollen estrategias y tecnologías innovadoras, reciban asesorías legales y fiscales y, sobre todo,

consigan los recursos financieros necesarios para el arranque y las diferentes fases de consolidación de su empresa (fotografía 14).

Fotografía 14



Programas de capacitación en emprendimiento social para miembros de las comunidades pioncilleras tének. **Fotos:** Marco Antonio Sánchez Castillo, Claudia Escudero Lourdes y Luisiana Fabiola Palomo González.

Además, se debe empoderar a las personas productoras para que dirijan la empresa, desarrollen nuevos proyectos y realicen las gestiones y negociaciones requeridas en el mercado. También es muy importante incentivar la igualdad de género, de modo que se garantice la participación equitativa de hombres y mujeres en las actividades económicas y en la toma de decisiones. El equipo de trabajo reconoce la pertinencia de incentivar también la participación de los hombres en las actividades familiares y domésticas, de forma que la carga de trabajo se integre de forma armónica y balanceada.

Para el cumplimiento de estos propósitos se desarrolló un modelo de capacitación en emprendimiento social basado en una estrategia desarrollada en una ocasión anterior, denominada la “ruta del éxito para la empresa rural” (REER). Este plan inicia con el aseguramiento de la calidad de los procesos, productos o servicios generados en la iniciativa de

emprendimiento, para lo cual las y los productores son capacitados en la implementación de sistemas de gestión de calidad y de buenas prácticas de manufactura (BPM) en toda su cadena productiva (fotografía 15). Estas capacitaciones estandarizan los procedimientos, aumentan la productividad, reducen los costos de producción y, en consecuencia, obtienen mayores márgenes de utilidad.

Fotografía 15



Programas de capacitación para el desarrollo de nuevos productos y de buenas prácticas de manufactura. **Fotos:** Claudia Escudero Lourdes y Luisiana Fabiola Palomo González.

En la siguiente etapa, la REER sugiere la asociación de las personas productoras para que conformen una sociedad de productores rurales

(SPR), que es una de las figuras asociativas con más beneficios en el ambiente rural, donde mujeres y jóvenes tienen papeles críticos de liderazgo y de gestión para la creación y consolidación de la empresa. En el acta constitutiva de la SPR los involucrados definen las reglas de operación y las bases de un modelo de negocio acordes a su entorno, e incluyen los posibles incentivos o estímulos y las barreras por resolver.

De forma paralela, la REER propone la gestión y el registro de una marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI) para conferir una identidad a los procesos, productos o servicios que ofrecen los productores (figura 10). Después, la REER sugiere establecer un centro de acopio, procesamiento y distribución de los productos elaborados, que es esencial para completar la cadena productiva y que es un punto de inflexión para evitar el intermediarismo. Se fomenta que este centro tenga el respaldo de la comunidad y que se localice en instalaciones comunitarias para promover la incorporación de un mayor número de participantes de la comunidad.

Una vez que se formalicen la SPR, la marca y el centro comunitario, la REER induce la propuesta de un modelo de negocio viable, la definición de nuevos mercados y la extensión de la cartera de clientes. En el desarrollo de la iniciativa de emprendimiento se invita a las y los productores a invertir de forma continua y a gestionar apoyos para incorporar equipos o servicios basados en tecnología adecuada a la condición de su empresa.

Por último, la REER sugiere que las y los participantes estén capacitados para diversificar sus productos, mediante la elaboración de un análisis crítico para elegir las opciones que les den los mejores dividendos y que extiendan el éxito de la empresa rural. El conjunto de propuestas en la REER favorece a juventudes y personas productoras para que tengan los conocimientos, la visión y las capacidades para establecer empresas rurales sostenibles.

Con base en experiencias nacionales e internacionales, el apoyo de instituciones académicas y de organizaciones sin fines de lucro es uno de los factores más relevantes para el éxito de las empresas rurales. De

esta manera se facilitan, entre otros, los procesos de: *a)* transferencia de saberes de los productores; *b)* asistencia técnica; *c)* capacitación continua para desarrollar habilidades técnicas, de emprendimiento, financieras, de organización y trabajo colectivo; *d)* validación de la calidad de los productos; y *e)* gestión de los espacios, servicios y recursos económicos.

Figura 10. Gestión de una marca distintiva de los productos artesanales derivados del piloncillo



Fuente: Marco Antonio Sánchez Castillo.

Las acciones de capacitación en emprendimiento y la implementación de la estrategia REER han sido una sólida base para la planeación y la puesta en marcha de una empresa rural con la participación de juventudes y personas productoras de la comunidad de San José Xilatzén, en el municipio de Tanlajás, con el propósito de comercializar de forma directa melaza, piloncillo granulado y dulces de piloncillo con semillas

(fotografía 16). La mayoría de las y los participantes de la iniciativa asistió al “Programa de Capacitación en Emprendimiento para Jóvenes, Mujeres y Productores de Comunidades Piloncilleras”, ejecutado en el marco del proyecto.

Fotografía 16



Comercialización directa de los productos derivados de piloncillo en ferias regionales.

Fotos: Claudia Escudero Lourdes y Luisiana Fabiola Palomo González.

El grupo de personas emprendedoras implementó sus procesos productivos en sus viviendas y la calidad de los productos se monitoreó por espacio de un año, con significativas mejoras en las condiciones de trabajo y en la calidad del producto. De forma reciente, el grupo de San José Xilatzén conformó una SPR que está en proceso de formalización ante notario público. Además, se gestionó el uso de la marca: “Ejatal, Espíritu Tének”, que está en proceso de formalización ante el IMPI.

La gestión del grupo de las y los emprendedores ante la asamblea de la comunidad y las autoridades ejidales les permitió recibir un espacio comunitario en comodato por cinco años, para establecer una unidad de procesamiento de productos de piloncillo, identificada como UP3; el espacio fue acondicionado por los emprendedores y recibió apoyo del proyecto (fotografía 17).

Fotografía 17



Adecuación de la unidad de procesamiento de productos de piloncillo en la comunidad de San José Xilatzén. **Fotos:** Claudia Escudero Lourdes, Luisiana Fabiola Palomo González, Venancio Martínez Valentín y Elia María Enríquez Santiago.

La UP3 inició operaciones en la segunda quincena de junio de 2024, tuvo una primera evaluación el 12 de julio y mostró sus avances el 12 de agosto del mismo año. Más adelante, las productoras y productores estarán a cargo de la operación independiente de la UP3 y documentarán sus avances al menos hasta el cierre del proyecto. El equipo de trabajo podrá seguir apoyando técnicamente para consolidar la operación de la UP3.

En la etapa 1, el programa de capacitación en emprendimiento incluyó 11 talleres y seis acciones de seguimiento en campo, con 242 beneficiarios de 12 diferentes comunidades. En la etapa 2, las acciones de inducción y seguimiento a emprendedores tuvieron 370 beneficiarios de los municipios de Tamuín, Tanlaajás, San Antonio y Tancanhuitz; además, se documentó el modelo de capacitación en emprendimiento social, se apoyó la participación de las y los emprendedores en ferias alimentarias,

se les orientó para el desarrollo de una cartera de clientes y se les capacitó en la gestión de apoyos ante oficinas públicas (fotografía 18).

Fotografía 18



Participación de productores de piloncillo en la Expo Agroalimentaria organizada por el Gobierno de San Luis Potosí. **Fotos:** Claudia Escudero Lourdes, Luisiana Fabiola Palomo González y Luis Enrique Gallegos Castro.

El proyecto impulsa a las y los productores rurales para que conformen empresas sociales como la SPR, que les permitirán transitar a otras asociaciones comunitarias con enfoques característicos de la economía solidaria, tipo cooperativas o mutualidades, con el objetivo de que un mayor número de integrantes de la comunidad se involucre en las actividades, en la gestión y en la dirección para promover la equidad entre todas las personas que participaron. La evolución de un emprendimiento social a una empresa con las características distintivas de la economía solidaria implicará un cambio cultural y estructural importante y, sin duda, dará preferencia al bienestar colectivo de la comunidad.

RESULTADOS DE ACCIONES DE GESTIÓN SOCIAL EN EL PROYECTO

En relación con las acciones de incidencia, se ha mejorado la estrategia y los instrumentos de diagnóstico utilizados para identificar y validar los programas y actividades a desarrollar. Al mismo tiempo, se generó un modelo general de capacitación transdisciplinar con bases comunes para los procesos de capacitación técnica, emprendimiento social y de acciones de sensibilización o socialización. Se ha capacitado a una productora y dos productores locales como miembros del equipo de trabajo para que participen en la capacitación e inducción de personas productoras y emprendedoras.

En relación con los programas de acción social, en la etapa 1 se completó un programa de socialización de temas orientados al desarrollo de la persona, la familia y la comunidad, así como el cuidado del medio ambiente (figura 11). Estos talleres tuvieron una cobertura de 618 asistentes de 11 comunidades. En la etapa 2 se agregaron los temas de valorización de residuos, generación de energía renovable y la cobertura del programa se extendió a 895 beneficiarios de 35 comunidades.

Figura 11. Estrategia de gestión social en las comunidades piloncilleras tének



Fuente: elaboración propia.

Fotografía 19



Equipo de trabajo del Pronaii “Desarrollo social y económico de pequeñas unidades agroindustriales con base en la socialización, gestión, generación y/o uso eficiente de energía sostenible”.
Foto: Luisiana Fabiola Palomo González.

CONCLUSIONES

La identificación y validación colegiada de los retos de las comunidades tének dedicadas a la producción de piloncillo artesanal, así como la integración de las ideas de todas las personas que integran la comunidad en la generación de soluciones creativas y viables para su entorno han sido fundamentales para lograr la entusiasta y activa participación de todas y todos en la mejora de condiciones de trabajo de sus unidades productivas y de vida en sus viviendas.

En un principio, las y los productores piloncilleros mostraron poco interés en la adopción de estrategias para optimizar la energía de sus procesos productivos y para incorporar energías alternativas en sus unidades productivas y viviendas. Sus demandas se dirigieron a implementar mejores prácticas de manufactura para incrementar la productividad y calidad del piloncillo, a fin de tener la oportunidad de comercializarlo de forma directa en el mercado, evitando el intermedirismo, identificado como el principal problema a resolver.

Sin embargo, en la medida que las demandas iniciales de la comunidad fueron atendidas se generó confianza en las personas productoras y sus familias. Con ello, se han facilitado las actividades que promueven la adecuada gestión de la energía generada de residuos orgánicos y de los recursos naturales, como mecanismo para promover mejores condiciones de bienestar.

De forma notable, el desarrollo de los PT se facilitó cuando se abrieron los canales para la transferencia de saberes entre personas productoras e integrantes de la academia. La experiencia y la vivencia de las y los productores son elementos que simplifican y agilizan el desarrollo de productos y servicios que en verdad resuelven las necesidades de las y los productores de forma viable y económica. La capacitación técnica de las y los integrantes de la comunidad se hizo más eficiente cuando se involucró a las y los productores como personas facilitadoras o mentoras, ya que la comunicación en su lengua natal, el tének, facilita una mejor dinámica de intercambio de ideas, observaciones y resolución de dudas.

A su vez, los PT se identifican como una alternativa pertinente para el desarrollo de procesos y productos con enfoque sostenible. Al validarse e integrarse, permiten diversificar los productos a comercializar de forma directa en el mercado, lo que valida además la información requerida para el desarrollo de una microbiorrefinería rural con cero residuos en el futuro próximo.

Las estrategias de emprendimiento social implementadas han permitido a las y los productores y emprendedores conocer una ruta crítica para establecer una empresa rural, así como desarrollar las habilidades necesarias para establecer a futuro las figuras asociativas distintivas de procesos de economía solidaria. Las acciones complementarias de gestión con diferentes organizaciones gubernamentales, educativas y civiles han agilizado la ejecución de las acciones de incidencia y han abonado el terreno para la gestión de las y los propios productores. Es relevante mencionar que estas acciones también han permitido la gestión de recursos complementarios para establecer el Civasorer en el municipio de Tanlajás.

Por último, la oportunidad de retroalimentar experiencias y vivencias en etapas subsecuentes del proyecto ha mejorado de forma progresiva el modelo de incidencia. Esto aumenta su potencial para ser replicado con éxito de forma contextualizada en otros sistemas productivos agrícolas, de modo que contribuya a mitigar el rezago energético, económico y social de las comunidades rurales.

REFERENCIAS

- Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (Gira) (2023). *Programa de Energía Rural*. <https://gira.org.mx/programas/energia-rural/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) (2020). *Número de habitantes por entidad federativa en San Luis Potosí. Cuéntame. Información por entidad*. <https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/slp/poblacion/default.aspx?tema=me&e=24>
- Masera, O. R., Bailis, R., Drigo, R., Ghilardi, A. y Ruiz-Mercado, I. (2015). Annual Review of Environment and Resources. *Review in Advance*, 40(1), 121–150.
- Riojas Rodríguez, H. (2016). *Informe final. Evaluación integral del programa de estufas ecológicas en San Luis Potosí y propuesta de intervención*. Gobierno de San Luis Potosí. https://slp.gob.mx/sedesore/Documentos%20compartidos/evaluacion_externa/Entrega%20resultados%20evaluacion%20estufas.pdf
- Secretaría de Bienestar (2022). *Informe Anual sobre la Situación de Pobreza y Rezago Social 2022. San Luis Potosí, Tanlaajás*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/698430/24_041_SLP_Tanlaj_s.pdf
- Secretaría de Economía (SE) (1 de marzo de 2019). *Declaratoria de vigencia de la Norma Mexicana NMX-Q-001-NORMEX-2018*. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5551618&fecha=01/03/2019#gsc.tab=0

14. Experiencias en el uso de tecnologías solares en comunidades de pescadores campechanos previas a la instalación de una planta de secado solar de productos marinos

Margarita Castillo Téllez, Beatriz Castillo Téllez, J. Ubaldo Dzib Can, María Eugenia López Caamal, Gerardo A. Mejía Pérez, Erick C. López Vidaña

RESUMEN

Fomentar el uso de las tecnologías solares para beneficio económico de las comunidades rurales es de vital importancia, ya que no sólo coadyuva a mitigar la pobreza energética, sino que también contribuye al desarrollo sostenible y a mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales y sus pobladores.

El sector pesquero es fundamental para la generación de alimentos de gran valor nutricional, fortalece la soberanía alimentaria y contribuye a la economía nacional. En el estado de Campeche –y en la mayoría de los estados que cuentan con actividad acuícola y pesquera– quienes se dedican a la pesca carecen de equipo adecuado, no disponen de canales de comercialización ni de infraestructura para desarrollo de productos

de valor agregado, presentan una deficiente inocuidad alimentaria y experimentan una limitada incorporación de tecnología.

Como resultado del apoyo recibido del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC), se comparten los resultados de los primeros dos años de trabajo comunitario en el marco del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronai) “Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales”. Una de las principales metas de este proyecto es la incorporación de tecnologías que aprovechen la energía solar a fin de transformarla en calor de proceso para tratar productos marinos y darles valor agregado. Se desarrollaron y probaron con éxito dos secadores solares para la obtención de pescado deshidratado de calidad, biofertilizante y *pellets* como alimento para animales.

El trabajo de campo basado en el intercambio de saberes y aprendizaje horizontal del colectivo de investigación e incidencia fue fundamental para cumplir los objetivos establecidos. Se realizaron diversos talleres de secado y cocción solar de alimentos, así como de equidad de género y organización comunitaria. Además, se enseñó a niñas y niños de primaria a fabricar tanto sus propios secadores como cocinas solares, y se trabajó con amas de casa y pescadores en el proceso de secado solar.

Es importante aclarar que en las familias participantes existe una división del trabajo muy clara entre géneros: mientras los hombres van a pescar (son *los* pescadores), las mujeres venden el pescado y se ocupan de las tareas domésticas. Las y los alumnos participantes en el proyecto reportaron sus avances de tesis de licenciatura y posgrado. Por último, se informan lecciones aprendidas, alcance, impacto y contribución a la incidencia social en este periodo.

INTRODUCCIÓN

El sector pesquero y acuícola es fundamental para la generación de alimentos, por su contribución a la economía nacional, y para fortalecer

la soberanía alimentaria y territorial. Los productos pesqueros son alimentos accesibles de alta calidad, capaces de satisfacer la demanda nacional. Más aún, favorecen la salud con productos de alto contenido de nutrientes, innovadores y con valor agregado. En la actualidad, la modernización de los procesos productivos puede mejorar su calidad e higiene con miras a abrir nuevos mercados internacionales.

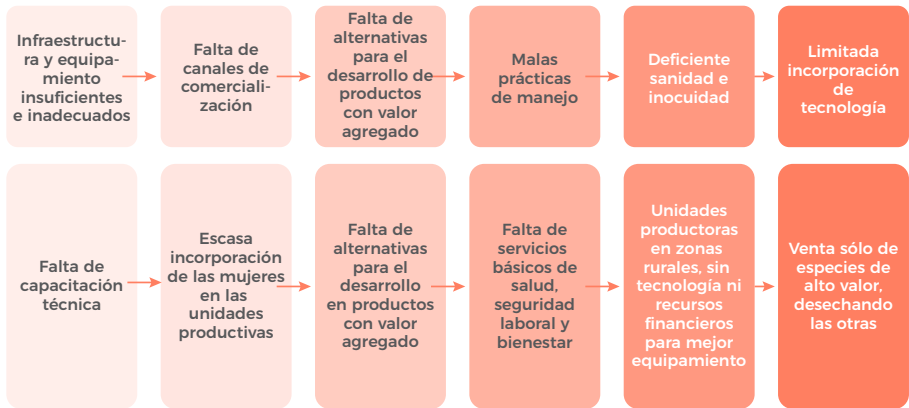
Sin embargo, el sector pesquero en general -tanto los procesos de producción como las cadenas de distribución- debe ser analizado de forma imperativa, ya que se generan daños al medioambiente y existen problemas que ocasionan pérdidas económicas en cada etapa. Por ejemplo, los pescadores en el estado de Campeche estiman devolver al mar o disponer al aire libre 40% de su pesca total, en especial de aquellas especies que no tienen un valor comercial suficiente. Además, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) reporta un desperdicio de 54.1% del pescado ya comercializado en México, lo cual equivale a 127000 101.96 toneladas de desperdicio. Este alimento podría proporcionar 1.33 kg de comida semanales a cada familia en nuestro país (Sagarpa-Sedesol, 2021; Sedesol, 2018).

Por otro lado, existen grandes abismos económicos y sociales en la comunidad pesquera del país. En un extremo se encuentran las grandes empresas de captura, acopio, distribución y comercialización de los productos pesqueros. El otro extremo corresponde a muchas unidades productoras -localizadas en su mayoría en zonas rurales- carentes de tecnología y recursos financieros para un mejor equipamiento, por lo que sus volúmenes de captura son limitados, cuyos compradores sólo exigen las especies de alto valor comercial y otorgan un valor muy bajo al resto de la pesca. Las condiciones de las familias son muy precarias, ya que tienen poco acceso a infraestructura energética, así como a servicios de salud y de educación (figura 1).

El desarrollo de nuevas tecnologías de energía solar se considera una de las soluciones clave para satisfacer la creciente demanda mundial de energía (Kabir et al., 2018) y para eliminar la pobreza energética en las

comunidades rurales. Una de las principales aplicaciones más eficientes y adecuadas es el secado solar (Goel et al., 2024).

Figura 1. Barreras que limitan el desarrollo económico y social del sector pesquero en Campeche



Fuente: elaboración propia.

El secado es un proceso de transferencia de calor y masa que se produce tanto en la superficie como dentro del producto a deshidratar (Jafari y Resources, 2023). Los métodos de secado tradicionales proporcionan aire caliente para secar materiales mediante la quema de energía fósil o madera, lo que no sólo incrementa los problemas de contaminación ambiental y escasez de energía, sino que también afecta de manera negativa la calidad de los materiales de secado (Deng et al., 2021).

El secado solar puede ayudar a mejorar el color, el sabor y la apariencia de los productos, también apoya a reducir el riesgo de crecimiento de microorganismos y previene la contaminación debido a insectos. Los secadores solares se clasifican según el modo de circulación del aire: 1) secadores con convección natural y con convección forzada; y 2) según el tipo de secado, así sea solar directo, indirecto o solar en modo mixto (Castillo-Téllez et

al., 2021). Cabe señalar que los secadores también se clasifican por su construcción: gabinete, túnel e invernadero (Devan et al., 2020).

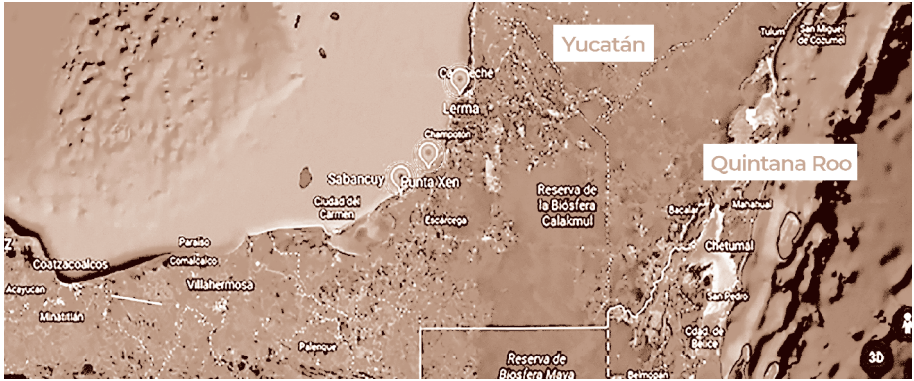
Para el uso de estas tecnologías, la península de Yucatán posee abundantes recursos energéticos renovables que, si se usan de forma adecuada, pueden apoyar el crecimiento y el desarrollo socioeconómico del estado y la región. Por otro lado, el pescado de captura posee un gran valor nutrimental, ya que proporciona proteínas de alta calidad, vitaminas A y D, minerales como el fósforo, magnesio, selenio y yodo, aminoácidos esenciales y -algunos de ellos- grasas como el omega-3, vitales para el desarrollo cerebral.¹ De acuerdo con lo anterior, la FAO estima que dentro de los próximos 30 años el consumo de pescados y mariscos superará el de otros alimentos cárnicos, como los derivados del ganado porcino, del vacuno y de las aves de corral (OCDE-FAO, 2021).

En este capítulo se presentan los resultados del trabajo realizado en tres comunidades de pescadores del estado de Campeche: Lerma, en el municipio Campeche, Punta Xen, en Champotón y Sabancuy, en Carmen (mapa 1). Se seleccionaron estas tres comunidades por ser parte de los municipios con más habitantes y con más carencias del estado (Conapo, 2023; Inegi, 2020). Se realizó trabajo de campo para: 1) analizar las necesidades, la cultura y dinámica social; 2) promover el uso de las tecnologías solares; y 3) con base en lo anterior, definir el lugar óptimo para instalar una planta industrial de secado con hibridación de tecnologías solares enfocada en productos marinos.

La planta propuesta tiene como objetivo usar la energía solar para procesar especies de peces con bajo valor comercial a fin de obtener subproductos con alto contenido proteico y facilitar su acceso a las comunidades más excluidas -en términos de acceso a alimentos con un alto contenido de nutrientes- en las comunidades rurales. A su vez, se busca generar otros productos con un valor agregado que ayude a mejorar las condiciones económicas de los pescadores de Campeche.

¹ En particular, el cerebro de las niñas y los niños requiere una cantidad adecuada de ácidos grasos, como omega-3, ácido docosahexaenoico (DHA) y ácido eicosapentaenoico (EPA), entre otros.

Mapa 1. Macrolocalización: Lerma, Punta Xen y Sabancuy en el estado de Campeche



Fuente: elaboración propia a partir de Google Maps.

Figura 2. Principales objetivos del proyecto

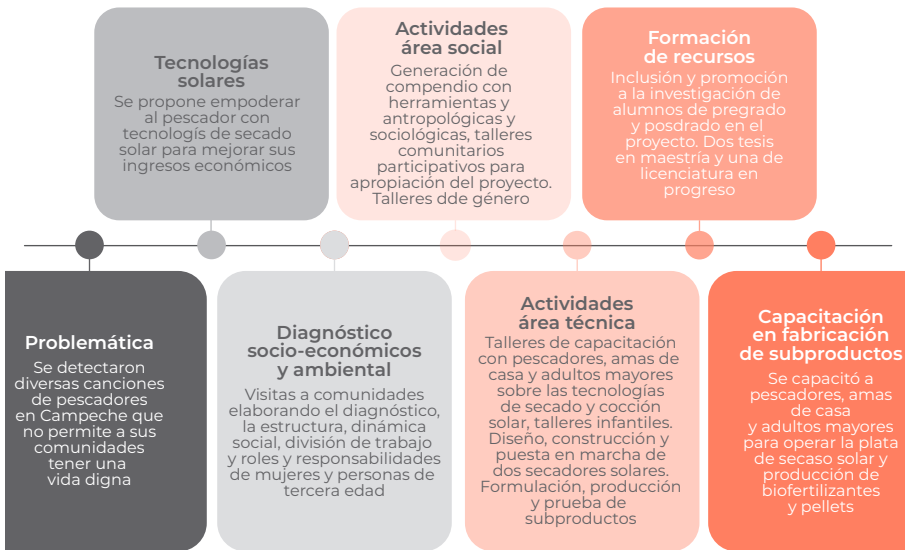


Fuente: elaboración propia.

EXPERIENCIAS EN EL TRABAJO EN LAS COMUNIDADES

Para obtener indicadores confiables que ayuden a identificar el lugar adecuado para la instalación de la planta deshidratadora de productos marinos se definieron diferentes actividades entre los integrantes del grupo de trabajo del Pronaii (figura 3). El grupo está formado por personas investigadoras de múltiples disciplinas provenientes de diferentes facultades y centros de investigación de la Universidad Autónoma de Campeche, de diferentes centros universitarios de la Universidad de Guadalajara, del Centro de Investigación de Materiales Avanzados -subsede Durango-, de la Universidad Autónoma de Yucatán y del Instituto de Energías Renovables de la UNAM.

Figura 3. Metodología seguida para conseguir los objetivos



Fuente: elaboración propia.

Por un lado, se aplicaron encuestas sobre temas demográficos, socioeconómicos y productivos para la elaboración de un diagnóstico de

las tres comunidades del estudio. La aplicación de instrumentos metodológicos en el área social del proyecto da sustento científico a los estudios y análisis de los datos obtenidos. Estas herramientas consisten en técnicas de investigación propias y del objeto de estudio tales como: observación, registro, investigación documental, entrevistas y cuestionarios. A su vez, se consideraron datos estadísticos y resultados de otros estudios realizados por organismos de gobierno o de la sociedad civil.

Al mismo tiempo, se realizaron talleres de socialización con la finalidad de comprender la organización productiva y cultural de la pesca, los actores participantes en la actividad y las problemáticas que la limitan. A partir de entrevistas a profundidad en las tres comunidades de estudio entendimos los marcos sociales y económicos en los cuales se practica la pesca, las políticas gubernamentales que han debilitado al sector social y que han posicionado a los particulares, así como el papel productivo que podría desempeñar la planta en manos de pescadores que no han sido favorecidos por la inversión productiva del estado.

Mediante el trabajo social se obtuvieron historias de vida de mujeres y se realizaron tres talleres sobre género, uno por cada comunidad -Lerma, Sabancuy y Punta Xen-, con los cuales se ha obtenido un panorama más amplio sobre las características sociales detectadas en la fase semilla del proyecto en relación con la estructura, dinámica, división del trabajo doméstico, roles y responsabilidades de las mujeres al interior de las comunidades pesqueras.

Por otro lado, los trabajos realizados para lograr la sensibilización y apropiación de la tecnología de secado solar por las comunidades de pescadores consistieron en la realización de talleres de secado. En ellos se explicaron los beneficios de deshidratar productos con energía solar y se demostró la facilidad de su construcción y uso. Asimismo, se diseñaron, construyeron y pusieron en marcha dos secadores solares que conformaron un prototipo de secador solar tipo túnel -con su caracterización térmica y definición de la eficiencia-. Éste constituyó la base experimental para la construcción de la planta termosolar en tamaño real, la cual terminó de

construirse en 2023. En ambos secadores solares se hicieron estudios del secado de tres especies de pescados nativos de bajo costo de la región campechana: *boox*, armado y *chac-chi*. Durante las pruebas, se utilizó la harina de estos pescados como base para un biofertilizante, y se verificó su eficacia.

Otro subproducto que se logró formular son los *pellets*, tanto como alimento canino, como para el sector acuícola. Cabe resaltar que la mayor parte del pescado –huesos, vísceras y cabeza– es desechada. No obstante, estos desechos tienen un alto contenido de sodio, calcio, potasio y magnesio, elementos requeridos para enriquecer los suelos agrícolas y proporcionar a los cultivos los nutrientes necesarios para su desarrollo (Kim et al., 2010).

Por último, otro fruto del proyecto ha sido la incorporación de alumnas y alumnos de las universidades participantes, tanto de licenciatura como de posgrado, quienes han participado e iniciado sus investigaciones en diversas líneas que se desprenden de forma directa de esta iniciativa. En la actualidad están por finalizar dos tesis de maestría y se encuentra en proceso una de licenciatura.

RESULTADOS

Se describen a continuación los resultados obtenidos del trabajo de campo realizado en las comunidades de pescadores de Lerma, Punta Xen y Sabancuy.

Organización social de las comunidades pescadoras

El análisis de los datos obtenidos permitió identificar las problemáticas sociales de la pesca, su organización productiva y cultural, los actores participantes y en qué consisten las tensiones y retos a enfrentar en el complejo aspecto social del proyecto. La información cuantitativa y cualitativa obtenida también hizo posible diseñar las estrategias adecuadas para la inserción de la planta de secado solar de productos marinos en la vida y organización comunitaria con la mayor participación posible. Además,

se constató que la factibilidad de su instalación contribuirá a un cambio en la forma de producir, ya que permitirá que la comunidad pesquera se apropie de las nuevas tecnologías sustentables para aprovechar sus recursos productivos e impulsar el bienestar de sus grupos domésticos.

En las figuras 1 y 2 se presentan las principales barreras que han limitado el desarrollo económico y social del sector pesquero en Lerma, Punta Xen y Sabancuy. En la figura 4 se muestran los principales resultados socioeconómicos obtenidos de la aplicación de encuestas; se logró encuestar al 80% de las familias pesqueras bajo estudio.

Figura 4. Resultados del diagnóstico social



Notas: La gráfica superior izquierda presenta la formación académica. La gráfica superior derecha muestra las edades en cada población. Al centro se incluye una tabla con datos sobre el sexo, edades promedio, personas que trabajan por familia, ingresos mensuales y datos de viviendas. En la parte inferior se grafican los porcentajes de pescadores empleados y que trabajan por su cuenta.

Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas a los pescadores, con datos de la Secretaría de Bienestar (2022), Inegi (2020), Conapo (2023) y Coespo Campeche (s.f.).

En cuanto a la estructura social productiva, se encontró que en Lerma cada pescador tiene en promedio una experiencia de 27 años, 40.7% cuenta con embarcaciones y 88% de las lanchas son de fibra de vidrio y realizan alrededor de 10 viajes promedio al mes. En Punta Xen, la experiencia promedio en pesca es de 16 años, 42% cuenta con embarcaciones, 42% son lanchas de fibra de vidrio y se tiene un promedio 20 viajes por mes. Por su parte, en la comunidad de Sabancuy la experiencia promedio en pesca es de 28 años, 61.1% cuenta con embarcaciones, 93.5% son lanchas de fibra de vidrio y se realizan en promedio 11 viajes al mes.

La vocación económica pesquera ribereña destaca por su impacto sociocultural, ya que se ha convertido en un símbolo de cohesión social e identidad cultural. En cuanto a la estructura social productiva, existe interacción entre pescadores y personas tanto comercializadoras como permisionarias -aquellas que son dueñas de embarcaciones que emplean a pescadores y acopian el producto- y coexisten cooperativas, gente sin embarcaciones, así como personas que operan sin permisos de pesca. Por factores como temporadas, clima, precios de comercialización, niveles de captura, personas intermediarias y falta de valor agregado, los pescadores y sus familias carecen de alternativas para el desarrollo y experimentan dificultades en el acceso a bienes y servicios básicos (fotografía 1).

Fotografía 1



Condiciones de pesca y comercialización actuales en las comunidades. **Fotos:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Capacitación e intercambio de saberes

Se realizaron talleres de socialización del proyecto sobre equidad de género y secado solar. Es importante mencionar que desde la concepción del proyecto se contempló que la operación de la planta deshidratadora estuviera a cargo de mujeres, personas de tercera edad y personas con capacidades diferentes, por lo que fue necesario conocer la participación de las mujeres en la economía familiar. Al respecto, se presentan como resultado los análisis de historia de vida de esposas de pescadores y los talleres de equidad de género realizados en cada comunidad: de esta forma comprendimos que la subordinación social de las mujeres se institucionaliza en sus grupos domésticos a través de la división social del trabajo dentro y fuera de sus unidades familiares. Dicha subordinación crea condiciones para que ellas sean violentadas en sus hogares de manera tanto física como verbal.

En este contexto, la instalación de una planta de secado en una comunidad pesquera crea posibilidades para que las mujeres se inserten en sus procesos productivos y en la gestión colectiva a la par que los varones. Esta inserción es capaz de transformarlas en proveedoras económicas, y puede ayudarlas a negociar un papel más incluyente y a combatir la violencia dentro de sus propios grupos domésticos (fotografía 2).

Fotografía 2

Talleres de equidad de género dirigidos a esposas de pescadores. **Foto:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Una manera de aprovechar la energía solar es transformarla en calor mediante colectores para calentamiento de agua y aire. El agua caliente obtenida se usa para el calentamiento indirecto del aire, mediante un radiador o intercambiador de calor. El aire caliente obtenido mediante el colector solar es utilizado de forma directa al introducirlo al secador solar. El objetivo principal es la generación de aire caliente para deshidratar los alimentos.

Para que los pescadores y las personas que integran la comunidad participante entendieran el principio de funcionamiento de estas tecnologías fue necesario realizar talleres y cursos basados en el intercambio de saberes. Los talleres de secado solar en las tres comunidades –Punta Xen, Lerma y Sabancuy– se realizaron con la intención de fortalecer el conocimiento del secado solar en los pescadores, en las amas de casa y en las y los adultos mayores. Se abordó el proceso de secado y la importancia de la inocuidad en los alimentos. Además, se organizaron actividades en escuelas de nivel preescolar, primaria y secundaria, donde las y los estudiantes realizaron procesos de secado solar completos desde el corte del producto hasta la obtención del producto seco.

Las fotografías 3 y 4 representan imágenes del trabajo realizado con mujeres e infancias tanto de preescolar como de primaria. A su vez, se mostraron secadores solares portátiles a los pescadores y se les explicó su funcionamiento y modos de operación, así como sus características principales. En cuanto a los alimentos, se detallaron sus propiedades en fresco y seco, así como pretratamientos y disposición final.

Fotografía 3



Talleres de construcción de secadores y secado solar dirigidos a infancias de las comunidades de pescadores. **Fotos:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Fotografía 4



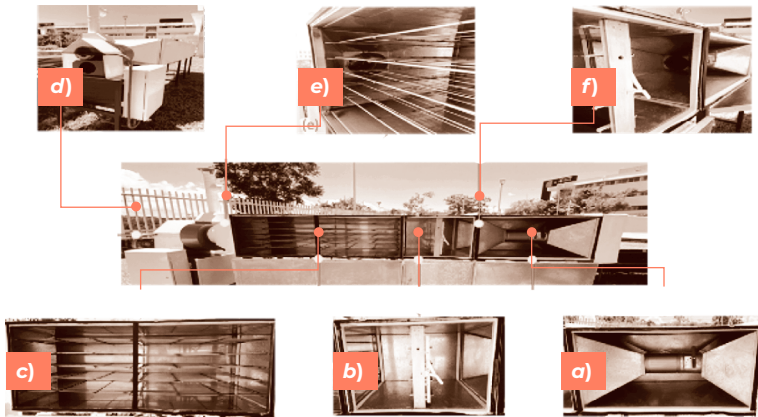
Talleres de secado solar dirigidos a mujeres, pescadores y personas adultas de tercera edad de las comunidades. **Fotos:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Construcción y puesta en marcha del secador solar

El deshidratador solar para productos pesqueros tipo túnel está conformado por tres secciones principales. La primera es la cámara o compartimiento para el secado de los productos pesqueros, y está compuesta por dos compartimentos en forma de ductos rectangulares con capacidad de 60 kg de producto fresco. La segunda sección de distribución del aire caliente está compuesta por un ducto rectangular que en su interior cuenta con una zona de seis persianas de aluminio y vidrio, cuya función es distribuir el flujo de aire caliente que pasará hacia el interior de la sección de secado. La tercera sección de direccionado del caudal de aire caliente consiste en un ducto rectangular, en cuyo interior se encuentran dos válvulas de compuerta con la función de regular el ingreso del aire caliente a la sección de secado mediante dos formas: 1) por el banco de colectores solares de calentamiento de aire; y 2) por el banco de colectores solares de calentamiento de agua y por el intercambiador de calor agua-aire.

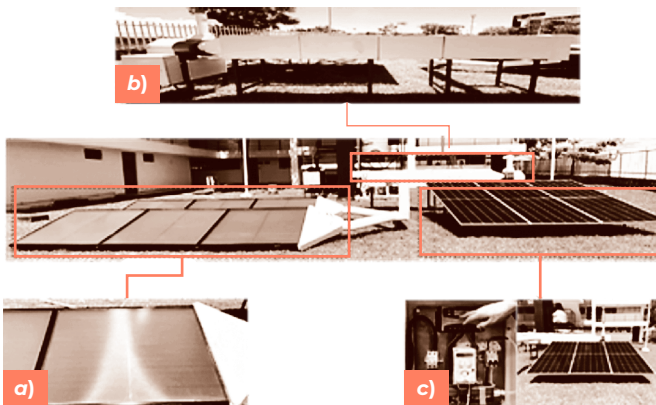
Las tres secciones deben contar con aislamiento térmico (fotografía 5). En las fotografías 6 y 7 se pueden observar los subsistemas de calentamiento de aire y agua que componen el secador solar tipo túnel.

Fotografía 5



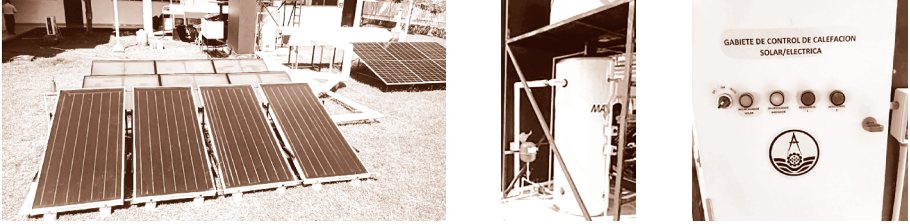
Componentes de la cámara de secado del secador solar tipo túnel. **Fotos:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Fotografía 6



Notas: a) colectores solares de aire; b) paneles fotovoltaicos; c) controles de los sistemas.
Fotos: Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Fotografía 7



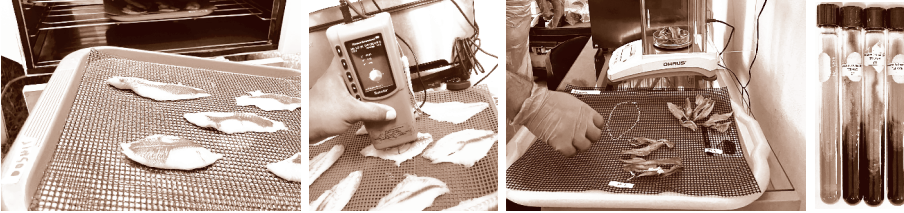
Sistema de calentamiento solar de agua acoplado al secador solar tipo túnel. **Fotos:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Experiencias en el secado solar de pescado

En lo referente al secado de productos marinos, se realizaron los primeros estudios de secado de tilapia como un primer acercamiento para dimensionar de manera adecuada el prototipo experimental. En el mismo sentido, se desarrollaron estudios experimentales para el secado de tres especies de pescado nativas de Campeche con los que se definieron los siguientes factores, tanto en fresco como en seco: cinética de secado, contenido de humedad inicial y final, velocidad de secado, actividad de agua, porcentaje de humedad y colorimetría. De igual forma, se obtuvieron resultados de análisis del contenido de proteína y lípidos en productos secos para la obtención de machaca de pescado, harina de pescado, cápsulas de colágeno y condimentos.

Más aún, se hicieron estudios de secado de residuos de pescado -cabeza, espinas, vísceras, agallas, músculo oscuro, aletas y piel- con la finalidad de obtener los primeros resultados para su recuperación y aprovechamiento en subproductos -biofertilizantes y *pellets* para consumo animal-, al ser estos algunos de los principales compromisos del presente proyecto (fotografía 8).

Fotografía 8

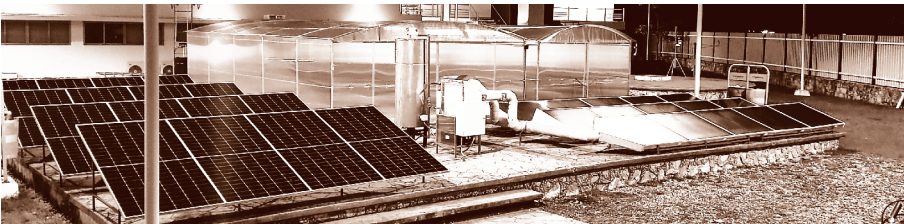


Notas: de izquierda a derecha se presenta la disposición del filete de pescado en el secador solar tipo túnel, las pruebas de control de calidad, el producto final seco, las pruebas de lípidos en pescado seco y las pruebas experimentales. Etapas de experimentación con el secado de pescado.
Fotos: Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Secador solar comunitario

De acuerdo con los resultados sobre la modelación de las cinéticas de secado en el secador tipo túnel se determinaron las dimensiones requeridas para la planta de secado solar tipo invernadero. La planta cuenta con dos secadores solares tipo invernadero (fotografía 9) que, en conjunto, tienen la capacidad de deshidratar 480 kg de producto fresco. El secador primario está diseñado para deshidratar pescado, y tiene una capacidad de alrededor de 360 kg: 75% del total del producto. El secador secundario es de menor tamaño y puede deshidratar un aproximado de 120 kg de subproductos pesqueros como vísceras y piel: 25% del producto.

Fotografía 9



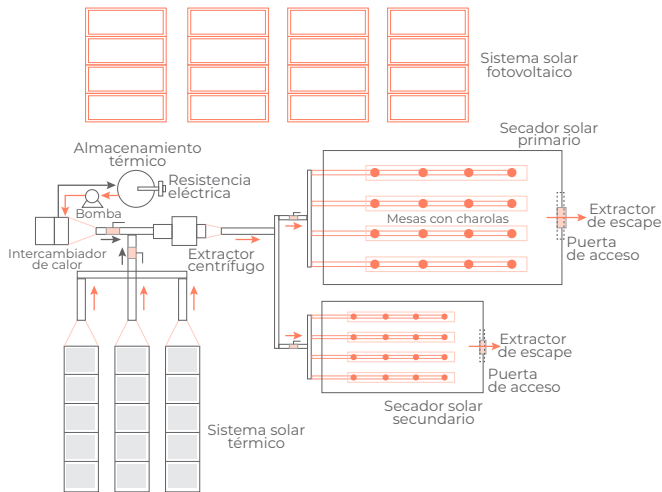
Estado actual de los secadores solares primario y secundario para el deshidratado de productos pesqueros. **Foto:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

El deshidratador solar primario es de tipo invernadero. Está conformado por una nave curva con dimensiones de 9 m de largo x 6 m de ancho y 2.5 m en la parte más alta del domo. Cuenta con un área en su base de alrededor de 54 m² y un volumen aproximado de 135 m³.

El deshidratador solar secundario también es de tipo invernadero. Consta de una nave curva con dimensiones de 6 m de largo x 4 m de ancho y 2.5 m en la parte más alta del domo. Dispone de un área en su base de cerca de 24 m² y un volumen aproximado de 60 m³.

Con base en los datos recabados -temperaturas, irradiancia y humedades durante todo el año, así como humedad, densidad, dimensiones y capacidad de los productos para secar-, se realizó una simulación con diversas opciones de tecnologías termosolares para diseñar y optimizar un sistema termosolar que proveyera aire caliente al proceso de secado de pescado mediante tecnología de captación solar con respaldo de eléctrico. El resultado óptimo que arrojó la simulación determinó la configuración que se presenta en la figura 5.

Figura 5. Esquema de los secadores de la planta de secado solar para productos pesqueros



Fuente: elaboración propia.

El equipo utilizado es el siguiente:

- 16 paneles solares (560 W) con una potencia eléctrica nominal de 9 kW.
- 1 intercambiador de calor (0.6m x 0.6m) de 49 kW.
- 1 tanque de almacenamiento térmico de 250 L.
- 15 calentadores de aire.
- 1 ventilador de 3 hp.
- 1 bomba de ½ hp.

Secado solar en planta de deshidratado tipo invernadero

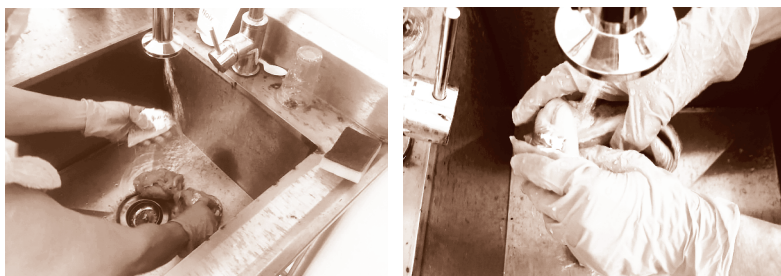
En relación al proceso de secado en el invernadero, se tomaron las medidas necesarias para garantizar su inocuidad. En el caso del secado de vísceras, huesos y cabezas de pescado se realizó una breve cocción con el mismo propósito (fotografías 10 a 13).

Fotografía 10



Fileteado del pescado. **Foto:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Fotografía 11



Lavado del pescado. **Fotos:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Fotografía 12



Disposición de filetes en el secador primario. **Fotos:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Fotografía 13



Disposición de residuos en el secador secundario. **Fotos:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Los resultados de contenido de humedad y actividad del agua en ambos secadores solares –indirecto y tipo invernadero– muestran que el producto es estable en términos microbiológicos y que hay pocas probabilidades de reproducción microbiológica al finalizar el proceso de secado solar. En ambos casos se logró secar en su totalidad el producto en un solo día.

Obtención de biofertilizantes y pellets

Con el propósito de obtener biofertilizantes y *pellets* como productos de valor agregado, se realizó el secado de desechos de pescado (fotografía 14). Estos representan la mayor parte del pescado.

Una vez seco el producto, se pulveriza para obtener harina. Con esta última se realizaron pruebas, tales como determinación de nitrógeno, sodio, potasio, calcio, fósforo, coliformes fecales y fitotoxicidad, así como del índice de germinación. En la fotografía 15 se presenta la muestra de semilla de pepino en las que se utilizó pescado seco como fertilizante. Puede observarse que la semilla logró germinar, mientras que en la muestra control no hubo germinación, lo que demuestra la efectividad del fertilizante. La composición porcentual de los macronutrientes de los residuos de pescado se presenta en la tabla 1.

Fotografía 14



Cabezas de tilapia dentro del secador. **Foto:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Fotografía 15



Semilla de pepino germinada. **Foto:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Tabla 1. Composición porcentual de macronutrientes de los residuos de pescado

COMPONENTE	PORCENTAJE EN PESO BASE SECA (P/P)
Nitrógeno orgánico equivalente	7.99
Fósforo en P ₂ O ₅ equivalente	6.67
Potasio en K ₂ O equivalente	0.5
Calcio en CaO equivalente	6.37
Sodio	0.4

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a coliformes fecales, después de incubar las muestras por 24 horas no se observó un cambio de coloración del medio y no se presentó producción de gas. El análisis microbiológico para cada uno de los tratamientos implementados -en los que se utilizó el pepino como especie indicadora- evidenció una mejor germinación cuando el residuo de pescado fue utilizado en una proporción de cinco por ciento.

Formulación de pellets como alimento para animales

Para el desarrollo de *pellets* se realizó un estudio sobre las diferentes normas relacionadas con el uso de harina de pescado para la producción de

alimento para animales, así como diversos sistemas de valoración de requerimientos nutricionales que regulan los ingredientes de dicho alimento: contenido energético, proteico, digestibilidad, minerales, etc. De igual manera, se determinaron las funciones de los nutrientes en la alimentación. Con esta información, se fabricaron *pellets* a partir de la harina de pescado, a la cual se adicionaron arroz, harinas de soya y sorgo, entre otros (fotografías 16 y 17).

Los *pellets* son de gran importancia en la alimentación animal, ya que facilitan una mejor digestión de grasas y nutrientes, además de reducir el gasto energético durante la ingestión. *Peletizar* el alimento trae beneficios como mejorar el rendimiento de los animales, disminuir la presencia de partículas pequeñas, evitar la selectividad en la alimentación y reducir la presencia de patógenos en la comida. Esto no sólo beneficia a los animales, sino que también contribuye a evitar la selección no controlada de ingredientes y mejora la rentabilidad económica para los productores. En resumen, la peletización es práctica, eficiente y tiene impactos positivos tanto en la salud de los animales como en el bolsillo de los productores.

La metodología fue la siguiente:

1. Secado del desecho de pescado. Se agregó arroz para disminuir el olor.
2. Se utilizó una prensa hidráulica para eliminar el exceso de grasa.
3. Calentamiento de la muestra en un horno para extraer la grasa restante.
4. En el caso del alimento de pollo se añadió harina y soya, y se probó con forraje triturado.
5. Trituración.
6. Determinación de la humedad de la muestra.
7. Compensación con agua para alcanzar una humedad de 50%.
8. Remezclado.
9. Paso por la peletizadora.
10. Colocación en el secador solar.

Fotografía 16



Proceso de pelletización. **Fotos:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Fotografía 17



Obtención de pellets. **Fotos:** Margarita Castillo Téllez y Beatriz Castillo Téllez.

Formación de recursos humanos

En cuanto a la integración de las y los estudiantes al proyecto, al menos 10 han participado de manera activa en labores como talleres,

entrevistas, experimentación e instrumentación con resultados de sus investigaciones en diversos congresos. Una alumna y un alumno de posgrado realizan sus tesis con temas derivados del proyecto:

- María Castañeda Grano: *Construcción, instrumentación y control de un secador solar para productos marinos*, en la maestría en Estudios Transdisciplinarios en Ciencia y Tecnología de la Universidad de Guadalajara.
- Francisco Bustamante Huizar: *Instrumentación y control de equipo solar para el desarrollo de fertilizantes a partir de desechos de productos marinos en comunidades rurales*, en la maestría en Estudios Transdisciplinarios en Ciencia y Tecnología de la Universidad de Guadalajara.

De igual forma, una alumna realiza su tesis a nivel licenciatura:

- Yesenia Ávila Ortega: *Variabilidad climática de la precipitación en el estado de Campeche*, en el Instituto Epomex de la Universidad Autónoma de Campeche.

CONCLUSIONES

El trabajo de difusión realizado en el marco del Pronaii “Planta comunitaria para el secado de productos pesqueros operada con energía termosolar para su integración en comunidades rurales” ha sido favorable. De igual forma, se han realizado actividades de difusión de logros y metas en los estados de Durango, Jalisco, Yucatán y Morelos, desde donde participan algunos de los investigadores de este proyecto.

Las comunidades han aceptado y participado en los diversos talleres de secado, equidad de género, diálogo e intercambio de saberes para avanzar en el desarrollo comunitario de la actividad pesquera. Su aprobación de la planta de secado fortalece la colaboración.

En cuanto a la parte social, el diálogo con las comunidades ribereñas ayudó a comprender el papel excluyente y subalterno que la organización neoliberal de la pesca asigna en la actualidad a estos grupos sin financiamiento gubernamental, con equipos de captura muy rústicos y sin infraestructura para la conservación, industrialización y comercialización de sus productos. Constatar la organización de la pesca que favorece a los particulares -con mayores capitales y conocimientos de mercado- nos confirma el papel transformador que puede desempeñar la planta de secado para devolverle a las personas que viven del mar el control sobre los medios de producción y reproducción de sus vidas, de modo que puedan establecer una organización sobre bases distintas a la apropiación privada de la riqueza producida.

La comunidad pesquera muestra mucho interés y esperanzas en la puesta en marcha de la planta de secado solar de pescado y de desechos de la pesca, así como en la fabricación de subproductos con valor agregado para mejorar la calidad de vida de sus familias. Las y los integrantes de la comunidad que han participado de forma activa han operado la planta y han participado en los procesos de secado de pescado y fabricación de *pellets* con éxito mediante el acompañamiento del grupo de investigación. De esta forma, la población ha comprobado que es factible procesar el pescado que con tanto esfuerzo logran capturar.

Además, es preciso señalar que los resultados del proyecto han despertado el interés de otras comunidades pescadoras -en la ribera de Chapala, Jalisco- y otros productores agrícolas -en el estado de Campeche-, debido a los posibles impactos positivos en el desarrollo de su actividad económica principal.

REFERENCIAS

- Castillo-Téllez, B., Téllez, M. C., Vega-Gómez, C. J., Mejía-Pérez, G. A. y Castillo, M. B. A. (2021). Direct and Mixed Solar Drying Effect on Edamame (Glycine Max (L.) (Merr.) Kinetics and Colorimetry. *Proceedings-ISES, Solar World Congress 2021*, 809-816. <https://doi.org/10.18086/swc.2021.31.02>

- Consejo Estatal de Población (Coespo) (s. f.). *Documentos de interés. Consejo Estatal de Población de Campeche*. <https://coespo.campeche.gob.mx/13-coespo/21-documentos-de-interes>
- Consejo Nacional de Población (Conapo) (2023). *Conciliación Demográfica de 1950 a 2019 y Proyecciones de la población de México y de las entidades federativas 2020 a 2070*. <https://www.gob.mx/conapo/acciones-y-programas/conciliacion-demografica-de-1950-a-2019-y-proyecciones-de-la-poblacion-de-mexico-y-de-las-entidades-federativas-2020-a-2070>
- Deng, Z., Li, M., Xing, T., Zhang, J., Wang, Y. y Zhang, Y. (2021). A Literature Research on the Drying Quality of Agricultural Products with Using Solar Drying Technologies. *Solar Energy*, 229, 69–83.
- Devan, P. K., Bibin, C., Asburris Shabrin, I., Gokulnath, R. y Karthick, D. (2020). Solar Drying of Fruits–A Comprehensive Review. *Materials Today: Proceedings*, 33(1), 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.041>
- Goel, V., Dwivedi, A., Singh Mehra, K., Kumar Pathak, S., Tyagi, V. V., Bhattacharyya, S. y Pandey, A. K. (2024). Solar Drying Systems for Domestic/Industrial Purposes: A State-of-Art Review on Topical Progress and Feasibility Assessments. *Solar Energy*, 267, 112210. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2023.112210>
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (Inegi) (2020). *Censo de población y vivienda 2020*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Jafari, S. M. y Resources, N. (eds.) (2023). *Drying Technology in Food Processing*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/c2018-0-04546-6>
- Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. A. y Kim, K. H. (2018). Solar Energy: Potential and Future Prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 894–900. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.094>
- Kim, J. K., Dao, V. T., Kong, I. S. y Lee, H. H. (2010). Identification and Characterization of Microorganisms from Earthworm Viscera for the Conversion of Fish Wastes into Liquid Fertilizer. *Bioresource Technology*, 101(14), 5131–5136. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.02.001>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico-Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

(OCDE-FAO) (2021). *Perspectivas agrícolas 2021-2030*. OCDE. <https://doi.org/10.1787/47a9fa44-es>.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural-Secretaría de Desarrollo Social (Sagarpa-Sedesol) (2021). *Desperdicio de alimentos en México*.

Secretaría de Bienestar (2022). *Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social 2022*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/696533/04_CAMP.pdf

Secretaría de Desarrollo Social (Sedesol) (2018). *Desperdicio de alimentos en México*. http://www.sedesol.gob.mx/boletinesSinHambre/Informativo_02/infografia.html

15. Socializar las energías alternativas y su uso eficiente en los procesos productivos de Chiapas

Roberto Berrones Hernández, Joel Pantoja Enríquez, Yazmín Sánchez Roque, Yolanda del Carmen Pérez Luna, Sergio Saldaña Trinidad, Miguel Ángel Canseco Pérez, Luis Alberto Hernández Domínguez, Josué Chanona Soto, René Pinto Ruiz, Cristina Blanco González, Luis Fernando Molina Paniagua, Gilberto Somoza Coutiño

UNA SEMILLA QUE GENERÓ FRUTOS

Vicenta se levanta como de costumbre, planea las labores de la casa y de su negocio. Hoy es un día especial. Vicenta elabora productos artesanales, como el queso crema chiapaneco, el más representativo y el más consumido en el estado. Al hacerlo emplea los elementos mínimos para su producción, ya que no cuenta con equipos sofisticados, ni siquiera tiene enfriador de quesos, porque la energía eléctrica apenas alcanza para la iluminación o para algunos aparatos electrodomésticos.

Sabe que el queso crema chiapaneco se puede conseguir en muchas partes, *onde quiera*. Por eso debe apresurarse a venderlo. Ella quiere aprender a elaborar otro tipo de queso, uno que tenga un mayor mercado, que le permita diversificar sus productos. Le interesa en especial el quesillo, un queso que es también muy apreciado por los chiapanecos.

Cada vez que entrega un queso crema sus clientes le dicen: “Vicenta, vendieras quesillo, ¡ve! Para comprarte. ¡Hacelo! Lo vas a vender *galán*”.

Por eso está emocionada. Porque el día de hoy practicará el proceso para hacer quesillo, junto a su hijo, que viene de visita junto con instructores de su universidad. Fue su hijo quien gestó esta vinculación, para apoyar a su mamá. Así que Vicenta ordeñó la leche temprano para tenerla lista y también preparó el fermento un día anterior, conforme a las indicaciones del profesor.

Vicenta también cuida la cocina. Hoy tiene otro aroma, y preparó más comida de lo normal. Cortó bastante limón-mandarina, el limón color naranja, que no es tan ácido y que para el pescado y el agua de refresco resulta muy sabroso. El pescado se trajo de la tarraya de la zona de pesca de la presa Malpaso. Hay mojarra tenguayaca y también hay mojarra tilapia para la comida. Sólo queda esperar a que lleguen las visitas. Mientras tanto, ya humea el caldo de pollo para el almuerzo...

El hijo de Vicenta y los instructores salieron muy temprano, desde la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, para tomar la autopista a Las Choapas. Al llegar a la entrada del puente Chiapas se tiene que bajar hacia el embarcadero donde se encuentran las lanchas. El grupo lleva todos los utensilios, materiales y reactivos para elaborar el quesillo y hacer pruebas de acidez, pero sobre todo llevan mucho entusiasmo. El hijo de Vicenta les indica el camino para llegar. Suben las cosas a la lancha. Observan la parte inferior del puente Chiapas y recorren el río arriba. Hay muchas granjas de tilapia a lo largo del camino. Se puede ver cómo los encargados alimentan a los peces, y como estos saltan frente al incentivo. La brisa del agua se esparce cuando la lancha golpea la superficie. Después de 20 minutos llegan a la orilla, pero no se ve ninguna casa. Hay que caminar cerca de media hora cuesta arriba, subir la loma, atravesar dos cercas, una de alambre y la última de madera. Esta última abre la entrada a Los Tres Potrillos, el rancho de la familia.

Fotografía 1



Vista inferior del puente Chiapas en el vaso de la presa Malpaso. Chiapas, México. **Foto:** Roberto Berrones Hernández.

Al ver llegar a su hijo, Vicenta corre para abrazarlo. En esta familia se siente la amistad. No da pena porque se respira la confianza, la sencillez y la calidad humana. Pero también hay trabajo que hacer y la gente espera ansiosa. Todas las labores diarias continúan, no se detienen. Hay expectativa, pero también hay responsabilidad.

Inicia el proceso. Se prepara la leche y todo parece normal, pero hay que hacer mediciones. A Vicenta eso le da miedo. “No te preocupes Vicenta, le vas a entender muy bien. Si sabes hacer cuentas y cobrar el queso, es más que suficiente”, le dicen. Se prepara la prueba de acidez que consiste en medir el ácido láctico de la leche para determinar el punto de acidez preciso para la elaboración del quesillo. Ella comprende sin problema por qué la leche debe estar agria, ya que cuando ésta alcanza su punto, se cuaja, se corta y se empieza a trabajar la cuajada (fotografía 2).

Fotografía 2



Realizando la prueba de acidez de la leche para elaboración de queso. Rancho Tres Potrillos, Nuevo Jalapa Tupumbak, municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México. **Foto:** Darlin de Jesús Camacho Hernández.

Al cabo de unos minutos la mezcla se empieza a fundir. Se agrega agua caliente y se empieza a estirar y estirar hasta que se logran las conocidas hebras. Se estiran, se colocan sobre la mesa, se salan y están listas. Se empiezan a hacer las madejas de forma redonda, pero Vicenta no quiere, ella quiere vender el queso como se vende en la región, en forma de espiral aplanada. Vicenta sabe que, aunque pesan lo mismo, esta figura aparenta una mayor cantidad. Así lo pide el cliente y así lo quiere Vicenta. Los presentes prueban el producto. ¡Está muy sabroso! Sabe distinto al que venden en la tienda. “Es que es leche natural. Es leche fresca del día”, comentan.

Vicenta pregunta: “¿Por qué el queso está más cremoso?”. “Es el color natural del queso”, le responden. “¡Pero el de la tienda está más blanco!”. “Tiene dióxido de titanio para pintarlo”. “¡Ah, entonces no quiero pintarlo!”.

Una lección no fue suficiente. El grupo visitó a Vicenta por segunda vez para reforzar la práctica, pero esta ocasión fue la definitiva. Ella ya vendía su queso y ya lo sabía elaborar. Sin embargo, el grupo se dio cuenta de todo lo que faltaba: utensilios, equipo, ollas para calentar el

agua, mesas de trabajo y tinas de proceso. Procesar alimentos y competir con las grandes empresas es complicado. Los productos de las empresas familiares se tienen que vender en la región, con los parientes o los conocidos. No se puede llevar al supermercado. Muchas microempresas lo han intentado y no pueden competir con las grandes empresas.

La buena noticia es que hay gente que aprecia el producto regional. La mala es que no saben dónde está. El queso sale del rancho Los Tres Potrillos, pasa por el vaso de la presa Malpaso, por debajo del puente Chiapas y lo más lejos que alcanza a llegar es a Berriozábal.

Fotografía 3



Grupo colaborativo de la Universidad Politécnica de Chiapas (alumnado y profesorado) y personas productoras del Rancho Tres Potrillos, durante una capacitación en tecnología de elaboración de quesillo. Nuevo Jalapa Tupumbak, municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México.
Foto: Darlin de Jesús Camacho Hernández.

Se creó una historia. Vicenta ya no está en este plano. Se marchó de esta vida. No obstante, la manera en que vivió trascendió. Infundió en otros la idea de mejorar las condiciones de producción y la necesidad de conservar alimentos para llegar a más clientes y más bocas. No fue el grupo académico, no fue un invento, ni una idea fugaz. Vicenta inició todo. Creó este proyecto, como semillas de matiliguatle que aleteando trascendieron y abrieron la puerta a la exploración de otras costumbres y quehaceres de la región, la situación lechera del estado, los costos de producción agrícola y el

uso de combustibles en el campo. Semillas que iniciaron un diálogo entre los actores sociales de diferentes regiones del estado de Chiapas.

ANTECEDENTE PRODUCTIVO DE LA REGIÓN CENTRO Y FRAYLESCA

Las regiones Centro y Frailesca se localizan entre la Sierra Madre y la Depresión Central de Chiapas, a altitudes entre 279 y 2755 metros sobre el nivel del mar (MSNM). La Frailesca abarca los municipios Ángel Albino Corzo, Capitán Luis Ángel Vidal, El Parral, La Concordia, Montecristo de Guerrero, Villa Corzo y Villaflores –capital regional de esta región-. El Centro está integrado por 22 municipios, entre los que destacan Tuxtla Gutiérrez –su capital-, Chiapa de Corzo, El Jobo y Tecpatán, los cuales se caracterizan por su alta producción agrícola y ganadera. Con una superficie de 798023.9 hectáreas (ha), sobresalen por su producción de maíz de temporal con 199933 toneladas (t) en 5537 ha cultivadas (Secretaría de Hacienda de Chiapas, 2012; Martínez y Espinosa, 2014). De acuerdo con López y colaboradores (2018), la Frailesca se ubica como la segunda región de mayor superficie con potencial para el cultivo de maíz con 84096 ha.

Estas regiones se encuentran entre las principales zonas agrícolas y ganaderas chiapanecas. Para 2023, Villaflores, La Concordia y Villa Corzo –tres municipios de La Frailesca– se ubicaron entre los principales municipios productores de leche del estado. La región concentra 10% de las unidades ganaderas del estado, pero su relevancia se debe sobre todo a la producción de leche, ya que se ubica dentro de sus límites 20% de las unidades con actividad lechera. De acuerdo con los últimos censos ganaderos, en la Frailesca 85% del hato lechero se conduce bajo algún tipo de sistema de pastoreo y la proporción restante bajo estabulación (SIAP, 2023; Inegi, 2023).

Sin embargo, uno de los retos importantes es hacer más eficientes los costos de producción, ya que –como en otros sistemas productivos– el

productor de escala pequeña es quien enfrenta los mayores costos de producción, en términos absolutos y relativos. Esta condición se refleja tanto en el costo total anual por vaca como en el costo por litro de leche producido. A pesar de que en términos absolutos el rendimiento lechero por vaca productiva es muy similar en los tres estratos, el de menor tamaño es el que produce con costos más altos y, por lo tanto, el que recibe los menores beneficios por la venta de su producto (Orantes-Zebadúa et al., 2014; Bonora et al., 2018; Albarrán-Portillo et al., 2019).

Los mayores costos de la producción de leche implican un mayor riesgo e incertidumbre durante la época de estiaje. Tan sólo la alimentación del hato ganadero –semillas, forraje, ensilado y concentrado– puede representar hasta 60% de los costos totales de producción, seguidos de la mano de obra, la sanidad y los combustibles –diésel para transporte, fletes y pago de energía eléctrica y pago de servicios– empleados en las unidades de producción (Camacho-Vera et al., 2021; Loyo-Soberano, 2021).

Aunado a esto, combustibles fósiles como el diésel agrícola y el gas licuado de petróleo (GLP) de aplicación en procesos de transformación han duplicado su costo en la última década y esto ha impactado de manera directa tanto en los costos de producción de alimentos para ganado lechero como en los procesos de lácteos regionales, sin hablar de los efectos negativos que genera su uso al contribuir al cambio climático.

Por ello, la inclinación de los ganaderos a la producción de ganado de carne ha mermado el abasto de leche de buena calidad para la producción de lácteos, ya que el ganado de carne sustenta su alimentación en dietas de engorda basadas en alimentos no naturales como la pollinaza o gallinaza –heces de aves de granja–, los cuales minimizan la calidad nutritiva y organoléptica de los productos lácteos derivados de estas materias primas, sin mencionar que no se han realizado estudios más rigurosos que determinen la calidad de la leche a un nivel químico para cuantificar el contenido de antibióticos, hormonas o toxinas contenidas en estos alimentos.

Por otro lado, las medianas y grandes empresas existentes en el estado han incurrido en utilizar leche en polvo, por lo general de marcas

importadas para abastecer su mercado, lo cual aumenta su producción y disminuye la competencia comercial contra empresas comunitarias o familiares que elaboran productos a partir de leche de ordeño natural, de mejor calidad sensorial y sanitaria. Aunque con mayor dificultad, estos microempresarios han resistido la lucha por el posicionamiento comercial y se han mantenido con un margen de ganancias mínimo o vulnerable.

HACIA LA MEJORA DE LA PRODUCCIÓN LÁCTEA Y AGRÍCOLA DE LAS REGIONES CENTRO Y FRAILESCA DE CHIAPAS

En este Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) el trabajo de campo involucró a diversos actores y las actividades del proyecto incidieron en unidades de producción con características distintas. En el Rancho Los Flamboyanes, en la colonia Jesús María Garza del municipio de Villaflores en la región Frailesca, se realizaron estudios de aplicación de biodiésel. La propuesta de la aplicación del biodiésel se extendió hasta los socios de la Asociación Ganadera Local de Villaflores. Al mismo tiempo, se trabajó con la empresa Yomax, en el municipio de Chiapa de Corzo, y con la empresa de lácteos El Paisano, en Tecpatán Chiapas, ambas pertenecientes a la región Centro de Chiapas, donde se realizaron estudios y trabajos de transición energética. De acuerdo con lo anterior, en la tabla 1 se presentan las generalidades de las unidades de producción evaluadas.

La ubicación de estas unidades de producción se puede apreciar en la figura 1. Las acciones en materia de transición energética se aplicarán en Los Flamboyanes mediante la instalación de un sistema de producción de agua caliente basado en energías renovables para la producción de quesos. Se seleccionó este espacio por contar con infraestructura preinstalada para la producción, personal con experiencia y propietarios interesados en el cuidado ambiental. Se decidió colocar aquí el dispositivo de transferencia tecnológica ya que, al encontrarse en una vía de acceso

favorable, la unidad de producción demostrativa se podrá utilizar en los procesos de difusión y diseminación activa. De esta forma, puede convertirse en un espacio de aprendizaje para futuros proyectos.

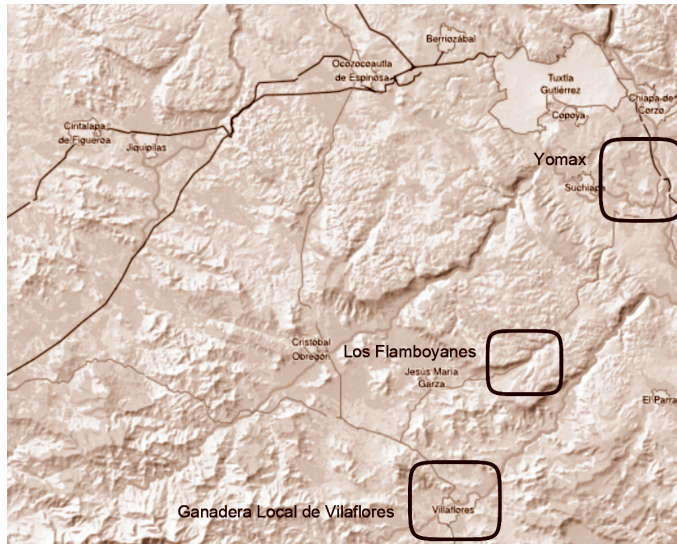
Durante el primer bimestre de 2024 entraría en operación el sistema energético renovable y se evaluaría su desempeño. Con ello se buscaría atender una necesidad prioritaria de los productores de leche: obtener un mejor pago por su producción lechera, aumentar el valor de sus productos y venderlos a un mejor precio, al ganar más por cada litro de leche. De forma similar, se realizaron estudios en la empresa Yomax, productora de yogurt, en donde se prevé la instalación de un segundo sistema de pasteurización de leche, a base de energías renovables.

Otra unidad de producción con la que se trabajó en esta etapa fue Lácteos El Paisano, en la localidad El Porvenir del municipio de Tecpatán. En las primeras visitas a las empresas se dialogó con los representantes y con los operadores sobre eficiencia energética, ya que pierden mucha energía en sus procesos de calentamiento.

Tabla 1. Unidades de producción seleccionadas para los estudios de consumo de diésel en tractores agrícolas, microempresas productoras de lácteos, optimización y calentamiento de agua

REGIÓN DE ESTUDIO	NOMBRE DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN	UBICACIÓN	ACTIVIDAD DE LA UP
Frailesca	Rancho Los Flamboyanes	Carretera Tuxtla a Villaflores El Sabino, Municipio de Villaflores, Chiapas	Ganadería lechera/ Agroindustria
	Yomax	Carretera a La Angostura 29169 Chiapa de Corzo, Chiapas, México	Agroindustria
Centro	Lácteos El Paisano	El Porvenir, Municipio de Tecpatán, Chiapas	Agroindustria

Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Ubicación de las unidades de producción en el estado de Chiapas

Fuente: elaboración propia.

La pérdida energética de Lácteos El Paisano se debe a que cuentan con un equipo de calentamiento de muy baja eficiencia, ya que emana mucho calor hacia el ambiente. De acuerdo con los datos presentados, llegan a gastar en promedio 800 L de gas a la semana, lo que representa un costo cercano a los 11 mil pesos. A través del diálogo colectivo con el grupo, se definió una estrategia para la eficiencia energética, no sólo para ahorrar costos sino también para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero. Los representantes y operadores estuvieron de acuerdo con la idea de contribuir con la mejora del ambiente.

Otro de los beneficios de este trabajo conjunto es de corte social, ya que Lácteos El Paisano es una empresa familiar que sostiene a cerca de siete familias, cuyo número de dependientes es de alrededor de 60 personas. La empresa busca a diario mantener su equipo de trabajo, ya que muchos habitantes del poblado han migrado a otro país para buscar otras

fuentes de trabajo. Por esta razón, casi todos los operadores y los representantes de la empresa son parte de la familia.

Para minimizar los consumos de GLP se analizó el sistema existente. Se verificó que la ineficiencia se debe sobre todo a que se utiliza una marmita cónica para el calentamiento de agua, la cual a su vez se utiliza para el calentamiento de la leche y en el proceso de fundición de cuajada en la elaboración de queso. El problema de ineficiencia de este equipo es la pequeñez del área de transferencia de calor en contacto con el quemador a gas, ya que su diseño es cónico y casi todo el calor convectivo se escapa por las orillas, por lo que la energía no se aprovecha de forma adecuada. Además de ello, es tanta la cantidad de calor hacia los costados que los obreros no se pueden acercar de forma segura para no quemarse, sin considerar que la radiación que emana el sistema es bastante alta, de tal forma que no pueden mantenerse más de unos segundos cerca del equipo.

La fotografía 4 muestra la imagen de un cazo de cocción tradicional, junto a su imagen térmica. La imagen térmica muestra que una gran parte del calor se desplaza por el costado del tanque y el otro costado permanece más frío. En lo que respecta a la temperatura del agua, se muestra una diferencia de 72.2 °C entre un extremo frío ▼ (46.6 °C) y otro caliente ▲ (134.0 °C).

Fotografía 4

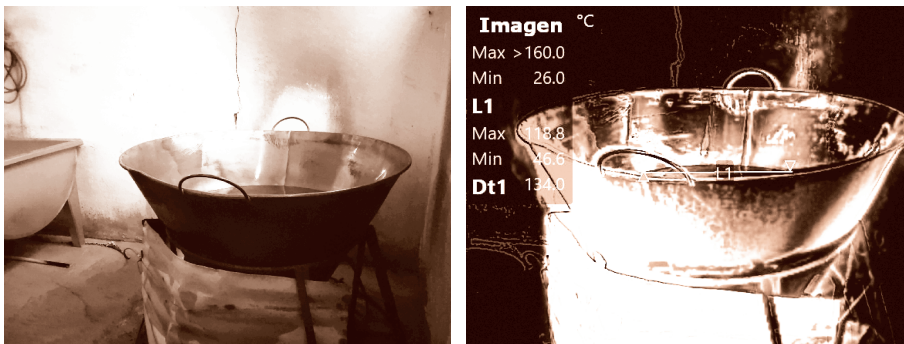


Imagen térmica de calor de un cazo de cocción tradicional. **Foto:** Luis Alberto Hernández Domínguez.

¡CRÍA FAMA...! INCORPORACIÓN DEL BIODIÉSEL A LAS ACTIVIDADES DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL ESTADO DE CHIAPAS

Hablar de biodiésel en Chiapas es tocar un tema con un precedente negativo debido a proyectos sobre biocombustibles mal manejados. Entre 2007 y 2010 el Gobierno estatal en turno emprendió un megaproyecto que buscaba la producción del biodiesel mediante el uso del piñón (*Jatropha curcas*) e higuierilla (*Ricinus communis*), así como su almacenamiento y distribución tanto de manera local, como para su venta a empresas extranjeras. Para llevar a cabo el proyecto se planteó la creación de una planta para la producción de biodiésel en puerto Chiapas, en la cual se procesaría el piñón para la obtención del aceite y su posterior transformación en biodiésel, con una capacidad de producción de hasta 20 mil litros diarios.

Se incentivó el cultivo de piñón y se convenció a agricultores de los municipios de Frontera Comalapa, la Trinitaria, Las Margaritas, Las Rosas, Socoltenango, Comitán, Pijijiapan, Huixtla y Tapachula, entre otros, de sembrar *Jatropha* en sus parcelas mediante apoyos económicos, asistencia técnica y seguro agropecuario. Además, se les aseguró una alta productividad y mayores ingresos económicos.

Sin embargo, Valdero-Padilla y colaboradores (2011) reportaron en un estudio realizado en la zona de la fraileasca chiapaneca la inconformidad de varios productores agrícolas relacionada con la siembra y el rendimiento de las plantas de *Jatropha*. En la mayoría de las parcelas el rendimiento de germinación de las semillas otorgadas fue bajo debido a problemas de distribución y calidad. Por otra parte, muchos de los productores que participaron en el proyecto cultivaron las semillas de *Jatropha* en parcelas productivas donde antes sembraban maíz con rendimientos de 2 a 6 ton/ha, por lo que se desplazó este cultivo. Los apoyos económicos fueron insuficientes, ya que no se habían considerado acciones necesarias para mantener los cultivos como la limpieza o el control de plagas del cultivo, desconocidas hasta ese momento.

La falta de apoyo técnico también fue eminente, con un número reducido de especialistas y parcelas muy dispersas entre los municipios, difíciles de acceder. Esta situación le generó a muchos de los productores pérdidas económicas que pusieron en riesgo su patrimonio, por lo que tuvieron que abandonar el proyecto y adquirir deudas para solventar sus gastos. En 2013 hubo planes para reactivar la planta productora, pero el salitre ya había afectado y vuelto inviable la estructura.

Esta problemática causó recelo en los productores agrícolas contra el biodiésel o con proyectos del rubro energético propuestos por el Gobierno. Los estigmas que se generaron exigen ahora modificar el paradigma para construir proyectos de incidencia social, ya que existe desinformación y resistencia fundamentada por parte de los actores, quienes a través de comentarios y entrevistas han manifestado incredulidad y antagonismo hacia el biodiésel. En consecuencia, para el establecimiento del proyecto es fundamental generar vínculos con productores y productoras, cuyos centros de trabajo puedan fungir como unidades de demostración. En dichos espacios, las y los productores y las instituciones deben expresar sus necesidades y demostrar -mediante la experimentación en campo- los beneficios que tiene el uso del biodiésel en el sector agropecuario, ya sean económicos o ambientales.

¿CÓMO INCIDE ESTE PRONAI EN EL MEDIO AMBIENTE CON LA PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL A PARTIR DEL ACEITE USADO DE COCINA?

Una de las actividades del proyecto consistió en realizar un estudio del manejo de residuos de aceites usados de cocina en la colonia San Jacinto (figura 2) del municipio de Suchiapa, Chiapas, sobre el impacto de la recolección de esos sobrantes que contaminan el agua del municipio.

Como parte de las actividades de campo, el Pronai invitó a los ciudadanos a colaborar con la recolección de aceites y aquellas casas que confirmaron su participación fueron marcadas con pintura en aerosol

color amarillo para ubicarlas con mayor facilidad. Cada ciudadano almacenó en una botella de plástico todos los residuos de aceites de cocina y las botellas se recolectaron cada tres semanas (fotografía 5). Para tal efecto, se determinó la concentración de grasas y aceites en el flujo de alimentación de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio. Las muestras de agua residual se tomaron en tres diferentes momentos: antes, durante y después del periodo de recolección de los aceites usados de cocina. En todos los casos se tomaron muestras del agua superficial de la planta de tratamiento y se analizaron por el método gravimétrico, conforme a las normas NOM-002-SEMARNAT-1996 y NMX-AA-005-SCFI-2013.

Los análisis iniciales para las muestras de antes y durante el proceso de recolección presentaron niveles de grasas y aceites muy por encima de los límites establecidos en dichas normas (112.83 mg/L); sin embargo, la concentración de grasas y aceites en las aguas residuales disminuyó al final del proceso de recolección de aceite hasta 34.57% en un periodo de tres meses.

Figura 2. Área de recolección de aceite usado de cocina en la colonia San Jacinto del municipio de Suchiapa, Chiapas



Fuente: elaboración propia.

Fotografía 5



Etapa de recolección de aceite usado de cocina en la colonia San Jacinto, del municipio de Suchiapa, Chiapas. **Foto:** Roberto Berrones Hernández.

UN PROBLEMA COMÚN ENTRE LOS AGRICULTORES: EL ALTO COSTO DE LOS COMBUSTIBLES

“El año pasado (2021), yo compraba una garrafa de 20 litros de diésel entre 350 y 360 pesos. Ahora (2022), la misma garrafa me cuesta 560, lo que ha incrementado los costos de producción” (médico veterinario y zootecnista Amet M., Rancho Las Brasas) (fotografía 6).

Fotografía 6



Actores del proyecto en un diálogo sobre el costo del diésel para tractor. Rancho Las Brasas, municipio de Villaflores, Chiapas. **Foto:** Roosevelt Toledo Espinosa.

En la actualidad, el diésel de petróleo es el combustible que se utiliza en las regiones productivas de Chiapas para maquinaria agrícola, pero el aumento de su precio –más del 100% en la última década– ha impactado en los costos de producción de las actividades agrícolas y ganaderas. En 2011 el precio del diésel cerró en 9.12 pesos por litro (Reyes Tepach, 2012), mientras que en el presente se cotiza en promedio en 23.92 por litro, conforme a datos de la Comisión Reguladora de Energía (CRE, s.f.) para el municipio de Villaflores, Chiapas, registrados durante agosto de 2023.

Sin considerar el alza de otros insumos, el productor agrícola ha sido afectado de manera directa ya que los costos de producción disminuyen sus ganancias. Las unidades de producción chiapanecas llegan a sostener a más de una familia. El diésel agrícola se utiliza en especial para labores como arado, rastra, siembra, carga, molienda y ensilados.

Por tal motivo, la introducción del biodiésel de aplicación agrícola se hizo pertinente en la Frailesca, por ser la región con mayor producción agrícola en el estado. Con este propósito, se evaluaron los ranchos Los Flamboyanes, Santa Elena y Nandalonda, del municipio de Villaflores, bajo parámetros como: características del tractor, actividad agrícola realizada, superficie de trabajo, consumo de diésel, costo y emisiones teóricas de dióxido de carbono (tabla 2). Conforme a este análisis, se identificó al rastreado como la actividad agrícola de mayor demanda de consumo de diésel.

Tras conocer los consumos de diésel en las principales actividades agrícolas se midió el consumo de biodiésel en algunas de ellas. Por ejemplo, en molienda de pastura seca y corte de pasto verde se consumió una menor cantidad de combustible y las emisiones teóricas de dióxido de carbono disminuyeron (tablas 3 y 4).

Tabla 2. Consumo de diésel en actividades agrícolas en la región Frailesca

UNIDAD DE PRODUCCIÓN	CARACTERÍSTICAS DEL TRACTOR	ACTIVIDAD AGRÍCOLA REALIZADA	SUPERFICIE DE TRABAJO (HA)	CONSUMO DE DIÉSEL (L/H)	COSTO/H(A)	EMISIONES TEÓRICAS DE CO ₂ (KGCO ₂ /H) (B)	MAQUINARIA ACOPLADA AL TRACTOR
Rancho Los Flamboyanes	New Holland 5010. Motor 70 hp	Rastreado	0.56	3.32	\$ 78.02	8.62	Rastra nh 200L 20 discos
Rancho Santa Elena	Massey Ferguson mf 575. Motor Perkins	Surcado	0.95	4.65	\$ 109.28	12.06	Surcadora de 3 surcos
Rancho Santa Elena	Massey Ferguson mf 575. Motor Perkins	Rastreado	1.22	8.74	\$ 205.39	22.69	Rastra de 24 discos
Rancho Santa Elena	Massey Ferguson mf 575. Motor Perkins	Siembra y fertilización mecánica	1.141	2.97	\$ 69.80	7.71	Utilizó sembradora-fertilizadora Modelo: lc-u-M2
Rancho Nandalonda	Massey Ferguson mf 565. Motor Perkins	Corte de pastura	0.06	3.58	\$ 84.13	9.38	El tractor tiene acoplado un cargador frontal vh 902DTP

Notas: a) Se considera el costo promedio del diésel Pemex a \$23.92 en agosto de 2023 para el municipio de Villaflores, Chiapas. b) Se considera el factor de emisión promedio calculado por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC, 2014).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Comparación de diésel y biodiésel en el Rancho los Flamboyanes

ACTIVIDAD	MOLIENDA DE PASTURA SECA. TRACTOR NEW HOLLAND 5010	
Combustible	Diésel	Biodiésel B10
Consumo (L/h)	4.45	3.81↓
Factor de emisiones kgCO ₂ /L	11.55	8.89↓

Notas: las mediciones se realizaron en 2023.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Comparación de diésel y biodiésel en el Rancho Nandalonda

ACTIVIDAD	CORTE DE PASTO VERDE. TRACTOR MASSEY FERGUSON MF 565	
Combustible	Diésel	Biodiésel B20
Consumo (L/h)	3.58	2.90↓
Factor de emisiones kgCO ₂ /L	9.28	6.78↓

Notas: las mediciones se realizaron en 2023.

Fuente: elaboración propia.

DIÁLOGO, CONSENSO Y ACEPTACIÓN DEL BIODIÉSEL

En el camino hacia la incidencia, la diseminación de los hallazgos y la socialización de los resultados y de las nuevas alternativas energéticas es un proceso en el que deben interactuar las instituciones, los organismos

públicos y los productores. Se pueden estructurar eventos informativos masivos como foros, reuniones, ponencias y exposiciones. Para establecer un diálogo directo con todos los actores se organizó un foro informativo sobre los hallazgos y resultados obtenidos durante las primeras etapas del Pronaii “Incorporación de biocombustibles líquidos a la cadena de consumo local y regional de las regiones Centro y Frailesca del estado de Chiapas” (fotografía 7). Dicho foro fue parte de una estrategia para dar a conocer los avances y objetivos del proyecto en relación al uso del biodiésel, así como para contribuir a la disminución de los costos de producción.

En la organización del foro participaron la Universidad Politécnica de Chiapas –institución ejecutora del Pronaii–, la Universidad Autónoma de Chiapas –Campus V–, el IIER-UNICACH y la Asociación Ganadera Local de Villaflores Chiapas en colaboración con los ganaderos del Rancho Santa Elena (Villa Hidalgo), Rancho Los Flamboyanes (La Garza) y Rancho Nandalonda (Ribera El Horizonte). Los estudios y experimentos se realizaron en el municipio de Villaflores. La participación de personas productoras y ganaderas resultó crucial para construir el diálogo, respaldar comentarios y generar confianza en otras personas productoras y ganaderas, al ofrecerles respuestas con base en las experiencias adquiridas en las diferentes etapas de este proyecto.

Fotografía 7



Foro informativo que involucró la participación de 60 personas productoras y el grupo de investigación. Villaflores, Chiapas, agosto de 2023. **Foto:** Roosevelt Toledo Espinosa.

Durante el foro, los mismos socios, socias y participantes sugirieron otras estrategias para la apropiación de las tecnologías y la diseminación de las nuevas alternativas de combustibles. Una de ellas consistió en demostrar la aplicación del biodiésel durante el foro, y otra implicó la distribución de muestras de este combustible renovable a través de sorteos o rifas para animar a los productores a utilizarlo (fotografía 8).

Fotografía 8



Demostración del uso del biodiésel en tractor agrícola. Asociación Ganadera Local. Villaflores, Chiapas, agosto de 2023. **Foto:** Roosevelt Toledo Espinosa.

¿CÓMO HEMOS AVANZADO?

Uno de los aprendizajes de este Pronaii ha sido la importancia de hablar “cara a cara” con la gente del campo sobre sus inquietudes y necesidades. Se dialogó sobre energía y cambio climático en la mesa de la cocina del rancho. Este intercambio mutuo de palabras e ideas fue de gran ayuda para definir las unidades de producción, para establecer diseños experimentales en dichos sitios, para medir los costos de producción agrícola del diésel y para presentar el biodiésel como alternativa.

Sin embargo, uno de los mayores logros fue colaborar con el sector productivo, a sumarse a este proyecto por el impacto y la incidencia que

puede tener en beneficio de su gente, su región y su tierra. Este acercamiento permitió realizar mediciones de campo de consumos de biodiésel agrícola y recabar los datos de eficiencia energética de aplicación en tractores agrícolas y maquinaria agroindustrial para la mejora de los procesos en la tecnología de lácteos.

Ha habido otros avances. Por ejemplo, las actividades de difusión han permitido dar a conocer a la población los trabajos realizados en el marco de este Pronaii y gracias a ello se ha fortalecido el vínculo con el sector productivo. Se han publicado, al momento, dos artículos de divulgación sobre el biodiésel y sobre eficiencia energética en procesos de elaboración de lácteos en una revista que aborda temas de agronegocios, ganadería, agricultura y agroindustrias del estado de Chiapas.

Se han impartido dos conferencias sobre eficiencia energética en congresos universitarios de la Universidad Politécnica de Chiapas y La Universidad Autónoma de Chiapas; dos foros InterPronaii, con un proyecto de Vivienda y Hábitat; una plática en programa de radio sobre biodiésel y el Pronaii de Energía y Cambio Climático; un foro presencial sobre biodiésel con productores y productoras agrícolas y ganaderos. Además, se ha contribuido a la formación de recursos humanos a través del desarrollo de tesis. Durante la ejecución del proyecto se desarrollan dos tesis de maestría en energía con planes aplicativos e incluyentes en eficiencia energética y en biodiésel; dos tesis de doctorado en ganadería sustentable; se han incluido al proyecto dos estudiantes de posdoctorado, cuyos trabajos se enfocan en sistemas energéticos y biodiésel.

Por último, el equipo de trabajo se encontró planeando crear una estrategia que involucre a más entes, recolectando aceite usado para la producción de biodiésel en el campo, creando tecnología accesible para mejorar los procesos de producción de alimentos lácteos para que sean menos costosos y hacer más eficiente el uso de la energía, en beneficio del medioambiente y para cuidado de este mundo, donde todos levantamos polvo de las veredas de la vida que caminamos día a día.

REFERENCIAS

- Albarrán-Portillo, B., García-Martínez, A., Ortiz-Rodea, A., Rojo-Rubio, R., Vázquez-Armijo, J. F. y Arriaga-Jordán, C. M. (2019). Socioeconomic and Productive Characteristics of Dual Purpose Farms Based on Agrosilvopastoral Systems in Subtropical Highlands of Central Mexico. *Agroforestry Systems*, 93(1), 1939-1947.
- Bonora, F., Benni, S., Barbaresi, A., Tassinari, P. y Torreggiani, D. (2018). A Cluster-Graph Model for Herd Characterisation in Dairy Farms Equipped With an Automatic Milking System. *Biosystems Engineering*, 167, 1-7.
- Camacho-Vera, J. H., Vargas-Canales, J. M., Quintero-Salazar, L. y Apan-Salcedo, G. W. (2021). Características de la producción de leche en La Frailesca, Chiapas, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 12(3), 845-860.
- Comisión Reguladora de Energía (CRE) (s.f.). *Precios de gasolinas y diésel reportados por los permisionarios*. <https://www.cre.gob.mx/ConsultaPrecios/GasolinasyDiesel/GasolinasyDiesel.html>
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) (2014). *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
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) (2023). *Censo Agropecuario 2023, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal*.
- López Báez, W., Reynoso Santos, R., López Martínez, J., Camas Gómez, R. y Tasistro, A. (2018). Diagnóstico de la compactación en suelos cultivados con maíz en la Región Frailesca, Chiapas. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(1), 65-79.
- Loyo-Soberano, N. M. (2021). *Costo de producción de leche de vaca en un sistema semi-especializado en la zona montañosa de Veracruz*. Universidad Veracruzana.
- Martínez Sánchez, J. y Espinosa Paz, N. (2014). Sugerencias para el control del “complejo mancha de asfalto” del maíz en la Frailesca, Chiapas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)/

- Centro de Investigación Regional Pacífico Sur (Cirpas). *Folleto para productores*, (13), 1-15.
- Orantes-Zebadúa, M. Á., Platas-Rosado, D., Córdova-Avalos, V., los Santos-Lara, D., del Carmen, M. y Córdova-Avalos, A. (2014). Caracterización de la ganadería de doble propósito en una región de Chiapas, México. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(1), 49-58.
- Portal automotriz (2010). *Chiapas busca producir más de 30 mil litros diarios de Biodiesel*. <https://www.portalautomotriz.com/print/noticias/gobierno/chiapas-busca-producir-mas-de-30-mil-litros-diarios-de-biodiesel>
- Reyes Tepach, M. (2012). *Análisis de los precios y del subsidio a las gasolinas y el diésel en México, 2007-2011*. Cámara de Diputados. <http://biblioteca.diputados.gob.mx/janium/bv/sia/sae/SAE-ISS-01-12.pdf>
- Secretaría de Hacienda de Chiapas, (2012). *Programa regional de desarrollo. Región VI Frailesca*. <https://www.haciendachiapas.gob.mx/planeacion/Informacion/Desarrollo-Regional/prog-regionales/FRAYLESCA.pdf>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) (2023). *Estadísticas de producción pecuaria 2018*.
- Solís, C. (16 de octubre 2019). Planta de Biodiesel en Puerto Chiapas es “elefante blanco”. *El Heraldo de Chiapas*. <https://www.elheraldodechiapas.com.mx/local/municipios/planta-de-biodiesel-en-puerto-chiapas-es-elefante-blanco-combustible-proyecto-juan-sabines-4324725.html>
- Valero Padilla, J., Cortina Villar, H. S. y Vela Coiffier, M. P. (2011). El proyecto de biocombustibles en Chiapas. Experiencias de los productores de piñón (*Jatropha curcas*) en el marco de la crisis rural. *Estudios sociales*, 19(38), 119-144.

Quinta parte

ENERGÍAS PARA LA VIDA: DEMOCRATIZAR LA ENERGÍA,
AMPLIAR EL CONCEPTO, DESCOLONIZAR LOS USOS

16. Ecomóvil: acercando las ecotecnologías a la gente

Víctor Manuel Berrueta Soriano, Alfredo Fernando Fuentes Gutiérrez, Ma. Fernanda Chávez Portillo, Eliza Mariana Galeana Ibarra, Gilberto Silva Adame, Edith Mendoza Magallán, Félix Patricio Chávez

La energía es fundamental para satisfacer necesidades básicas humanas como la producción de alimentos, cocción, refrigeración, iluminación, acondicionamiento de espacios, bombeo de agua, comunicación, recreación y calor de proceso para pequeñas actividades productivas (Martínez-Negrete et al., 2013). Por esto se considera que la pobreza energética es un obstáculo para garantizar el desarrollo pleno de las comunidades y los individuos (Naciones Unidas, 2021). Tres mil millones de personas en el mundo no tienen acceso a alternativas sustentables para la cocción de alimentos y más de mil millones no tienen acceso a electricidad; la mayoría de estas personas vive en áreas rurales de países en desarrollo como México.

Se estima que cerca del 40% de la población de México y 75% de la población rural –concentrada en su mayoría en el centro y sur del país– vive en condiciones de pobreza energética (García-Ochoa y Graizbord, 2016). Algunas cifras ayudan a ilustrar el problema: 28 millones de habitantes cocinan con leña, ya sea como combustible principal o secundario, sobre todo en fogones rústicos; en el sector rural el 24% de la población no tiene refrigerador, 79% no cuentan con calentador de agua y 43% no tiene lavadora (Inegi, 2018). Lo anterior se traduce en altos niveles de inequidad

social y poco acceso a tecnologías adecuadas (Ferrari et al., 2024), pues a pesar de que muchos dispositivos se encuentran disponibles a nivel comercial dependen de fuentes de energía centralizadas como el gas licuado del petróleo (GLP) y no son accesibles en términos físicos o económicos para un número amplio de pobladores rurales.

Fotografía 1



Mujer purépecha preparando "uchepos" o tamales en un contenedor de basura adaptado como fogón de leña, en la comunidad de Cheranatzicurín, Paracho, Michoacán. **Foto:** Jimena L. Paz Navarro.

En este escenario, uno de los retos más urgentes es la implementación de sistemas energéticos, alimentarios e hídricos rurales sustentables,

asequibles, resilientes y equitativos que reduzcan las severas condiciones de pobreza y marginación de millones de habitantes, en especial en poblaciones rurales y periurbanas, donde existen carencias graves de acceso a los servicios básicos y de oportunidades de desarrollo económico. En consonancia con este objetivo, este proyecto plantea poner al alcance de las comunidades rurales diversas ecotecnologías sustentables para la vivienda con el fin de promover alternativas que mejoren la calidad de vida rural y, en especial, aquella de las localidades más marginadas.

¿Cómo conseguir que las comunidades y familias locales adopten y se apropien de las ecotecnologías en el largo plazo? Para conseguirlo, proponemos un enfoque integral, multitecnológico y multifuentes energéticas dirigido a combatir la pobreza energética, alimentaria e hídrica, así como mejorar el trabajo colaborativo con las comunidades, mediante la sensibilización y la capacitación humana e institucional de actores locales, con el fin de desarrollar alternativas tecnológicas innovadoras para los usuarios finales y asegurar su adopción, correcta instalación, uso y mantenimiento a largo plazo.

ECOTECNOLOGÍAS PARA EL DESARROLLO RURAL

Las ecotecnologías en general se desarrollan para cubrir las necesidades básicas humanas. En el plano energético, tienen el potencial de mejorar la calidad de vida de los habitantes locales y, al mismo tiempo, pueden brindar beneficios globales –como combatir los efectos del cambio climático al sustituir el uso de fuentes de energía no renovables–, promover la conservación de bosques, disminuir la dependencia de sistemas centralizados, reducir, manejar y aprovechar residuos, mejorar la salud y reducir inequidades de género, entre otras ventajas. Varias ecotecnologías tienen la capacidad de reducir vulnerabilidades, así como fomentar la mitigación y la adaptación; su uso permite a las comunidades ser más resilientes al prepararse, resistir, responder y recuperarse ante impactos

y perturbaciones relacionadas con el cambio climático y otros fenómenos sociales, económicos o ambientales.

Fotografía 2



Calentador solar de agua utilizado en la comunidad de San Francisco Pichátaro, Michoacán.
Foto: Jimena L. Paz Navarro.

Las ecotecnologías que utilizan fuentes renovables de energía constituyen una solución viable y sustentable para mejorar el acceso a servicios básicos domésticos y productivos. Cuando se desarrollan e implementan en conjunto con los usuarios locales para atender sus prioridades, de acuerdo con su contexto socioecológico, son cuantiosos y tangibles los beneficios sociales, económicos y ambientales. Más aún, cuando este tipo de dispositivos vincula energía, agua y producción de alimentos, se hace posible el desarrollo de capacidades para impulsar procesos de autogestión y desarrollo económico local, lo que permite utilizar de manera eficiente y sustentable los recursos de su entorno.

Por lo normal, las tecnologías se han implementado en las comunidades rurales conforme a una lógica asistencialista y con metas de corto

plazo –muchas veces se instalan y se termina con eso la intervención–. Esto ha llevado a enormes fracasos con la consiguiente ineficiencia en el uso de recursos públicos y un pobre impacto socioambiental. Por el contrario, para garantizar su éxito deben difundirse mediante una estrategia integral, que incluye un trabajo de sensibilización, promoción, capacitación, asistencia, implementación, seguimiento y monitoreo que facilite el acceso y uso a largo plazo de dichas tecnologías por parte de pobladores de comunidades rurales, de forma que se asegure el mantenimiento, reemplazo y refaccionamiento.

Acercar a las comunidades las opciones ecotecnológicas viables y sustentables –de manera práctica y financiera– permitirá a los futuros beneficiarios conocer y familiarizarse con las opciones disponibles en su región, además de proveerlos con la información financiera y técnica para su adquisición, uso y mantenimiento en el mediano y largo plazo para que puedan optar por la opción que más les convenga de manera informada.

Sin embargo, pocos son los proyectos que siguen estos pasos, ya que por lo general los financiamientos se destinan sólo a cubrir parte o todo el costo de inversión de los equipos otorgados a los habitantes de las comunidades, sin darle un adecuado seguimiento a su instalación y monitoreo. Asimismo, tampoco se establecen cadenas de suministro que garanticen el buen funcionamiento de los dispositivos ni que otorguen posibilidades de reparar o darles mantenimiento durante su vida útil.

En particular, y hasta ahora, no existen mecanismos ágiles y permanentes de promoción, sensibilización, acercamiento y adquisición de ecotecnologías en las áreas rurales. Este proyecto pretende superar varias de las barreras mencionadas al desarrollar, por una parte, un esquema de promoción con espacios demostrativos permanentes mediante una unidad móvil –el Ecomóvil– que acerca las diferentes alternativas a los usuarios y funge como herramienta de sensibilización y capacitación. Por otro lado, se propone desarrollar un modelo de organización social enfocado a la provisión de servicios energéticos integrales que aseguren la sostenibilidad técnica y económica de los sistemas en las viviendas

rurales, con un programa de educación ambiental hacia la sustentabilidad como acompañamiento durante todo el proceso.

NUESTROS OBJETIVOS

Al acercar las tecnologías a la gente buscamos disminuir los índices de pobreza energética, desigualdad, contaminación ambiental y falta de oportunidades en comunidades rurales de México. Facilitar el acceso y adopción de ecotecnologías que vinculen producción de alimentos, energía y agua en comunidades rurales es un medio para asegurar la asequibilidad socio-tecnológica, la asistencia técnica cercana, intercultural, multilingüística y periódica, con un financiamiento innovador apropiado.

De manera específica, el proyecto implementa un programa de promoción de alternativas tecnológicas sustentables encaminado a la autogestión, el diálogo intercultural, la educación ambiental y el desarrollo de proyectos de implementación en comunidades rurales, mediante materiales didácticos, audiovisuales y artísticos que fomenten el desarrollo sustentable.

El acercamiento se lleva a cabo a través de dos puntos de contacto: 1) el fijo -centro demostrativo- y 2) el móvil -Ecomóvil-. En ambos se muestran ecotecnologías energéticas diversas -estufas eficientes de leña, solares y biogás, calentadores solares, paneles fotovoltaicos, secadores y deshidratadores solares, entre otras- y así como ecotecnias de las líneas estratégicas de manejo de agua y residuos, así como conservación y producción de alimentos, por mencionar algunos ejemplos. En estos puntos de contacto se ofrecen distintos esquemas de financiamiento solidario, servicios, repuestos y refacciones que ayudan a dar sostenibilidad financiera a la estrategia en el mediano y largo plazo para asegurar el acercamiento oportuno y continuo en las comunidades.

Fotografía 3



Exhibición del Ecomóvil en la comunidad de San Jerónimo Purenchécuaro, Quiroga, Michoacán.
Foto: Jimena L. Paz Navarro.

El centro ecotecnológico Uandani -ubicado en Pátzcuaro, Michoacán- es fundamental para garantizar que hombres y mujeres cuenten con un espacio físico donde puedan acceder a información técnica apropiada sobre ecotecnias sustentables, donde además puedan adquirir y desarrollar conocimientos teórico-prácticos necesarios para su construcción, uso y mantenimiento. De igual manera, el Ecomóvil es de suma importancia como acercamiento a las comunidades y personas que no tienen posibilidad de desplazarse al centro demostrativo.

Por último, en la búsqueda de lograr un proceso sostenible se plantea diseñar una cooperativa de servicios ecotecnológicos para la promoción e implementación de energías sostenibles. Así como para ofrecer servicios técnicos y refaccionamiento dirigido al usuario final en comunidades rurales particulares, basado en un esquema de economía social y solidaria, que permita a todas las personas el acceso a tecnologías mediante servicios financieros apropiados.

LAS ESTRATEGIAS

Este proyecto busca fortalecer un proceso integral de desarrollo comunitario a largo plazo ligado a una práctica científica y a un modelo de innovación tecnológica orientados hacia la incidencia. Se busca difundir e implementar ecotecnologías mediante una estrategia integral, que incluye un trabajo de sensibilización, promoción, capacitación, asistencia, seguimiento y monitoreo que facilite el acceso, apropiación y uso a largo plazo de dichas tecnologías por parte de pobladores de comunidades rurales para asegurar su mantenimiento, reemplazo y refaccionamiento.

En específico, se busca implementar un programa de sensibilización, distribución e implementación directa de alternativas tecnológicas sustentables para asegurar que los pobladores rurales tengan acceso a ellas y a los servicios asociados, con atención técnica calificada que asegure la correcta instalación, funcionamiento, mantenimiento y refaccionamiento oportuno, así como la creación de esquemas de financiamiento apropiados que permitan hacer accesible económicamente su adquisición para diferentes segmentos de usuarios, al aprovechar el modelo de distribución directa. Estos esquemas de financiamiento están sustentados en el modelo de economía social y solidaria para que, a través de mecanismos de ahorro y préstamo, se pueda facilitar la construcción y/o adquisición, ya sea promoviendo el ahorro u otorgando facilidades para poder realizar el pago en plazos.

Fotografía 4



Exhibición del Ecomóvil en el Tianguis Científico de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, Morelia, Michoacán. **Foto:** Jimena L. Paz Navarro.

En la actualidad se cuenta con tres estrategias:

1. Las actividades de promoción comienzan en el centro ecotecnológico Uandani. Es una sala de exhibición ubicada en la comunidad de Tzetzénguaro, en el municipio de Pátzcuaro, Michoacán, en la que se muestran diversos equipos y donde las personas de las comunidades rurales pueden visitar para conocer, probar, preguntar y usar las tecnologías mostradas o incluso adquirirlas en el momento. En ese mismo sitio se dan pláticas, visitas guiadas y sesiones demostrativas. Se trata de un espacio abierto a todo público e incluso a grupos organizados y escolares.
2. Estrategia de promoción y operación de la unidad móvil Ecomóvil. De manera paralela a la sala de exhibición de ecotecnologías, se

cuenta con una unidad móvil –vehículo– que está equipada con algunas alternativas del centro demostrativo y recorre localidades de la región purépecha de Michoacán. De esta forma, se organizan en las comunidades reuniones y demostraciones con grupos, escuelas y población en general. El Ecomóvil recorre comunidades rurales de forma periódica y desarrolla de manera paralela actividades educativas, artísticas, recreativas y de fomento al cuidado ambiental.

3. Estrategia de educación para la sustentabilidad. Se han diseñado y facilitado talleres de educación ambiental enfocados en dos líneas estratégicas: 1) energía y 2) alimentación. Cada uno de los talleres puede facilitarse tanto en la sala de exhibición como en los espacios visitados por el Ecomóvil; con ello se busca una construcción colectiva de saberes ambientales para la sustentabilidad relacionados con las ecotecnologías. Para lograr lo anterior, se cuenta con material audiovisual y artístico de apoyo diseñado específicamente para el proyecto. Además, se dispone de lo necesario para probar y usar las tecnologías mediante demostraciones en el momento.

ACTIVIDADES REALIZADAS: PRIMEROS RESULTADOS

Sala de exhibición de ecotecnologías

La construcción y equipamiento de la sala de exhibición fue la estrategia con la que arrancó el proyecto Ecomóvil. Para lograr concretar esta parte inicial se trabajó de la mano con el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada (Gira), A.C. y el grupo de Vivienda Ecotecnológica del Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Lo que se buscó con el diseño y construcción de esta sala fue integrar, en un mismo espacio, diferentes opciones de las líneas estratégicas de energía, alimentación, vivienda, cobijo, agua y manejo de residuos.

En la sala de exhibición se muestran más de 20 dispositivos de diversas líneas estratégicas, marcas y proveedores. Así, las personas que la visitan pueden conocer de manera física los distintos modelos existentes y pueden obtener tanto información como asesoría técnica sobre su adecuado funcionamiento, instalación, uso, beneficios de su adopción, contacto de los distintos proveedores, precios, etc.

En la actualidad, la sala de exhibición recibe visitas de escuelas de la región -desde preescolar hasta nivel superior-, así como visitas del público en general y grupos organizados. Dichas visitas se dividen en dos tipos. Las primeras son guiadas en las que se da una explicación general sobre el tema de las ecotecnologías, su impacto en la sustentabilidad y una explicación de cada ecotecnia instalada en dicho espacio. En el segundo tipo de visitas, como parte de la estrategia de educación para la sustentabilidad, se facilitan los talleres de educación ambiental diseñados para el proyecto.

Fotografía 5



Presentación del Ecomóvil a públicos infantiles en escuelas primarias en Michoacán. **Foto:** Jimena L. Paz Navarro.

Ecomóvil

La estrategia del Ecomóvil tiene el objetivo de acercar, difundir, promocionar y facilitar el acceso a ecotecnologías en comunidades rurales del lago de Pátzcuaro y la Meseta Purépecha. Funciona como una sala demostrativa itinerante y se realizan tres tipos distintos de actividades:

- Visitas de promoción, sensibilización y demostración en espacios públicos de comunidades de la región. En ellas los actores locales pueden ver, conocer, tocar, preguntar e informarse sobre los diferentes equipos que se muestran en el Ecomóvil.
- Visitas a escuelas con talleres de educación ambiental para la sustentabilidad. Se prioriza la concientización ambiental y la difusión de las alternativas tecnológicas sustentables en niñas, niños y jóvenes pertenecientes a distintas instituciones educativas de nivel básico y medio superior de la región.
- Visitas de promoción, sensibilización y demostración en eventos especiales, como ferias y eventos académicos. Se trata de eventos adicionales no considerados en la propuesta original y que contribuyen a darle difusión a las ecotecnologías y al proyecto más allá de la región objetivo de trabajo.

Hasta el segundo año del proyecto, con las primeras dos actividades se han hecho un total de 20 visitas a comunidades de la región objetivo. Los criterios de selección de las comunidades fueron: comunidades rurales con altos índices de pobreza y marginación, contacto previo/autorización con la autoridad comunitaria, facilidad de acceso de la unidad móvil a la comunidad y contacto previo con quienes dirigen o quienes enseñan en las escuelas visitadas. Por otro lado, se realizaron cuatro visitas a eventos especiales, las cuales se realizaron por invitación directa de las y los organizadores.

Hasta ahora, el Ecomóvil ha sido muy bien recibido por las comunidades y escuelas visitadas. Se espera que para el cierre del proyecto la ruta de visitas sea constante y que la incidencia vaya del conocimiento de las ecotecnologías a la adopción y apropiación de las mismas.

Programa de educación para la sustentabilidad

Para la planeación y ejecución de la tercera estrategia del proyecto se trabajó en colaboración con la unidad de Educación Ambiental del IIES-UNAM. Se diseñaron dos talleres relacionados con las líneas ecotecnológicas de energía y alimentación. Cada uno de estos talleres contiene una serie de actividades y ejercicios que se basaron en los temas de los planes y programas de la Secretaría de Educación Pública (SEP) de las asignaturas de ciencias naturales y geografía para el periodo escolar 2022-2023 y, como se ha mencionado, pueden ser facilitados tanto en la sala de ecotecnias como en el Ecomóvil.

En relación al eje de alimentación, se elaboró un manual de actividades para facilitadoras y facilitadores que se compone en total de seis actividades divididas en 21 ejercicios. La mayor parte del contenido está orientado al concepto de suelo y su importancia en la agricultura. Se abordan temas como: formación y estructura del suelo, microorganismos del suelo, el suelo y su influencia en la cultura y el suelo como ecotecnología. Asimismo, se trabaja la importancia del agua dentro de las actividades agrícolas, con temáticas como: el ciclo del agua, agua subterránea y dispositivos para el manejo del agua en la agricultura.

De manera adicional, se elaboraron dos folletos diseñados como material de apoyo para ser entregados a los participantes de los talleres educativos. El primer material titulado *¡El suelo está vivo!* se enfoca en la importancia de la diversidad del suelo para la obtención de alimentos. El folleto también explica el concepto de composta y finaliza con una sección titulada *10 consejos para preparar tu composta*, en la cual se invita a los lectores a preparar su propio abono en casa. Por otro lado, el segundo

material, *Agua en el suelo*, se centra en dimensionar la distribución de agua dulce en la Tierra y su uso dentro de las actividades agrícolas a nivel regional –Michoacán– y nacional. El folleto explica algunas técnicas para ahorrar agua en la producción de alimentos en el sector rural e invita a las personas lectoras a plantear una propia.

Conforme a la misma línea de trabajo, se desarrolló un segundo manual de actividades para facilitadores dentro del eje de energía. El material se diseñó para trabajar con estudiantes de nivel primaria superior; sin embargo, la mayoría de las actividades pueden adaptarse para trabajar con grupos de menor edad. El manual se compone en total de ocho actividades divididas en 24 ejercicios. El documento aborda el concepto de energía y se centra sobre todo en la energía solar y la bioenergía. Se abordan temas como: la fotosíntesis, la electricidad, energías renovables y no renovables, el cambio climático, el sol, la biomasa y las ecotecnologías de la rama energética –como las estufas eficientes de leña, las estufas solares, los paneles y calentadores solares, y los deshidratadores solares–.

En este caso, el diseño de las actividades y sus ejercicios en el manual se basaron en los temas de los planes y programas de la SEP, en particular de los libros *Proyectos escolares*, *Proyectos comunitarios* y *Proyectos de aula* para el periodo escolar 2023-2024.

Todos los materiales elaborados dentro del proyecto fueron diseñados para trabajarse con grupos hasta de 30 personas dentro del espacio demostrativo de ecotecnias, así como en las comunidades visitadas por el Ecomóvil. En el futuro se planea continuar el desarrollo de materiales similares enfocados en los ejes ecotecnológicos restantes: agua, residuos y vivienda.

Aunado a lo anterior, y como complemento artístico a las actividades antes descritas, como parte de la estrategia de educación ambiental se presenta un cuentacuentos con un relato preparado *ex profeso* para el proyecto. Un cuentacuentos es una persona que narra con el objetivo de divertir, recrear, rescatar y difundir historias que nos hablan sobre

nuestras vidas y nuestras raíces. De esta forma se transmite nuestra cultura y se promueve el amor por los relatos y la lectura. El cuento se titula *El señor Pinole* –de la autoría de Carlos Espinoza Valencia– y narra la historia de una niña, Regina, que se enfrenta a la amenaza de la construcción de una represa en el río para producir electricidad.

A Regina le gustaba escuchar las historias de su abuela sobre el viento, el jaguar y dioses como el sol o la luna para saber cómo ayudaron a los hombres. La amenaza de la represa le causa gran preocupación a Regina, quien comienza a hacerse preguntas sobre la electricidad. En un sueño, Regina conoce a un duende o *chaneke*, y éste le pide ir a platicar con los espíritus del bosque para aclarar su preocupación. Estos, a su vez, le hablan de los riesgos de la represa, le enseñan sobre “otras energías” para producir electricidad como la energía del sol y le aconsejan sobre llevar un mensaje a las mujeres y a los hombres de la comunidad para encontrar una mejor solución.

Componente para potenciar la incidencia del proyecto: el financiamiento solidario para la adquisición de ecotecnologías

El proyecto Ecomóvil busca reducir la inequidad y promover el acceso universal a servicios energéticos dignos en zonas rurales a través de la operación de una estrategia de financiamiento que facilite el acceso a ecotecnologías para resolver necesidades energéticas hasta ahora insatisfechas en una población rural, marginada y excluida. Esta estrategia se fundamenta en los principios de la economía social y solidaria y, de manera muy general, se trata de tres mecanismos de financiamiento accesibles. Con ellos se busca promover la adquisición de ecotecnologías con un interés muy bajo o nulo a través del autoahorro, la organización de actores locales y el acercamiento a instituciones financieras accesibles que ya ofrecen productos financieros enfocados en las ecotecnologías – con bajo interés.

Los mecanismos de financiamiento serán ofrecidos a las personas de las comunidades donde el Ecomóvil realiza visitas y se espera que su ejecución pueda ser una experiencia piloto que, si bien está diseñada para un territorio limitado, pueda ser tomada como referencia para replicarse de manera contextualizada en otras regiones del país.

Fotografía 6



Recorrido del Ecomóvil por diversas comunidades de la meseta Purépecha, Michoacán.
Foto: Jimena L. Paz Navarro.

Aprendizajes y retos

La ejecución del proyecto Ecomóvil ha traído varios aprendizajes para el equipo de trabajo. Primero, la experiencia en campo nos ha permitido conocer una gran diversidad de características territoriales de la región, así como las necesidades sentidas de la población donde se está trabajando. Esta diversidad ha originado que los planes trazados al inicio se hayan tenido que adaptar conforme el proyecto avanza, situación que en ocasiones retrasa el cumplimiento de las metas pactadas, pero que han permitido al equipo ganar experiencia en la búsqueda del logro de una mayor incidencia.

Hasta ahora se ha podido notar que el conocimiento sobre las ecotecnologías está inclinado sobre todo a la rama de energía –estufas

ahorradoras de leña, calentadores y paneles solares- y a la rama de manejo de residuos -baños secos y lombricompostas-, por lo que es importante acercar, difundir, mostrar la existencia y funcionamiento de la gran variedad de ecotecnologías existentes -tales como sistemas de captación de agua de lluvia, purificadores de agua, biofiltros, deshidratadores solares y bicimáquinas, entre muchas otras alternativas-, mismas que pueden contribuir a resolver necesidades insatisfechas.

Asimismo, el trabajo en las escuelas con los talleres de educación ambiental para la sustentabilidad ha permitido trabajar con juventudes e infancias, así como encontrar un espacio óptimo para coconstruir una conciencia ambiental basada en el diálogo de saberes ambientales, con consideración y respeto hacia los saberes que se les han transmitido de generación en generación. Las infancias y las juventudes del ámbito rural son un actor clave que no debe ser olvidado en la búsqueda de una sociedad más sustentable.

Han surgido varios retos que se podrían tomar como excelentes oportunidades para mejorar el impacto del proyecto. El principal es que, en la región, como en otras muchas de México, existe una cultura asistencialista. Esto significa que por mucho tiempo se han mantenido dinámicas en las que el gobierno entrega ecotecnologías a la población -como una estrategia política de control, simultánea a la explotación, el extractivismo y el abandono del Estado hacia estas mismas comunidades- sin una adecuada asistencia técnica y sin un adecuado seguimiento, lo que muchas veces se traduce en una baja adopción de la ecotecnia y en un uso inadecuado.

En este sentido, el proyecto Ecomóvil facilitará el acceso a las ecotecnologías no como regalo, sino a través de mecanismos financieros accesibles, sustentados en los principios de economía social y solidaria, desde donde se promueva la organización comunitaria y la cooperación. Además, con las salidas regulares del Ecomóvil se procurará dar asistencia técnica desde la instalación, uso y mantenimiento de la ecotecnia.

El reto en este componente no es menor, se tiene que comunicar y mostrar de manera efectiva la importancia de las ecotecnologías para

convencer a la población de adquirir alguna a través de estos mecanismos financieros solidarios. Si bien ésta es una inversión que les traerá múltiples beneficios, se requiere desarrollar un mercado inexistente para muchas de las ecotecnias. La administración de los mecanismos financieros representa otro reto importante. De no hacerlo de manera adecuada, se podría despertar el interés en las personas y no tener la capacidad operativa para responderles conforme a sus necesidades y requerimientos. Es por ello que se deberá prestar puntual atención en la consolidación de la estrategia financiera, de modo que las y los pobladores accedan a alguna a través de los mecanismos ofertados.

Con el proyecto Ecomóvil estamos logrando acercar las ecotecnologías a la gente y que la gente se acerque a las ecotecnologías. Muchas personas se han sorprendido de la diversidad de ecotecnias que existen, tanto en usos, materiales y aplicaciones. Se ha despertado el interés por querer conocer más, saber para qué sirven y cómo pueden implementarlas. Para las niñas y los niños, estas alternativas tecnológicas representan nuevas formas de aprovechar la energía, el agua y los residuos. Sin duda podremos pensar en un desarrollo distinto, más sustentable y sostenible (que cuide nuestros recursos y sustento, y que permanezca por mucho tiempo).

REFERENCIAS

- Assefa, G. y Frostell, B. (2007). Social Sustainability and Social Acceptance in Technology Assessment: a Case Study of Energy Technologies. *Technology in Society*, 29(1), 63-78.
- Berrueta, V., Serrano, M., Garcia-Bustamante, C., Astier, M. y Masera, O. (2017). Promoting Local Sustainable Development and Mitigating Climate Change in Indigenous Communities of Mexico: The Case of “Patsari”. *Improved Cookstove Project. Climatic Change*, 140, 63-77.
- Berrueta, V. y Limón, F. (2008). Participación campesina para la generación de tecnología alternativa. *Nueva Antropología*, 21(68), 113-129.

- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) (2018). *Medición de la pobreza, Estados Unidos Mexicanos, 2008-2018*. <https://bit.ly/39RdoQD>
- Ferrari, L., Masera, O. y Straffon, A. (coords.) (2024). *Transición energética justa y sustentable. Contexto y estrategias para México*. Conahcyt.
- García-Ochoa, R. y Graizbord, B. (2016). Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. *Economía, sociedad y territorio*, 16(51), 289-337.
- Gavito, M. E., van der Wal, H., Aldasoro, E. M., Ayala-Orozco, B., Bullén, A. A., Cach-Pérez, M., Casaso-Fernández, A., Fuentes, A., González-Esquivel, C., Jaramillo-López, P., Martínez, P., Masera-Cerutti, O., Pascual, F., Pérez-Salicrup, D. R., Robles, R., Ruiz-Mercado, I. y Villanueva, G. (2017). Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 8(1), 150-160.
- González Espinosa, M., Eaton, A., Hernández Arteaga, R., Llanas Guzmán, I. G., Acuña Andrey, N., Ríos Esparza, A., Salazar Solís, V., González González, S. P., Fuentes Gutiérrez, A. F., Carmona Velazquez, A., Toledo García, M., González Ulloa, Y. y Palma Servín, C. E. (2019). *Análisis de ecotecnologías aplicables al contexto económico, político, social y ambiental de las entidades federativas*. Detusche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <https://iki-alliance.mx/wp-content/uploads/23.07.2019-Informe-final-de-Ecotecnolog%C3%ADas-y-sus-Character%C3%ADsticas.pdf>
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística (Inegi) (2018). *Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares*. (Encevi). <https://www.inegi.org.mx/programas/encevi/2018/>
- López-Sosa, L. B., Núñez-González, J., Beltrán, A., Morales-Máximo, M., Morales-Sánchez, M., Serrano-Medrano, M. y García, C. A. (2019). A New Methodology for the Development of Appropriate Technology: a Case Study for the Development of a Wood Solar Dryer. *Sustainability*, 11, 5620.

- Martínez-Negrete, M., Martínez, R., Joaquín, R., Sheinbaum, C. y Masera, O. R. (2013). Is Modernization Making Villages More Energy Efficient? A Long-Term Comparative End-Use Analysis for Cheranatzicurin Village, Mexico. *Energy for Sustainable Development*, 17, 463-470.
- Naciones Unidas (2021). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/hunger/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2014). *The Water-Energy-Food Nexus: A New Approach in Support of Food Security and Sustainable Agriculture*.
- Ortiz, J., Masera, O. y Fuentes, A. (2014). *La ecotecnología en México*. Imagia.

17. Pobreza y democratización energética en Tabasco

Eduardo Munguía Chocoteco, Fidel Arias López,
Gabriela Vera Cortés, Hans van der Wal, Liliana
Pampillón González, Maritza Xitlaly Alvarado
Rodríguez, Nancy Guadalupe González Canché,
Rovelmar Córdova Montiel, Samuel Oporto Peregrino,
Diana Ayala Montejo

RESUMEN

Este capítulo analiza la pobreza energética en La Chontalpa, Tabasco, a partir de información generada en la preparación y primera etapa del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronai) “Plataforma de democratización energética a partir de iniciativas de economía social y solidaria (ESS) en localidades rural-urbanas en Tabasco, México”. El análisis se realizó mediante reuniones de trabajo, talleres, encuestas y entrevistas con personas que desarrollan actividades productivas en torno a la manufactura de artesanías, el cultivo de cacao, la elaboración de chocolate, la transformación del mangle y la carpintería.

Se observa que la pobreza energética en la región se debe a la deficiente calidad y altos costos de la energía en sus diferentes formas, lo que afecta a la población en la esfera doméstica, en los emprendimientos familiares y en las iniciativas de ESS. Como parte del proyecto se han formulado y se implementan alternativas de generación y uso de energía con las iniciativas de ESS, de acuerdo con la problemática energética específica de su giro productivo. Estas alternativas contribuyen a la

democratización energética, entendida como la paulatina toma de control local y la formación de capacidades tanto en la generación como en la distribución de energía.

INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se aborda la problemática de la pobreza energética en los municipios de Cunduacán, Comalcalco, Jalpa de Méndez y Nacajuca, en la región conocida como La Chontalpa Vieja y Actual en Tabasco (figura 1). Dicha área es el foco de atención del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Plataforma de democratización energética a partir de iniciativas de economía social y solidaria (ESS) en localidades rural-urbanas”, también denominado “Plataforma”.

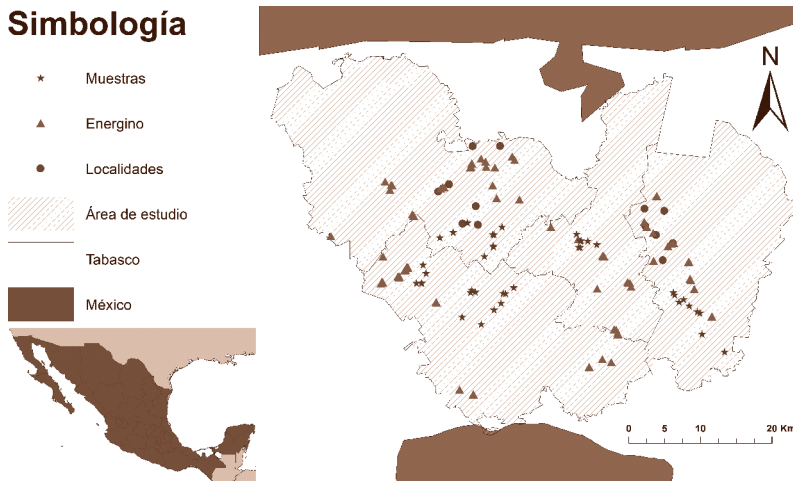
El proyecto es realizado por El Colegio de la Frontera Sur, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y la Asociación Civil “Alternativas de vida solidaria para el desarrollo y la paz”, en estrecha cooperación con organizaciones locales dedicadas a la manufactura de artesanías, el cultivo de cacao, la elaboración de chocolate, la transformación del mangle y la carpintería. El objetivo del Pronaii es contribuir a revertir la pobreza energética con acciones sociotecnológicas específicas que respondan a las problemáticas de cada una de las organizaciones locales.

Las acciones sociotecnológicas se complementan con investigaciones puntuales para evaluarlas, mejorarlas y generar nuevas alternativas. Estas investigaciones abarcan: la desigualdad de género en relación con la generación y distribución de energía; el análisis de cómo la identidad, la memoria histórica local y la reterritorialización a partir de lo propio aportan elementos para concebir la transición energética regional (Vera Cortés et al., 2023); el análisis de cómo la cobertura vegetal incide en las temperaturas en las casas y, con ello, en las necesidades de climatización y consumo de energía eléctrica que resultan en cortes frecuentes en el suministro de la electricidad; y el potencial de la biomasa de distintos orígenes –especies de leña, desechos orgánicos y plantas

invasoras- para generar energía de manera eficiente y sin impacto negativo en la salud. Al mismo tiempo, se complementan las acciones sociotecnológicas con capacitaciones a jóvenes para buscar su incorporación en el acompañamiento de los grupos, con asesoría técnica y capacitación.

A continuación, se describe la pobreza energética en la región, la forma en la que afecta las iniciativas de ESS, las acciones sociotecnológicas en el marco del proyecto y algunas perspectivas.

Figura 1. Área de incidencia e investigación del proyecto “Plataforma”



Nota: los puntos muestran las localidades donde se han desarrollado actividades de incidencia con las iniciativas de ESS combinadas con investigación en temas específicos; los triángulos indican la realización de investigación puntual sobre uso de leña y energía para climatización; las estrellas corresponden a sitios de muestreo de biomasa.

Fuente: elaboración propia.

¿QUÉ ES LA POBREZA ENERGÉTICA?

El concepto de pobreza energética se refiere a una situación en la que la población no puede acceder a suficiente energía de calidad, a bajo costo y que no dañe su salud. Este problema se padece en muchos hogares,

emprendimientos familiares e iniciativas de ESS. La pobreza energética afecta la calidad de vida, la satisfacción de necesidades básicas y las libertades de las personas de vivir una vida que consideren valiosa (Sen, 1999). Se manifiesta de diferentes maneras, como se menciona en las comunidades:

Entonces a nosotros se nos dañan también a veces los aparatos eléctricos porque la energía no nos llega lo suficientemente bien. Entonces, al momento en que nosotros estamos conectados todos en la noche, se empiezan a cascabelear nuestros aparatos, y tenemos que desconectar algunas cosas para usar otras y sufrimos de calor, sufrimos de que se nos echan a perder las cosas, o tenemos que hacer algo en la computadora y no podemos porque a veces no nos da la energía como uno quiere (Anónimo, 2021, p. 111).

La pobreza energética en cada región depende de las fuentes de energía disponibles –desde combustibles fósiles como el gas licuado de petróleo (LP) o el diésel, hasta la energía que provee el viento o la luz solar– y sus usos; además, se manifiesta de forma distinta conforme a las condiciones sociales, culturales, ecológicas y económicas (García-Ochoa y Graizbord, 2016; Pellicer-Sifres, 2018). La pobreza energética limita las posibilidades de generar un modelo de bienestar para los seres humanos y no humanos basado en la cultura, la identidad y el territorio, entendido como el espacio en relación al cual se da una serie de procesos que lo dotan de nuevos significados y usos que renuevan el territorio como sustento de lo comunitario y de identidades (Esteva y Gutiérrez, 2016).

¿QUÉ ES LA DEMOCRATIZACIÓN ENERGÉTICA?

En el Pronaii Plataforma, la democratización energética se define como el proceso que permite incrementar las autonomías comunitarias y la incidencia popular en la generación y distribución de energía, a partir de la cultura e identidad regionales, la defensa del territorio y

la reformulación de la relación entre el ser humano y su entorno, con perspectiva de género y justicia social (Szulecki y Overland, 2020; de Lucia-Zuria et al., 2018).

Esta definición es integral, ya que su formulación amplia incluye la incidencia de la población en el hecho de que electricidad de calidad llegue a sus hogares, emprendimientos e iniciativas de ESS; en otras palabras, el objetivo es que la población tenga los medios para incidir en cómo se genera la energía, cuáles fuentes energéticas se utilizan, cómo se usan, etc. La definición considera la cogeneración de energía, el intercambio de conocimientos sobre los sistemas regionales energéticos, las ventajas y desventajas de las diversas fuentes de energía, su uso responsable desde la perspectiva del cuidado del ambiente y de la salud humana, así como la mejora de la calidad de vida de las localidades para fortalecer los emprendimientos familiares y las iniciativas de ESS.

La democratización energética implica que las comunidades opinen, deliberen y participen en la toma de decisiones alrededor de la generación y distribución de la energía a partir de sus necesidades y anhelos, para así responder a la problemática de la pobreza energética. Es necesario darle forma organizativa a la democratización energética a partir de los intereses populares, ya que en la actualidad los procesos sociales relacionados con la generación y distribución de la energía son difusos y tienden a reducirse a resolver situaciones emergentes locales. Un ejemplo es la necesidad de actuar frente a un apagón por la quema de un transformador (Anónimo, 2021, pp. 234-240).

Por esta razón, en las iniciativas de ESS se encuentran las personas que mejor podrán orientar la búsqueda e instrumentación de sistemas regionales energéticos más democráticos y justos. Cada una de estas iniciativas tiene su trayectoria, a contracorriente, encaminada a generar alternativas a la continua precarización de la vida, desde una perspectiva de justicia social (Schlosberg, 2011). La pobreza energética se sitúa en esta precarización generalizada y requiere respuestas colectivas.

En la práctica de la democratización energética convergen: 1) la defensa del territorio, ante las secuelas de la deforestación por la explotación maderera, la implementación de agricultura industrial a través del Plan Chontalpa, la ganaderización y el impacto socioecológico de la explotación de hidrocarburos; 2) la necesidad de hacer efectivo el derecho a la ciencia y la tecnología (Anónimo, 2023), sobre todo en relación a la formulación de alternativas sociotecnológicas para realizar cambios en la generación y el uso de la energía, que sean adecuadas para las necesidades locales y regionales; y 3) la desigualdad de género, en particular sobre cómo se relacionan hombres y mujeres con la energía (de Lucia-Zuria et al., 2018).

POBREZA ENERGÉTICA EN TABASCO

Rasgos de la pobreza energética

Tabasco tiene un índice de pobreza energética del hogar de 49.6%, lo que ubica al estado como uno de los de mayor pobreza energética, junto con otros en la región Sur-Sureste de México. A nivel estatal, 27.1% de los hogares carece de aire acondicionado o ventilador, 33.8% no dispone de estufa de gas para la cocción de alimentos y 18.8% de los hogares cuenta con un refrigerador eficiente para la conservación de sus alimentos (García-Ochoa y Graizbord, 2016).

En los cuatro municipios considerados por el Pronaii, 99.8% de la población tiene acceso a la electricidad (Durana, 2021). Sin embargo, por sí solo el acceso a la electricidad no elimina la pobreza energética. Ésta se genera por las fallas en la distribución, la baja calidad y el alto costo de la energía eléctrica, así como por los incrementos en el costo del gas LP y de la leña debido a que son cada vez más escasos (tabla 1). El servicio eléctrico es de baja calidad, ya que presenta recurrentes apagones y fluctuaciones en el voltaje. Esto afecta equipos e interrumpe actividades educativas, sociales y económicas. “La configuración del sistema energético también produce competencia entre usos domésticos y productivos de la

energía, lo cual resulta en conflictos familiares y sociales por la energía” (Anónimo, 2021, pp. 12-31).

Tabla 1. Algunas variables de pobreza energética en los hogares

VARIABLE	VALOR
Disponen de electricidad en el hogar	99.8%
Disponen de aire acondicionado	46.0%
Disponen de ventilador	100%
Cuentan con estufa de gas LP	88.2%
Consumo de gas LP/mes	7.7kg
Gasto mensual en gas LP	\$128
Cuentan con fogón de leña	82.0%
Consumo de leña por mes	0.92 cuerda –o braza– de leña
Consumo bimestral de electricidad	\$722
Cuentan con estufa ahorradora de leña	1.0%
Considera que la calidad de vida es afectada por falta de acceso a energía de calidad	69.9%
Número de cortes de luz por mes	9.8
Número de horas sin electricidad por mes	11.2

Fuente: Córdova-Montiel y colaboradores (2021).

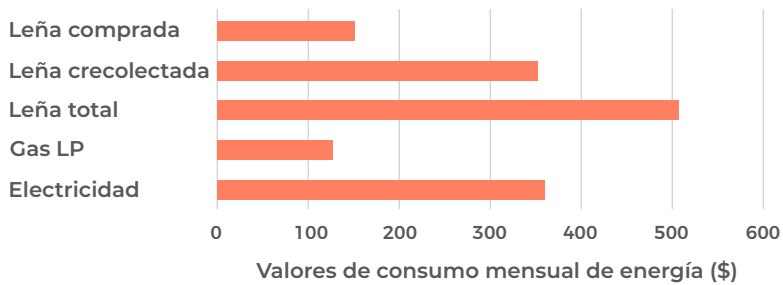
La leña es el principal combustible en la cocina para 31.8% de la población en el trópico mexicano, sobre todo en el campo (Inegi, 2018). Éste es el caso de las comunidades rurales en La Chontalpa: 87% de las familias cuenta con una estufa de gas, 80% con fogón de leña y 13% sólo usa leña (Córdova-Montiel et al., 2021). El 55% de las familias colecta la leña que usan, 16% la compra y 29% la colecta y compra. En las zonas periurbanas, 55% de los usuarios compra la leña. El costo de la leña consumida es similar a la suma del gasto en gas LP y electricidad (García Gallegos, 2023; Vázquez Jiménez, 2023).

¿Por qué hay pobreza energética en Tabasco?

Un entramado de factores genera la pobreza energética en Tabasco (Córdova-Montiel et al., 2021). En general, los cambios rurales y la petrolización de la economía tabasqueña han implicado que gran parte de la población de las comunidades –que antes se dedicaba sobre todo al campo– trabaje en la actualidad en los sectores industrial y de servicios. Esto ha generado cambios en la manera en que se accede y utilizan las diferentes fuentes de energía.

Un factor es el alto precio de la electricidad, la leña, el gas LP y la gasolina. En los hogares de las rancherías en Comalcalco y Cunduacán, los gastos mensuales estimados en pesos son los siguientes: electricidad 361, gas LP 128 (a un precio por kilo de 16.61) y leña 506 (550 por cada cuerda de leña) (figura 2).

Figura 2. Gasto mensual en electricidad, gas y leña en hogares de rancherías en Comalcalco y Cunduacán, Tabasco



Fuente: Córdova-Montiel y colaboradores (2021).

La baja calidad de la electricidad se debe a la falta de mantenimiento de la red de suministro y su capacidad insuficiente para satisfacer la demanda de la población actual. Sin embargo, es preciso señalar que otro factor es el cambio en los patrones de consumo, por el mayor uso de equipos electrónicos, como aires acondicionados. Esto último se debe tanto al

uso de materiales no térmicos para la construcción de las casas actuales, como a la deforestación, pues la vegetación arbórea ya no amortigua las altas temperaturas.

La escasez y altos precios de la leña también se relacionan con la deforestación en Tabasco, donde se redujeron las coberturas arbóreas originales entre 1940 y 1990 de 49% a 8% (van der Wal, 2017). El proceso ha ido a la par con la eliminación de la vegetación secundaria, como el acahual del ciclo de la milpa. Los acahuales eran una fuente importante de leña de libre acceso para quien la necesitaba. Más aún, entre 2006 y 2016 se ha registrado una reducción de 46% en la cobertura de los cacaotales por enfermedades y bajos precios (Oporto Peregrino et al., 2020). Además, en la actualidad los dueños de los cacaotales restringen el acceso debido a la inseguridad. Por estos motivos ha disminuido la disponibilidad de leña de buena calidad.

¿Cómo se manifiesta la pobreza energética?

Dado que la energía es indispensable para todas las actividades de la vida moderna, la pobreza energética repercute de manera integral en actividades como: cocción, conservación de alimentos, iluminación, uso de electrodomésticos y equipos de cómputo, comunicación, recreación, educación, actividades culturales y sociales como escuchar música, las actividades económicas y el cuidado de las personas.

Disponer de un acceso suficiente a energía eléctrica, calorífica, solar, mecánica y física de calidad y a precios asequibles permite cubrir necesidades fundamentales para vivir una buena vida. Estas necesidades incluyen realizar labores domésticas, trabajar en el campo, tener empleo asalariado, gestionar emprendimientos familiares, obtener una educación académica, impulsar la economía social y solidaria, así como participar en actividades culturales y sociales (figura 3). El acceso a estas fuentes energéticas permite generar ingresos, y producir de manera eficiente; además, influye en aspectos intangibles como la solidaridad, el

cuidado del entorno y otros aspectos de la vida individual y comunitaria (Pampillón-González et al., 2017).

Figura 3. Energía para realizar las actividades que permiten el disfrute de la vida



Fuente: elaboración propia.

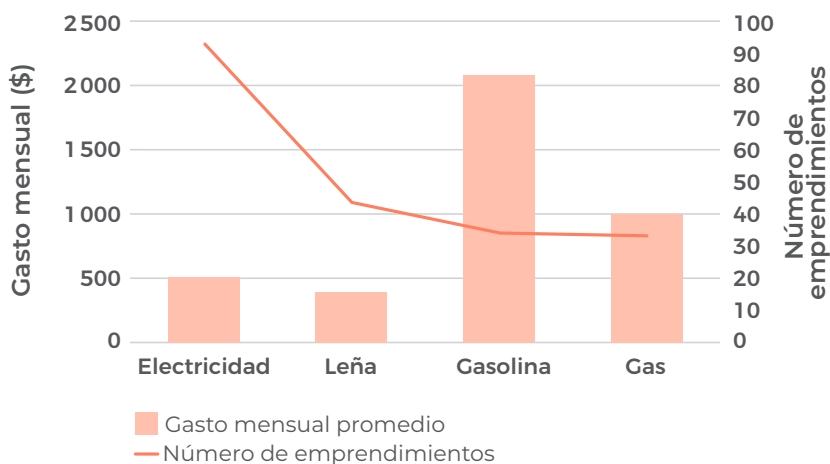
Vivir en pobreza energética limita a las personas a desenvolverse en aspectos personales, profesionales, económicos y sociales, lo que a su vez genera un impacto negativo en la calidad de vida y el bienestar. Ésta es la situación de gran parte de la población en La Chontalpa, Tabasco, en relación a las actividades domésticas, los emprendimientos familiares y las iniciativas de ESS (tabla 1).

Energía en los emprendimientos familiares

Las familias tabasqueñas libran una lucha constante de sobrevivencia. Entre sus componentes se encuentran la emigración temporal o definitiva –donde el apoyo de las y los parientes desempeña un papel significativo–, el empleo en el sector petrolero y de servicios, así como la creación de pequeños negocios familiares –donde algunos miembros se encargan de gestionar el negocio y otros aportan recursos–, con el propósito de fortalecerse ante las crisis recurrentes (Vera Cortés et al., 2023). En 27% de los hogares rurales se manejan emprendimientos que aportan ingresos variables a los hogares (Córdova-Montiel et al., 2021); algunos ejemplos son vender antojitos, helados, aguas, repostería, pozol y comida en general, o bien, brindar servicios de mecánica, costura, medicina natural, comercios diversos, peluquería, etcétera.

La pobreza energética limita las contribuciones de los emprendimientos a la economía familiar. Los gastos en gasolina son los más altos en los emprendimientos de abarrotes. Los mayores gastos en leña y gas se dan en los nuevos negocios de alimentos, donde suman cerca de 1 400 pesos al mes, con el mayor gasto en gas LP (figura 4). Los altos costos de la energía –electricidad, gas LP, gasolina y leña– y la baja calidad afectan la rentabilidad de los negocios, producen daños a aparatos eléctricos, retrasan las actividades y dificultan cumplir con entregas acordadas, entre otros problemas (Córdova-Montiel et al., 2021).

Figura 4. Gasto mensual en diferentes tipos de energía conforme a una muestra de emprendimientos familiares en Cunduacán y Comalcalco



Nota: las barras indican los gastos; la línea representa el número de emprendimientos.
Fuente: elaboración propia a partir de Córdova-Montiel y colaboradores (2021).

Energía en iniciativas de economía social y solidaria en Tabasco

Las iniciativas de ESS ponen por delante tanto el bienestar de las comunidades rurales y urbanas como un medio ambiente saludable (Arias-López et al., 2023). Se basan en valores comunitarios, conforme a los cuales todos cooperan y se organizan para mejorar las condiciones de vida a partir de una problemática común. De esta forma, sus integrantes establecen acuerdos, trabajan en conjunto y generan relaciones afectivas entre familias que comparten un pasado, ya que la mayoría de sus madres, padres, abuelas y abuelos han trabajado en el campo. Los productos que se comercializan tienen como base los recuerdos de la infancia, el trabajo observado y desarrollado por sus parientes, así como su propia colaboración desde temprana edad.

En este sentido, se fortalece un sentimiento identitario basado en una memoria social que se construye desde el presente (Vera Cortés y Pérez en prensa). Como parte de este proceso, se seleccionan recuerdos que cobran sentido para proyectarse hacia el futuro (Vázquez, 2001), y a ello se agregan valores grupales y acciones que también contribuyen a una identidad grupal e incluso regional. Así, los colectivos evidencian un arraigo y una apropiación física y simbólica en un intento de reterritorializar el espacio vivido.

Las iniciativas de ESS enfrentan límites para su potencial de cambio y sus resultados económicos debido a la pobreza energética. Los colectivos de artesanos de Tapotzingo –con 100 integrantes de 18 talleres de familias Yokot’an– y Mariposas de Guaytalpa –con un total de 30 personas de siete talleres de mujeres Yokot’an– trabajan las fibras naturales de la región para la elaboración de bolsas, abanicos, sombreros y otros productos típicos de la región. Su proceso productivo es afectado por los frecuentes apagones en la madrugada y en la tarde, justo en los horarios en que las condiciones de humedad permiten manipular las fibras. De manera paralela, los ingresos se reducen por el gasto en leña en el hogar y en la elaboración de las artesanías, en particular al pintar las fibras y por pérdidas de materia prima debidas a la humedad.

Ejidatarios de Río Playa, en el municipio de Comalcalco, se organizan desde la década de 1990 con distintos propósitos: cuidar su economía, no exponerse a abusos de comerciantes, sembrar de acuerdo con principios ecológicos, forestar áreas inundadas con mangle para brindar servicios ecoturísticos, producir leña de buena calidad ante su cada vez mayor escasez y diversificar su economía con la producción de carbón vegetal. Algunos obstáculos que los han frenado en el cumplimiento de estos objetivos son la ausencia de un esquema de manejo del manglar reforestado y la falta de tecnología limpia para la elaboración de carbón vegetal y biocarbón.

Por su parte, los productores de cacao, también del municipio de Comalcalco, se han organizado tanto para rescatar el cultivo de la

moniliasis (*Moniliophthora roveri*) como para mejorar la calidad de su producción con un mejor secado, sobre todo en el periodo de noviembre a enero cuando se presentan lluvias repentinas. Aunque han secado con gas LP en “samoas”,¹ hacerlo conlleva un alto gasto y afecta la calidad organoléptica del cacao.

El grupo de chocolateras integra a productoras artesanales que elaboran una variedad de productos a partir de la producción local de cacao. Buscan perfeccionar sus productos y comercializar a precios justos. Sus problemáticas energéticas se enfocan en el costo de la energía eléctrica, la falta de continuidad en el servicio eléctrico, la necesidad de enfriar sus productos elaborados para no perder lo invertido por apagones, así como el costo de la leña y el impacto del uso en su salud.

Manos a la energía

En lo referente a la generación y distribución de la energía, las iniciativas de ESS son capaces de desencadenar procesos de democratización energética desde lo local que resuelven necesidades sentidas, parten de la cultura e identidad regional, abonan a la equidad de género y se relacionan con la defensa del territorio y el cuidado de la naturaleza.

Con las y los artesanos se ha realizado un proceso de capacitación y apropiación del uso de energía fotovoltaica, para lo cual se han instalado fotoceldas en dos talleres. Estas permiten continuar con la elaboración de artesanías, aun cuando haya cortes en el suministro de la electricidad. La incorporación de un secador solar tipo túnel (fotografía 1) mejora el proceso de secado de las fibras naturales y evita la descomposición de las fibras que se adquieren en tiempos de lluvia. A su vez, la incorporación de estufas ahorradoras de leña reduce el gasto en este energético, tanto en la producción de las artesanías como en el hogar.

¹ Una *samoá* es un equipo en el cual un ventilador sopla aire calentado con un combustible –por lo general gas LP– hacia una rejilla horizontal sobre la que se deposita el producto a secar.

Fotografía 1



Secador de fibras naturales instalado en casa de una de las integrantes del grupo de mujeres "Mariposas" en Guaytalpa, Nacajuca. **Foto:** Fidel Arias López.

Con miras a establecer un plan de manejo del manglar, ejidatarios de Río Playa se han capacitado en la toma de datos para estimar la productividad. También se han capacitado en la fabricación de biocarbón (fotografía 2), en el uso de un horno de elaboración de carbón de bajas emisiones y en el uso de estufas ahorradoras de leña y gasificadoras para reducir el gasto de leña.

Fotografía 2



Taller de elaboración de biocarbón a partir de la leña del mangle y capacitación básica en técnicas de inventario forestal de manglar. **Foto:** Fidel Arias López.

Para eliminar el gasto en gas LP –que implica el uso de secadores tipo samoa– se ha establecido con los cacaoteros una secadora solar de invernadero de policarbonato y armazón de madera, con fotoceldas que accionan un ventilador para sacar el aire humedecido (fotografía 3). Además de acelerar el secado, respecto al secado al aire libre, el invernadero permite lograr un producto libre de polvo y de alta calidad, sin que la combustión de gas LP afecte las propiedades organolépticas del cacao.

Fotografía 3



Secadora tipo invernadero de la semilla de cacao, instalada en la segunda sección del Zapotal, Comalcalco. **Foto:** Fidel Arias López.

Entretanto, las chocolateras realizan cambios en la red eléctrica en sus talleres a partir de diagnósticos realizados a través del proyecto, para aumentar la eficiencia de uso de la energía. Al mismo tiempo hacen gestiones para adquirir equipos eléctricos de alta eficiencia energética, buscan precios justos del servicio eléctrico con la Comisión Federal de Electricidad (CFE), a quien solicitan un servicio eléctrico sin interrupciones para surtir de manera oportuna los pedidos y conservar el chocolate producido en sus refrigeradores. En cuanto a la leña que ocupan en el tueste de la semilla de cacao, han empezado a usar estufas ecológicas para reducir su consumo y la exposición al humo generado por su quema. El uso de las estufas también mejora la experiencia viva de quienes visitan las chocolateras para conocer la elaboración de sus productos (fotografía 4).

Fotografía 4



Uso de estufa ahorradora de leña para tostar cacao en la chocolatería José y María, ubicada en la quinta sección de la Ranchería Oriente, Comalcalco. **Foto:** Liliana Pampillón González.

Los carpinteros buscan optimizar la seguridad y la eficiencia del uso de la electricidad a partir de mejoras en sus instalaciones y una adecuada selección de los equipos. A fin de aprovechar sus residuos –aserrín y viruta- se han capacitado en la elaboración de comprimidos biomásicos con una pelletizadora para su uso como combustible en complemento a la leña (fotografía 5).

Fotografía 5



Capacitación para la elaboración de comprimidos a partir de los residuos de carpinterías. **Foto:** Eduardo Munguía Chocoteco.

LO QUE SIGUE

En las secciones anteriores se ha mostrado cómo la pobreza energética se manifiesta en el contexto tabasqueño, de qué manera afecta el quehacer de cinco iniciativas de ESS en cuatro municipios y cómo se da forma a la democratización energética con acciones y ecotecnologías encaminadas a resolver sus problemáticas energéticas. En la actualidad, las acciones se encuentran en desarrollo y hasta la fecha se ha visto que las ecotecnologías implementadas propician a nivel local procesos de generación de alternativas, donde los grupos proponen algunos cambios a las ecotecnologías y visualizan alternativas similares para otras actividades. Esto tiene también un impacto hacia afuera de los grupos, entre las personas que conocen a quienes utilizan estas alternativas.

Involucrar a las y los jóvenes en los procesos de democratización energética y en el acompañamiento a grupos en la instrumentación de alternativas sociotecnológicas es un reto. Si bien se ha avanzado a través de un diplomado y capacitaciones, se requiere invertir en becas y generar programas de educación formal en las instituciones de educación superior para lograr un sólido acompañamiento en la instrumentación de alternativas energéticas a mediano y largo plazo.

En los siguientes años se pretende consolidar y ampliar lo iniciado por el Pronaii Plataforma, con el objetivo de fortalecer cada vez más a la democratización energética a partir de las necesidades con grupos locales e intercambios con grupos en Tabasco y otros estados. Las investigaciones empiezan a rendir frutos, entre otros, sobre el aprovechamiento energético de la biomasa residual, como se muestra en el video del proyecto (Ecosur, 2023).²

Los aportes principales del Pronaii “Plataforma” residen en la visibilización de la pobreza energética, el aprendizaje del conjunto actoral,

² Democratización Energética en la Chontalpa, en: <https://www.youtube.com/watch?v=KiOY1De7ES0>

la capacitación y los diálogos de saberes alrededor del acceso y uso de la energía, la incorporación de ecotecnologías en el quehacer cotidiano de los grupos y su adecuación al contexto regional, así como en la generación de una práctica de democratización energética (fotografía 6).

Fotografía 6



Taller de artesanas y artesanos Manos a la Energía. **Foto:** Nancy González Canché.

REFERENCIAS

- Arias-López, F., Alvarado-Rodríguez, M. X., Pampillón-González, L., Munguía-Chocoteco, E. y van der Wal, H. (2023). *¿Qué son las iniciativas de Economía Social y Solidaria?*
- Conahcyt (2023). Ley General en Materia de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación. *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGMHCTI.pdf>
- Córdova-Montiel, R., Durana, A. y van der Wal, H. (2021). *Encuesta energía hogares y emprendimientos*. El Colegio de la Frontera Sur/Sistema de Proyectos Organizados en Comunidad/Instituto Nacional de Economía Social.

- De Lucia-Zuria, A., Vázquez-García, V., Bose, P. y Velázquez-Gutiérrez, M. (2018). *Género, energía y sustentabilidad. Aproximaciones desde la academia*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
- Durana, A. (2021). *Acceso a la energía eléctrica y pobreza energética multidimensional. Informe de fase preparación del proyecto "Plataforma multi-actor para la democratización energética desde iniciativas de economía social y solidaria en comunidades rurales-urbanas en Tabasco". Parte 2*. Instituto Nacional de Economía Social/Ecosur/Alternativas de vida solidaria para el desarrollo y la paz A.C.
- Ecosur (2023). *Democratización Energética en la Chontalpa*. Canal EcosurMXm. <https://www.youtube.com/watch?v=KiOY1De7ESO>.
- Esteva, G. y Gutiérrez, D. (2016). Cuatro ejemplos de resistencia y rebeldía ante la tormenta sistémica. En C. W. Porto-Goncalvez y L. D. Hocsman (coords.), *Despojos y resistencias en América Latina/Abya Ayala* (pp. 43-76). Estudios Sociológicos Editora.
- García Gallegos, R. (2023). *Especies arbóreas usadas como leña en usos de suelo de cacao-tal-potrero, cañal-potrero y periurbano en la Chontalpa, Tabasco*. Universidad Politécnica del Golfo de México.
- García-Ochoa, R. y Graizbord, B. (2016). Caracterización espacial de la pobreza energética en México. Un análisis a escala subnacional. *Economía, Sociedad y Territorio*, 16(51), 289-337.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) (2018). *Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares -Encevi 2018*.
- Oporto Peregrino, S., Hidalgo Mihart, M., Collado-Torres, R., Castro-Luna, A., Gama, L. y Arriaga-Weiss, S. (2020). Effects of Land Tenure and Urbanization on the Change of Land Use of Cacao (*Theobroma Cacao*) Agroforestry Systems in Southeast Mexico. *Agroforestry Systems*, 94, 881-891. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00453-w>.
- Pampillón-González, L., Sarracino-Martínez, O., Hernández-Gálvez, G. y Ordaz-Flores, A. (2017). Renewable Energy Potential in the Usumacinta Watershed: Status and Opportunities. *ECORFAN Journal-Ecuador*, 4(7), 26-44.

- Pellicer-Sifres, V. (2018). Ampliando la comprensión de la pobreza energética desde el enfoque de capacidades: hacia una mirada construida desde las personas afectadas. *Revista Iberoamericana de Estudios de Desarrollo*, 7(2). https://doi.org/10.26754/ojs_ried/ijds.295.
- S/a. (2021). *Diagnóstico de la problemática energética de iniciativas de ESS, emprendimientos familiares y hogares en los municipios de Comalcalco, Cunduacán, Jalpa de Méndez y Nacajuca, Tabasco. Parte 1. Talleres y entrevistas*. El Colegio de la Frontera Sur.
- Schlosberg, D. (2011). Justicia ambiental y climática: de la equidad al funcionamiento comunitario. *Ecología Política*, (41), 25-35.
- Sen, A. (1999). *Development as freedom*. Oxford University Press.
- Szulecki, K. y Overland, I. (2020). Energy Democracy as a Process, an Outcome and a Goal: a Conceptual Review. *Energy Research & Social Science*, 69, 101768. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101768>
- Van der Wal, H. (2017). El trópico tabasqueño: entre la exuberancia y la post-deforestación. *Diálogos del Consejo de Ciencia y Tecnología del estado de Tabasco*, 10-13.
- Vázquez, F. (2001). *La memoria social como acción social. Relaciones, significados e imaginario*. Paidós.
- Vázquez Jiménez, A. (2023). *Especies arbóreas usadas como leña en usos de suelo de potrero, acahual-potrero y zona periurbana en comunidades de Nacajuca y Jalpa de Méndez, Tabasco, México*. Universidad Politécnica del Golfo de México.
- Vera Cortés, G., van der Wal, H. y Chacón Castellanos, A. (2023). La memoria social campesina frente a los procesos de territorialización en Comalcalco, Tabasco. *Entre Diversidades*, 20, 1-23. <https://doi.org/10.31644/ED.IEI.V20.2023.A04>.

18. Investigación e incidencia desde la movilización social en la sierra nororiental de Puebla

Poner el fuego en una estufa ahorradora de leña es quererlo mucho, es tenerlo en un lugar especial.

DOÑA MARTHA, 50 AÑOS

Investigadora comunitaria sentipensante

Leonardo Durán, Luis E. Fernández, José P. Fernández, María E. Nieto, Leticia Esteban

RESUMEN

La universalización del concepto de energía desde los principios de eficacia y eficiencia, hegemonizado por el modelo energético dominante que aspira a electrificar todos los quehaceres de la vida, pone en riesgo la continuidad de prácticas energéticas sociohistóricas propias de los modos de vida rurales y campesinos de pueblos originarios y equiparables.

En este artículo se da cuenta de un proyecto de vida en desarrollo que busca proponer una forma alternativa de gestionar la energía a partir de los saberes y experiencias locales de las culturas *masewal*, *tutunakú* y *mestiza*, las cuales habitan en la sierra nororiental de Puebla. En éstas últimas, el diálogo de saberes -bajo una perspectiva de género e

intergeneracional- se ha convertido en el elemento que articula la construcción de propuestas y soluciones colectivas desde las comunidades, con base en la organización y participación social. El proyecto responde a una nueva visión del quehacer científico en México propuesta por el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt), que aboga por la investigación con incidencia y justicia socioambiental.

El siguiente es un texto redactado tras recorrer dos terceras partes de un camino que termina en 2024 y que, sin embargo, se espera sea la semilla de un proyecto de vida para las comunidades y familias que participan en él, con la esperanza de ampliarse en el futuro.

EL MOTIVO

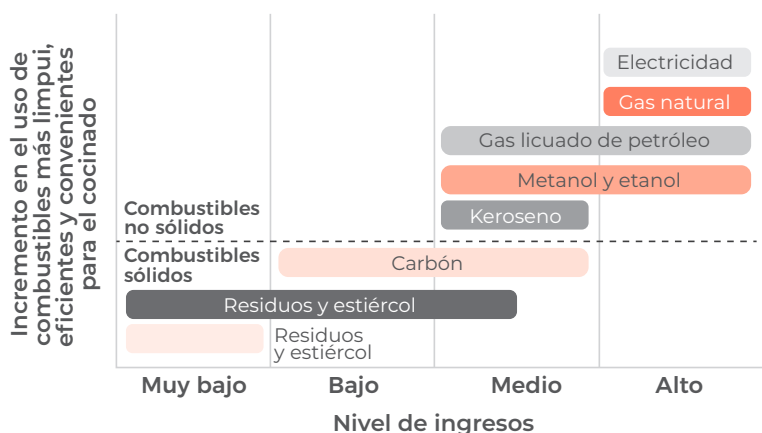
Los procesos de gestión energética en el mundo contemporáneo se han enfocado en fuentes hegemónicas como la electricidad y el gas, hasta convertirlos en íconos aspiracionales del “desarrollo”, para responder a los principios de eficiencia, crecimiento económico y acumulación. Este modelo de gestión energética no considera otros entendimientos de la energía que emerjan de visiones y modos de vida distintos, como los de las comunidades campesinas e indígenas.

Debido a que la reflexión sobre el concepto de la energía desde otros paradigmas es casi inexistente, si no es que nula, se ha asumido que su definición, “la capacidad de un cuerpo para generar trabajo” (Sener, 2016), es universal para todas las culturas. Si bien esta definición ha sido válida y pertinente para la comprensión de la energía, también es cierto que resulta pobre desde una perspectiva científica, pues no se asumen otras visiones y otras formas de entenderla para el desarrollo de la investigación y la innovación.

Entender a la energía desde una cosmovisión tecnoeconómica visualiza, por ejemplo, a la leña como la “energía de los pobres o menos desarrollados” (Langunes et al., 2015), con argumentos como ser poco eficiente y muy contaminante, además de señalarla por impactar de forma negativa los recursos forestales, lo cual no es necesariamente cierto. De esta forma de pensar

se desprende una teoría conocida como “escalera energética” que relaciona de manera directa los ingresos económicos de una familia con el tipo de combustible que consume. A mayor ingreso económico se asume que las familias migrarán hacia combustibles más “limpios”, más “eficientes” y más “convenientes”, lo cual, según los resultados del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Energía para el *yeknemilis*”, podría ser discutido con amplitud (Fernández, Lomelín y Ramírez, 2022).

Figura 1. Esquema de la teoría de escalera energética



Fuente: José P. Fernández con información de Pauino (2018).

El modelo energético dominante, hegemónico y patriarcal es tan depredador, que pone en riesgo prácticas energéticas sociohistóricas y saberes de pueblos y comunidades, como el uso de la leña y del sol. Las prácticas que conforman la relación entre las culturas y su territorio a través de la energía convierten a las familias y comunidades en sujetos ambientales activos, ya que son ellas quienes deciden sobre sus fuentes energéticas, lo que contrasta con la visión del modelo energético dominante donde las personas se convierten en sujetos ambientales pasivos al participar sólo como consumidores (Agrawal, 2005). En los saberes

de pueblos y comunidades, las diferentes fuentes y tipos de energía no son vistos como “recursos”, sino como seres a quienes les tienen un profundo respeto, con los que se comparte un espacio y un tiempo.

Es preciso reconocer que en el modelo dominante se han desarrollado infraestructuras y tecnología que aportan “calidad de vida” a las personas. Por ejemplo, se cuenta con electricidad en la mayor parte del territorio nacional, lo que ha generado beneficios a las sociedades, como mejor iluminación o la practicidad de algunos quehaceres. Sin embargo, cuando no se reflexiona sobre este modelo y se asume como única alternativa, se invita al uso no consciente de las fuentes de energía y se provocan el derroche y el desperdicio. De esta forma, se ha justificado incrementar cada vez más la dependencia de las personas al sistema y a la producción de energía para sostener un consumo creciente y acelerado, principal causa de graves e irremediables impactos en nuestro planeta.

Esta lógica –que se ha enfocado en incrementar el consumo energético– ha generado además grandes injusticias históricas, como la concentración de los servicios y la infraestructura eléctrica en torno a los grandes centros de consumo, un desbalance por el que han quedado en el rezago las zonas rurales donde se ubican las colas de distribución del sistema y donde se sostienen, a su vez, sus impactos.

Las reflexiones anteriores fueron el marco de discusión que motivó en 2020 a la Unión de Cooperativas Tosepan para participar, a través de la Fundación Tosepan, en la convocatoria del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) del Conahcyt, con la intención de llevar esta reflexión sobre la energía a los corazones, mentes y manos de las personas que habitan las comunidades rurales. Nuestro objetivo es construir en colectivo una forma de gestión energética que responda a sus formas de vida y no a la imposición colonial del mundo occidental.

Esta decisión tuvo su origen en dos consideraciones fundamentales. La primera fue la movilización social que han organizado las comunidades del territorio durante más de una década contra la instalación de proyectos extractivos –también llamados “proyectos de muerte”, desde el

sentir de las comunidades- en su territorio, la mayor parte de ellos ligada al sector energético. La segunda fue el cambio en el paradigma sobre el desarrollo humano, científico y tecnológico impulsado por el Conahcyt en el sexenio de 2018 a 2024, con el que se pretende generar proyectos vigentes, congruentes y pertinentes en los distintos contextos de México. Esta visión ha permitido construir conocimiento desde lo local, lo que al mismo tiempo ha implicado reconocer el valor de los saberes locales para la construcción de soluciones colectivas.

De esta forma, pensamos generar una propuesta que se acerca a la teoría de la vida social de la energía de Gustavo Blanco-Wells (2019), quien propone el estudio de la relación entre la energía y la sociedad desde tres aspectos: *a)* la historia territorial; *b)* las políticas, proyectos y desarrollos territoriales en materia energética y; *c)* la experiencia fenomenológica de sus habitantes en el espacio doméstico y laboral.

Ilustración 1. Energía para el *yeknemilis*



Fuente: Jimena N. Ramos.

LA PROPUESTA

La propuesta del Pronai “Energía para el *yeknemilis*” que se formuló desde la organización social se fundamenta en una postura político-ideológica

o el “buen vivir”, ya que hacía mucho sentido entre las personas hablar de una energía que posibilita caminar hacia la buena vida. Fue también medular para el proyecto decidir que se abordaría una visión amplia de la energía, lo que implicó sustituir la discusión que se centra en la electricidad o los combustibles fósiles por un diálogo en torno a las energías de mayor importancia en el territorio, las cuales resultaron ser la leña, el sol y la fuerza humana.

A partir de este proceso de reflexión se decidió que el objetivo del proyecto debería ser proponer un modelo alternativo de gestión energética, construido desde el modo de vida campesino, para el *yeknemilis* (buen vivir), a partir de la integración de las y los jóvenes y de una perspectiva de equidad de género, y basado en el “plan de vida” para el territorio de la sierra nororiental de Puebla (Boege y Fernández, 2022).

Este proyecto se nutrió también gracias a la colaboración cercana y armoniosa de distintas instituciones, como universidades locales y con trayectoria en el territorio, de organizaciones sociales que emanan de procesos populares por la gestión del territorio y el uso de tecnologías sociales, de instituciones de gobierno sensibles y conscientes a los problemas locales y de actores clave del territorio no sólo por su experiencia en temas de energía y tecnología, sino por su profunda conciencia social.

Con base en lo anterior, generamos seis subproyectos orientados a construir en conjunto la propuesta de modelo alternativo:

1. Caracterizar de forma colectiva el modelo alternativo de gestión energética a partir de la reflexión del concepto de energía y tanto su uso como su producción desde lo local.

Para alcanzar esta caracterización colectiva se llevaron a cabo talleres de construcción de la propuesta de proyecto, donde se observó que el concepto de “energía” se comenzó a usar de manera predominante a partir de la llegada de la electricidad a las comunidades, es decir, la palabra guarda una estrecha relación con este servicio y con la creación de dependencias

en las instituciones del estado. Esto nos llevó a la necesidad de reflexionar sobre el concepto mismo de energía a partir de su complejidad en términos de sus tipos y fuentes, así como de lo que representan en términos de consumo y producción a partir de los saberes y quehaceres locales.

2. Generar innovación enfocada en el potencial energético local y la solución de problemáticas actuales.

En el análisis situacional de la formulación del proyecto se vislumbró la oportunidad de diseñar, validar y adoptar innovaciones tecnológicas de cuatro fuentes de energía que se definieron como fundamentales para el buen vivir con una visión de futuro. Tres de estas fuentes están ligadas a los recursos existentes en el territorio y han sido utilizadas por las comunidades a lo largo de su historia –sol, leña y fuerza humana–, en tanto que la última –electricidad– se introdujo apenas en las últimas décadas en el territorio y tiene un uso cada vez más significativo para las generaciones más jóvenes.

3. Diseñar un modelo de fomento de una inteligencia energética comunitaria a partir de la organización y la autogestión.

Los procesos de organización social han permitido establecer en el territorio dinámicas de aprendizaje, diálogo y acción sobre temáticas diversas como la educación, alimentación, producción orgánica y agroecológica, prevención de la salud, entre otras. Sin embargo, al comenzar el diálogo sobre la energía en las comunidades nos percatamos de que esta idea no era dialogada, al menos no bajo el concepto hegemónico de la “energía”.

Esto nos llevó a reflexionar sobre la importancia de generar las capacidades y el interés para dialogar acerca de su energía, su relevancia en la realización de quehaceres y su relación con la vida. A partir de esto se decidió aprovechar los procesos de organización social para conformar

un grupo de investigadoras e investigadores locales sobre energía, así como un programa de formación en energía local dirigido a niñas, niños, jóvenes y personas adultas, que permitiera generar aprendizajes reflexivos sobre la energía desde la cosmovisión local, en diálogo con los conocimientos científicos.

4. Fomentar la creación de grupos, cooperativas y/o empresas sociales de base tecnológica ligadas a la gestión de la energía.

Las principales situaciones que señalaron las comunidades en los talleres de construcción del proyecto fueron la falta de trabajo, la migración y la baja calidad de los servicios en el sector energético. En respuesta, se sugirió la creación de estrategias para generar trabajo a partir de acciones ligadas a la energía, sobre todo entre las personas más jóvenes. Tomando como ejemplo la vocación cooperativa de la Unión de Cooperativas Tosepan, se propuso la creación de empresas sociales ligadas a la gestión de la energía y con enfoque de economía social y solidaria.

5. Diseñar políticas públicas que fomenten, apoyen y fortalezcan los modelos de gestión comunitaria de energía.

Un aspecto fundamental que dio sentido a la formulación del proyecto fue el deseo de generar análisis y reflexiones que permitan incidir en la transformación de una política pública que favorezca y posibilite la participación activa de las comunidades en el sector energético, en específico para incluir al sector social con un marco legal diferenciado.

Este planteamiento tuvo como antecedente el análisis crítico de la reforma energética de 2013 y se desarrolló en el contexto de la discusión de la iniciativa de reforma eléctrica presentada en 2021, lo que llevó a amplios debates en torno al marco jurídico de nuestro país y a la postura que el Estado mexicano mantiene en torno a las comunidades y su relación con la energía.

6. Diseñar un centro de aprendizaje, investigación e innovación de tecnologías sociales energéticas para y desde el *yeknemilis* (buen vivir).

Para dar continuidad a estos aprendizajes se decidió diseñar y equipar un espacio para fomentar la reflexión sobre la energía local, para realizar procesos de investigación e innovación tecnológica social, así como para convertirse en un espacio demostrativo de las distintas tecnologías e innovaciones. En dicho espacio se busca compartir, por ejemplo, que es posible contar con cocinas que no sólo usan leña en buenas condiciones, sino que son limpias y reducen las cargas de trabajo, con técnicas de diseño básico y de bioconstrucción.

¿EN DÓNDE VAMOS?

El proyecto se desarrolla en cuatro años, de 2021 a 2024. El primer año corresponde a la fase semilla y los siguientes tres están destinados a su ejecución. Las actividades del proyecto avanzan en torno a los objetivos mencionados. Hasta el momento de la redacción de este capítulo –enero de 2024–, destacan tres procesos de gran relevancia en términos de investigación e incidencia, de los cuales se da cuenta a continuación.

La energía para y desde el yeknemilis

El proyecto “Energía para el *yeknemilis* (buen vivir)” busca construir conocimiento a partir del paradigma ontológico y epistemológico de los pueblos de este territorio, y enfoca su campo de investigación y acción científica en la energía. El relato *masewal* sobre los *kiwteyomeh* –guardianes de los rayos– es un ejemplo de la manera en que se expresa este paradigma.

... aquella joven se fue al apaj a traer agua, ... Entonces corrió el viento, se nubló, relampagueó y ella desapareció.

Cuando la joven despertó, describió lo siguiente: Estaba en un lugar donde había mucha agua. Había unas rocas enormes y algunas de ellas tenían formas de contenedores, unos grandes y otros pequeños. Entonces escuché que alguien me dijo: “Mujercita, tú te vas a quedar aquí. ... Nosotros vivimos aquí, y aquí vas a trabajar ... En esas rocas que tienen forma de contenedores pequeños vas a encontrar comida ..., prepara la comida. Nosotros vamos a trabajar. A nuestro regreso llegaremos a comer”.

... Antes de que se marcharan, vio que, de las otras rocas en forma de contenedores grandes, tomaban algo y se lo llevaban. ... Cuando terminó, aún no llegaban. Entonces no pudo con su curiosidad y pensó: “Voy a ver qué es lo que guardan ahí”.

... Al mirar el interior, quedó sorprendida, pues cada uno tenía diferentes elementos: uno tenía nubes, otro tenía lluvia, otro tenía viento y otro tenía relámpagos. Entonces, decidió abrir todos los contenedores, dejó escapar a esos elementos de la naturaleza, ... y esos entes, que a sí mismos se hacen llamar kiwteyomeh, vieron que de su casa salía una gran tormenta.

Muchos días pelearon con la tormenta ... Pero un día los señores rayos apresaron a las nubes, al viento, a la lluvia y al relámpago, y los metieron a sus contenedores ... los señores rayos estaban muy enojados y le dijeron: “¿Por qué hiciste eso? Nosotros te dijimos que hicieras la comida, no que miraras lo que guardamos ahí. Ahora no te queremos ver más aquí. Ahora te vamos a regresar.

Y así, igual, corrió el viento, se nubló, relampagueó y ella apareció en su casa. Y así, nosotros, los masewal, sabemos que los señores rayos existen (Diego, 2019).

Este fragmento del relato sobre los *kiwteyomeh* o guardianes de los rayos evidencia una cosmovisión muy diferente acerca de elementos como

el agua, el viento, la tierra y el sol, ya que se considera que forman parte del territorio, mientras que desde la occidentalidad se asumen como “recursos naturales cosificados” y se les otorga un valor comercial para su intercambio económico. Sin embargo, desde la cosmovisión de las culturas originarias *masewal* y *tutunakú*, estos son seres que cohabitan el territorio con todos los seres vivos, que tienen un quehacer, se mueven, se comunican, sienten y poseen una fuerza vital que los transforma en seres vivos, *hijos* de la madre tierra que también está viva.¹ Este tipo de ideaciones se encuentran a menudo en la forma de relacionarse y referirse a los elementos o seres del territorio.

Ilustración 3. El fuego vivo



Fuente: Jimena N. Ramos.

¹ En palabras de las personas autoras de este capítulo, el relato *masewal* citado utiliza el vocablo “hijos” no en el sentido de identidad de género masculino, ya que se conciben como seres o entes que podrían ser asexuados: “en primer lugar porque así es como la gente local se refiere a estos entes o seres y, en segundo, porque en realidad no hay una connotación de género porque, al parecer, en la mayoría de los casos, son seres asexuados y no se refiere a un hombre o una mujer, sino a un *ser*” (*dixit*) N. del E.

En lo que concierne a la energía, a través de talleres de reflexión colectiva sobre la complejidad del concepto –entendida a través de la identificación de más de 90 quehaceres productivos y reproductivos relacionados con su aprovechamiento– se construyeron alrededor de 17 definiciones de energía en los idiomas español, *masewaltajtol* y *tutunakú* (Fernández, Lomelín y Ramírez, 2022). En estas definiciones se encontraron múltiples similitudes y repeticiones de conceptos como el “trabajo”, lo “colectivo”, la “diversidad” y los “quehaceres”, entre otros. Sin embargo, los dos más cercanos –que incluso se identifican como sinónimos de energía– son la “fuerza” y la “vida”.

Ilustración 4. Diálogo sobre la energía



Fuente: Jimena N. Ramos.

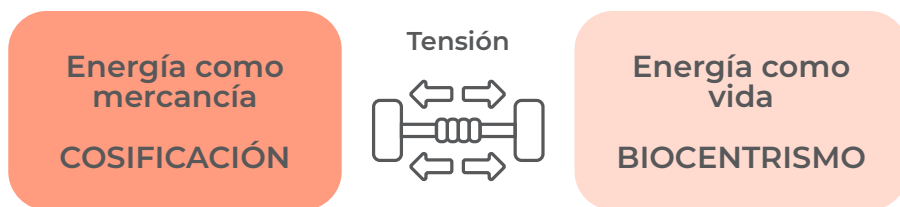
A partir de estas definiciones, continuamos la reflexión en comunidad a través de un ejercicio que se llamó “fogatas de saberes”, donde buscamos a través del diálogo –para lo cual se fomentó el uso del idioma local– rescatar saberes locales que ayudaron a tejer la relación entre la energía, la vida y la fuerza. Esto lo logramos conversando acerca del significado del fuego, el agua, el viento, los rayos, el sol e incluso la fuerza

humana como manifestaciones de la energía, las cuales, como se ha mencionado antes, son concebidas como entes que cohabitan el territorio con las personas y otros seres vivos.

Entender esto nos llevó a reflexionar sobre las diferencias entre el concepto occidental hegemónico de la energía, que toma fuerza a partir de la revolución industrial, donde es despojado de la vitalidad que poseía (Canals y Carrasco, 2013) y se convierte en una idea relacionada sólo con la capacidad de los cuerpos para generar trabajo. Esta visión economicista y antropocéntrica permite considerarla como un recurso medible, evaluable, que tiene calidad y que se puede comercializar; en contraste, desde la conceptualización local, la energía se manifiesta a través de seres que están vivos y que pueden ser aprovechables, pero con base en principios de respeto y reciprocidad, conforme a la cosmovisión biocentrista de los pueblos originarios (Massieu y Talavera, 2022) que habitan la sierra nororiental de Puebla.

Se puede distinguir entonces una tensión entre dos formas de construir conocimiento: una occidental, basada en el método científico que excluye otras formas de pensar, y otra basada en la contingencia, la reflexividad y la contextualidad de los saberes locales.

Figura 2. Tensión entre el concepto de energía hegemónico y el concepto de energía desde la cosmovisión local



Fuente: colectivo de Investigación e Incidencia del proyecto "Energía para el *yeknemilis*".

A partir de esta tensión, se propone un concepto de energía construido desde el diálogo de saberes: *Tayolchikawaloni itech wan ika yeknemilis*,

es decir, “Lo que causa fuerza al corazón para y desde el buen vivir”. Con este concepto en corazón y mente o sentipensar (Escobar, 2014) se han desarrollado las acciones del proyecto para darles un sentido desde las culturas locales.

La investigación energética local

El proyecto “Energía para el yeknemilis” no basta sólo con ponerlo en práctica, sino que también es necesario comprender los términos y temas que se relacionan para la realización del proyecto; estos términos se fueron comprendiendo con asesores que con mucho gusto colaboraron en cada tema.

BARDOMIANO SÁNCHEZ MARTÍNEZ, 29 AÑOS
Investigador comunitario sentipensante

Como parte de la estrategia para construir una inteligencia energética comunitaria basada en la organización social, que fomente el diálogo sobre la energía que tenemos y que queremos, se han hecho esfuerzos para conformar grupos de investigación sobre temas energéticos en el contexto de los procesos de intercambio energético locales y la generación de capacidades sociales para el análisis y la reflexión en torno a la energía.

De este proceso emanan dos grupos principales de investigación. Uno de ellos camina hacia la consolidación de una empresa social de base tecnológica, y sus integrantes se autodenominan “investigadoras/es comunitarias/os sentipensantes”. Este grupo está integrado hasta el momento por cuatro mujeres y cinco hombres de orígenes y culturas distintos, pero unidos por el interés de construir una forma distinta de gestionar los procesos energéticos en su territorio. El segundo grupo se compone de las “familias investigadoras” que se encuentran pilotando las tecnologías sociales de aprovechamiento de la energía –producto de innovaciones que

surgieron a raíz del proyecto- con el objetivo de evaluarlas y validarlas a través de su uso cotidiano, a partir de sus saberes y experiencias, así como de la relación con cuestiones técnicas.

La conformación de estos grupos de investigación energética local busca proponer una forma distinta de construir conocimiento, para dejar atrás el concepto de la investigación convencional donde los académicos y teóricos desarrollan la labor científica y toman como sujetos u objetos de estudio a las personas o culturas. En este caso, el conocimiento se construye a través de procesos dialécticos desde los dos marcos epistemológicos, tanto de los conocimientos tecnocientíficos, como de los saberes locales y tradicionales. De esta forma ha sido posible generar procesos de innovación social y tecnológica pertinentes y congruentes con el contexto local, lo cual se espera que se traduzca en procesos de enseñanza-aprendizaje, así como en la adopción de tecnologías sociales más efectivas y duraderas a lo largo del tiempo.

Las y los investigadoras/es comunitarias/os sentipensantes han sido parte del programa de formación en energía para y desde el *yeknemilis*, diseñado a partir de la experiencia generada en el proyecto con base en las reflexiones locales sobre la energía y en confluencia con conocimientos técnicos y científicos. Este programa ha sido implementado en todos los niveles educativos -desde preescolar hasta universidad- con proyectos que han permitido reflexionar sobre la energía en distintos ámbitos y contextos.

Han sido ellos, las y los investigadoras/es comunitarias/os sentipensantes, quienes han aprendido, adoptado y realizado las pruebas de evaluación de eficiencia, además de participar en el análisis y propuesta de mejoras a las tecnologías sociales. Esto se ha hecho con el objetivo de concluir con su innovación y validación para, después, ser a su vez ellos quienes se encarguen de replicarlas, construirlas, instalarlas e implementarlas en las casas de las familias investigadoras y, por último, ser quienes faciliten los procesos de seguimiento y monitoreo en conjunto con las familias para la evaluación de las tecnologías.

Ilustración 5. Formas de participación en el proyecto



Fuente: Jimena N. Ramos.

Este proceso de aprendizaje, junto con sus saberes y experiencias locales, les ha permitido generar capacidades de investigación e incidencia que los acercan a los procesos de implementación tecnológica, por ejemplo, con una mirada compleja de la realidad, que también considera cuestiones técnicas, pero siempre basados en los principios y valores que dan fundamento al *yeknemilis* (buen vivir).

Por otro lado, el concepto de familia investigadora busca promover un nuevo acercamiento a las familias para que no sólo reciban tecnologías como beneficiarias o como parte de un programa de apoyo, sino para que se genere un acompañamiento que fomente procesos de adopción tecnológica más efectivos, al permitir a las familias entender el funcionamiento de sus tecnologías -diseñadas en proceso participativos-, lo que facilita el mantenimiento de las mismas.

Las tecnologías energéticas para y desde el yeknemilis

El concepto de las ecotecnologías ha evolucionado a través de varias décadas. Ha pasado por discusiones sobre tecnologías apropiadas e innovación

social, hasta llegar al concepto de tecnologías sociales, donde la innovación y el desarrollo se producen en procesos de participación y codiseño que contemplan los saberes y experiencias de los usuarios finales de los dispositivos tecnológicos (Thomas, 2012).

En este sentido, el proyecto “Energía para el *yeknemilis*” impulsa procesos de codiseño, covalidación y copilotaje de las tecnologías de aprovechamiento de la energía. De esta forma, se ha innovado en el desarrollo de dos estufas ahorradoras que tienen como base el diseño de la estufa Patsari: *Yankuik Tikomit* (nuevo brasero) y Patsari de Adoblock, las cuales integran un calentador de agua o un secador multifuncional para aprovechar el calor residual de la chimenea de la estufa.

Además, se ha trabajado en el diseño, construcción y prueba de tres secadores solares de distintas dimensiones y características como la multifuncionalidad para tareas productivas, como el secado de café y pimienta, así como reproductivas, como el secado de leña, ropa y maíz. Por otro lado, se han diseñado dispositivos innovadores de tracción humana para disminuir las cargas y tiempos de trabajo en el molido de nixtamal y el despulpado de café.

Otro de los procesos de innovación tecnológica ha sido el aprovechamiento de biomasa residual de procesos productivos como el aserrín de bambú y la pajilla de café. Estos residuos se han compactado para fabricar briquetas que asemejan a un leño, con miras a hacer más eficientes los procesos de combustión, sobre todo para el cocinado y calentamiento de agua.

Todas las tecnologías mencionadas se han codiseñado, coevaluado y copilotado con las y los investigadoras/es comunitarias/os sentipensantes, así como con las personas participantes de las cooperativas locales. En todos los casos se han seguido los principios de bajo costo, fácil mantenimiento, autoconstrucción, ergonomía y diálogo de saberes, entre otros.

Hasta el momento se cuenta con 44 tecnologías en proceso de pilotaje en 22 hogares de familias investigadoras que se encuentran evaluando y monitoreando el funcionamiento de las mismas, en condiciones de uso diario y en

contextos rurales y campesinos. La mayoría de las tecnologías son estufas ahorradoras, ya que satisfacen el uso de la energía más sentido y apremiante para las familias de la sierra nororiental de Puebla. A partir del proceso de implementación tecnológica propuesto por este proyecto se ha observado que se han generado transformaciones de los espacios, sobre todo de las cocinas de los hogares. Los cambios incluyen desde la pintura de las paredes, hasta la construcción de nuevas cocinas. Esto último ha incidido de forma directa en el bienestar de las familias, a partir de sus propias decisiones.

Ilustración 6. Innovación participativa en el diseño de “mi cocina ideal”



Fuente: Jimena N. Ramos.

EL MODELO ALTERNATIVO DE GESTIÓN ENERGÉTICA PARA Y DESDE EL YEKNEMILIS

A través de todos estos procesos y estrategias se ha generado una propuesta de descripción sobre el modelo alternativo de gestión energética, construido desde las formas de vida comunitarias y campesinas, para fomentar el tránsito hacia el *yeknemilis*, que se resume en el siguiente texto:

“Yolchikawkayeknemilis” o “la energía desde el buen vivir” es la fuerza viva que se encuentra y manifiesta en el corazón de los diferentes seres que

habitan en el territorio, expresados a través del fuego, el agua, el viento, los rayos, las personas, la madre tierra, el sol, los árboles, entre otros; la gestión de esta energía, transforma, intercambia y aprovecha la diversidad de fuentes locales y disponibles, a través de la autogestión de infraestructuras, tecnologías y procesos socioecológicos que, de preferencia, han sido innovados colectivamente a partir del diálogo de saberes, asegurando que éstas sean seguras, eficientes, apropiadas, ecológicas y asequibles, bajo procesos de justicia socioambiental como la equidad de género, la disminución de brechas económicas y la generación de capacidades locales para la transformación social, que contribuyan a transitar hacia el *yeknemilis* (buen vivir) de las personas, las familias y las comunidades de la sierra nororiental de Puebla, a través de la realización de los quehaceres bioculturales, que son la base de los procesos de reproducción de la vida.

Colectivo de Investigación e Incidencia del proyecto

Energía para el yeknemilis, 2023.

Figura 3. Esquema de propuesta del modelo alternativo de gestión energética (componentes, atributos y valores)

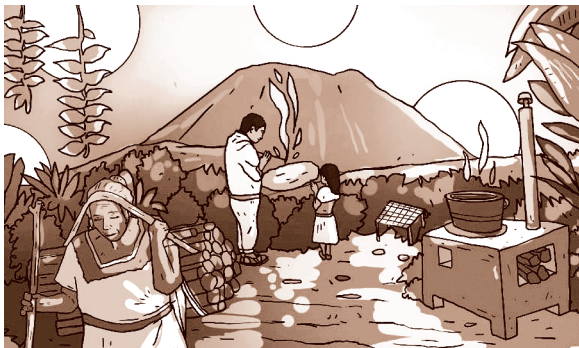


Fuente: elaboración propia.

LAS REFLEXIONES COLECTIVAS

Las experiencias obtenidas hasta el momento confirman que la organización y participación social son capaces de generar estrategias de transformación (producción y generación), intercambio (distribución y comercialización) y aprovechamiento (consumo y usos finales) de su propia energía, que emerge del diálogo entre los saberes tecnocientíficos y los populares o tradicionales, para la realización de los quehaceres energéticos sociohistóricos, para transitar hacia las demandas de una buena vida o *yeknemilis* en el siglo XXI.

Ilustración 7. Quehaceres y fuentes de energía



Fuente: Jimena N. Ramos.

En este sentido, la construcción del conocimiento desde los distintos marcos epistemológicos, desde las cosmovisiones *masewal* y *tutunakú*, así como desde las disciplinas tecnocientíficas enriquece los conceptos de energía y bienestar energético. Con estos últimos, insertos en una metodología de evaluación, se pueden monitorear la funcionalidad y operabilidad del modelo alternativo de gestión energética.

El diálogo entre saberes ha permitido generar procesos de innovación de tecnologías sociales que se construyen desde la identificación de las

necesidades energéticas y los deseos de uso de las familias usuarias. Este proceso debe contar con el acompañamiento de personas capacitadas para permitir a las familias realizar una transición tecnológica y facilitar el proceso de adopción hacia usos permanentes de tecnologías más seguras, ecológicas y eficientes, sin modificar sus quehaceres. Al mismo tiempo, es crucial reconocer el valor de los saberes comunitarios en distintos espacios, con infancias y juventudes, así como la importancia de la generación de aprendizajes significativos por medio de proyectos ligados a las necesidades energéticas de las comunidades.

La participación de las y los investigadoras/es comunitarias/os sentipensantes, así como de las y los jóvenes de servicio social de universidades locales, ha generado capacidades para responder no sólo con creatividad, sino de forma contextual y pertinente a las continuas amenazas que el modelo alternativo de gestión energética enfrenta y enfrentará ante el modelo energético dominante. En este sentido, el potencial de innovación y replicación de las tecnologías sociales se considera de alto valor y capacidad para responder antes las necesidades energéticas de la región.

Esta experiencia constituye el inicio de un trabajo que se espera continúe durante las próximas décadas, impulsado por jóvenes, mujeres y hombres del territorio de la sierra nororiental de Puebla. Se vislumbra un proceso de largo aliento que necesitará de muchos esfuerzos colectivos.

Al redactarse este texto, nos queda aún el año de cierre del proyecto para llegar a las conclusiones y las reflexiones finales de esta aventura. Sin embargo, es importante señalar que desde que se inició la formulación del proyecto, hasta la actualidad, se mantiene vigente la convicción de su pertinencia e importancia. Desde las comunidades, las organizaciones sociales y las instituciones que impulsan este proyecto de investigación e incidencia se reitera, con frecuencia, la relevancia de haberlo emprendido y de mantenerlo activo, para responder a los retos y necesidades energéticas locales, ya que con ello se responde a su vez al contexto

global. En el colectivo amplio de investigación e incidencia de este proyecto se fortalece la convicción de que es posible generar investigación, innovación y tecnología desde la movilización social, con rigor científico y crítico, para transformar nuestras realidades.

REFERENCIAS

- Agrawal, A. (2005). Environmentality. Community, Intimate Government, and the Making of Environmental Subjects in Kumaon, India. *Current Anthropology*, 46(2), 161-181.
- Blanco-Wells, G. (2019). La vida social de la energía: apuntes para el estudio territorializado de las transiciones energéticas. *Sociologías*, 21(51), 160-185.
- Boege, E. y Fernández, L. E. (2022). Plan de vida de los pueblos Masewal, Tutunakú y Mestizo de la sierra nororiental de Puebla. *Códice Masewal*. Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske/Alteptajpianij/Red de Patrimonio Biocultural de México/Benemérita Universidad Autónoma de Puebla/Fundación Rosa Luxemburgo.
- Canals, E. P. y Carrasco, N. (2013). Un estudio etimológico de las raíces de la energía. *UIS Humanidades*, 41(2), 13-33.
- Diego, P. (2019). Los rayos-kiouteyomej. Relatos de tradición oral de las familias náhuatl, de la Sierra Norte de Puebla, México. *Das Questoes*, 10(1), 109-113.
- Durán, L., Fernández, L. E., Fernández, P. y Vázquez, L. (2023). *Reporte sobre la propuesta metodológica para la evaluación y monitoreo del modelo de gestión de la energía desde el buen vivir*. Conahcyt.
- Energypedia. (2024). *Energypedia*. 'Energy Ladder' to 'Fuel Stacking'. https://energypedia.info/wiki/From_the_'Energy_Ladder'_to_'Fuel_Stacking'
- Escobar, A. (2014). *Sentipensar con la tierra. Nuevas lecturas sobre desarrollo, territorio y diferencia*. Ediciones UNAULA.
- Fernández, J. P., Lomelín, L. E. y Ramírez, B. (2022). *Caracterización del consumo y producción de energía local*. Pronaii Energía para el yeknemilis (buen vivir) de la sierra nororiental de Puebla.

- Fernández, L. E. (2015). Gestión pluricultural del agua en un territorio indígena: El caso de Cuetzalan, Puebla, México. En N. Barrera-Bassols y N. Floriani (eds.), *Saberes, paisajes y territorios rurales de América Latina* (p. 56). UFPR.
- Langunes, E., González, M. E. y Ortega, A. (2015). Transición de leña a gas licuado a presión (GLP) en el sur de México, oportunidad para la mitigación del cambio climático en la región menos desarrollada del país. *Acta universitaria*, 25(6), 30-42. <https://doi.org/10.15174/au.2015.853>.
- Massieu, Y. y Talavera, I. (2022). Biocentrismo: conflicto epistemológico y social en la relación sociedad-naturaleza. *Veredas. Revista del pensamiento sociológico*, (42), 14-45.
- Pauino, M. (2018). *Kicking Away the Energy Ladder. How environmentalism destroys hope for the poorest*. The Global Warming Policy Foundation.
- Secretaría de Energía (Sener) (2016). *Día mundial de la energía*. <https://www.gob.mx/sener/articulos/que-es-la-energia-14defebrerodiamundialdelaenergia#:~:text=Es%20la%20capacidad%20que%20tiene,magn%C3%A9tica%2C%20nuclear%2C%20entre%20otras>.
- Thomas, H. (2012). Tecnologías para la inclusión social en América Latina: de las tecnologías apropiadas a los sistemas tecnológicos sociales. Problemas conceptuales y soluciones estratégicas. En G. Santos y M. Fressoli (eds.), *Tecnología, desarrollo y democracia. Nueve estudios sobre dinámicas sociotécnicas de exclusión/inclusión social* (pp. 25-78). Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación.

19. Transición energética en comunidades mayas: rutas de incidencia y aprendizaje en Yucatán

Amina El Mekaoui, Ali Bassam, Armando Jesús
Cetina Quiñones, Rasikh Tariq, José Israel Herrera

HACIA UNA VISIÓN INTEGRAL DE LA INCIDENCIA ENERGÉTICA EN COMUNIDADES MAYAS

El Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Comunidades mayas sustentables: hacia el diseño de nuevos modelos energéticos rurales transregionales e integrales para el desarrollo sostenible en el estado de Yucatán”, se centra en la transformación energética y el desarrollo sostenible, en especial en las comunidades mayas de San José Tipceh, Ixil, Yaxunah y Sotuta, mediante un modelo innovador y colaborativo diseñado para abordar la desigualdad social, mitigar los impactos ambientales y promover el desarrollo económico en los entornos rurales. El enfoque transversal del proyecto integra tecnologías de energía renovable a través de planes educativos comunitarios con miras a convertirse en un catalizador para la transformación social y ambiental en el camino hacia un futuro más consciente, equitativo y sostenible.

Los objetivos de este Pronaii son la incidencia y la investigación. En materia de incidencia, se busca analizar las condiciones sociales internas de desarrollo sostenible en las comunidades mayas para adaptar e integrar

tecnologías de energías renovables a fin de aminorar las desigualdades sociales e impactos ambientales. De igual manera, se pretende impulsar la economía a través de tres ejes: la estrecha colaboración transeccional, la transferencia de ecotecnologías que aprovechen fuentes renovables de energía y la educación comunitaria. Por otra parte, el objetivo en materia de investigación consiste en desarrollar –a través de enfoques interdisciplinarios– un modelo con aproximaciones teóricas y prácticas que permita agilizar el proceso de integración duradera de las energías renovables en comunidades indígenas para su desarrollo sostenible, y que, a su vez, tenga la capacidad de ser aplicado a otras regiones de México.

Nuestro Pronaii busca dar una respuesta integral a los desafíos medioambientales y a las inequidades energéticas de las comunidades rurales participantes. El proyecto se distingue por ir más allá de la implementación de tecnologías renovables y su filosofía fundamental radica en el entendimiento de aprender del error y dar sentido al fracaso. Para ello, este Pronaii busca romper con las intervenciones verticales y el paradigma del asistencialismo, al promover un enfoque de trabajo de abajo hacia arriba (Maulida y Achmad, 2021). La estrategia integral adoptada involucra la interconexión de la energía con la educación, la participación comunitaria y la preservación cultural. La trascendencia de este Pronaii se manifiesta en su capacidad para instalar sistemas de energía renovable y en su habilidad para tejer una red que empodera a las comunidades rurales (Alfaro, 2018).

Nuestro equipo es conocido por su enfoque multidisciplinario y transdisciplinario, en el que participan académicas y académicos de diversas instituciones. Entre los colaboradores se encuentran miembros de la Universidad Autónoma de Yucatán provenientes tanto de la Unidad de Ciencias Sociales del Centro de Investigaciones Regionales Dr. Hideyo Noguchi, como de la Facultad de Ingeniería, instituciones corresponsables de la ejecución técnica del proyecto. Además, colaboran expertos de la Universidad Nacional Autónoma de México, del Instituto Tecnológico Superior de Abasolo, Guanajuato, de la Univer-

sidad Autónoma de Campeche –a través de la Facultad de Ingeniería y el Centro de Estudios Jurídicos–, del Instituto de Gestión de Riesgo de la Universidad de Chiapas, del Instituto Tecnológico de Mérida y del Tecnológico de Monterrey. El equipo incluye estudiantes de las universidades participantes. Especialistas internacionales también contribuyen al aportar sus perspectivas a este proyecto.

La colaboración efectiva del equipo se extiende más allá de la academia. Participan de manera activa especialistas de las comunidades locales, en particular en el área de agronomía. Además, asociaciones y organizaciones gubernamentales estatales refuerzan el proyecto con su experiencia y conocimientos.

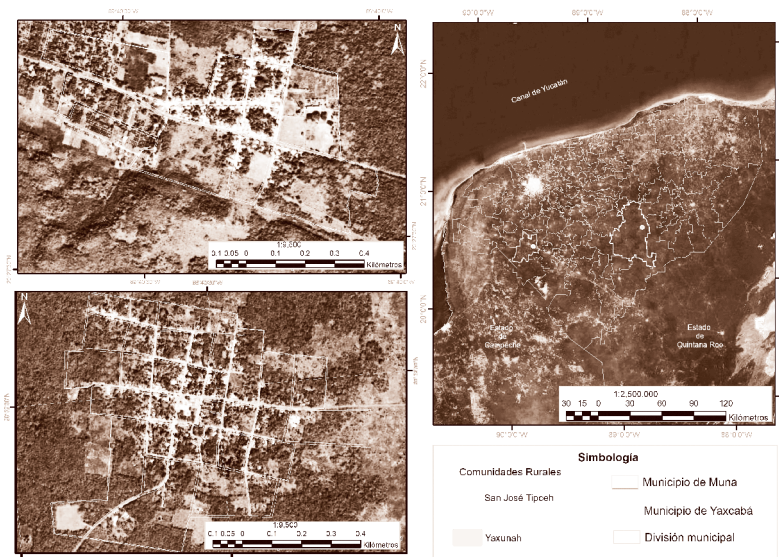
De esta forma, este Pronaii combina conocimientos de investigación técnica y social para abordar los desafíos socioambientales y energéticos en las comunidades rurales. Esta integración única garantiza soluciones sólidas en términos tecnológicos, que son relevantes para la sociedad y respetuosas con las culturas locales. La diversidad del proyecto se refleja en su metodología e incide en un diagnóstico socioambiental con trabajo de gabinete, talleres comunitarios, implementación participativa e incidencia tecnológica en energías renovables. La comunicación continua con las comunidades locales –liderada por promotores locales– ha sido crucial para el éxito del proyecto, al integrar la experiencia académica con el conocimiento adquirido e impulsado por la comunidad.

MIRADAS ETNOGRÁFICAS A LAS COMUNIDADES DE INCIDENCIA

El Pronaii “Comunidades mayas sustentables: hacia el diseño de nuevos modelos energéticos rurales transregionales e integrales para el desarrollo sostenible en el estado de Yucatán” dirige su enfoque hacia la incidencia positiva en tres comunidades de estudio –Yaxunah, San José Tipceh e Ixil– y una comunidad réplica –Sotuta–, las cuatro en el estado

de Yucatán. Estas comunidades, aunque ricas en tradiciones y cultura, enfrentan desafíos significativos en el ámbito energético y ambiental. La figura 1 ilustra la ubicación geográfica de las cuatro comunidades de incidencia (Inegi, 2017).

Figura 1. Ubicación de las cuatro comunidades de incidencia en el estado de Yucatán



Fuente: elaboración propia con base en Inegi (2020a).

Las comunidades rurales, sobre todo aquellas situadas en regiones marginadas, suelen verse confrontadas con limitaciones sustanciales en el acceso a fuentes de energía confiables y sostenibles. Este déficit impacta su calidad de vida diaria y aumenta su vulnerabilidad ante los cambios ambientales y climáticos. La dependencia de fuentes de energía no renovable agrava la huella ecológica y propicia un ciclo dañino tanto para el entorno como para sus habitantes.

La introducción de sistemas de energía renovable en estas comunidades no sólo representa una transición hacia prácticas más sostenibles

desde el punto de vista ambiental, sino que también propicia mejoras en otros aspectos fundamentales de la vida comunitaria. Este paradigma de desarrollo sostenible es el pilar sobre el cual se erige nuestro proyecto.

A continuación, se resumen las características de las cuatro comunidades seleccionadas, y se destacan los desafíos y oportunidades para el proyecto en cada una de ellas.

Comunidad de San José Tipceh

San José Tipceh es una comisaría municipal ubicada a 5.1 km de Muna, cuya cabecera municipal tiene profundas raíces en la era henequenera.¹ Gobiernan la comunidad un comisario municipal y uno ejidal. Según cifras de 2020, cuenta con 102 ejidatarios y 1517 hectáreas (Inegi, 2020b). El nombre de la comunidad “San José Tipceh” tiene un significado dual: “San José” en honor al patrón de la hacienda local y “Tipceh” que en maya significa “lugar donde sale o se asoma el venado” (El Mekaoui y Baños Ramírez, 2021). Su historia está vinculada al auge y declive de la producción de henequén, motivo por el cual a lo largo de los años la comunidad ha enfrentado luchas por la tierra, evidenciadas desde el programa de acción para Yucatán en 1937.

De acuerdo con el Inegi (2020c), la población total de San José Tipceh fue de 606 habitantes en 2020 y su tasa de crecimiento media anual municipal fue de 0.6%, lo que representa un crecimiento poblacional de 3.6 habitantes por año. El 58% de la población de esta localidad mantiene niveles académicos de educación básica, carencia de servicios médicos, estabilidad en la estructura conyugal con tendencia al casamiento entre hombres y mujeres. Una minoría de la población se considera indígena. También, de acuerdo con el Inegi (2020c), las viviendas presentan un 0%

¹ La era henequenera comenzó a finales del siglo xix y terminó a principios del siglo xx; se caracterizó por el aumento en la producción y exportación de henequén de Yucatán, una fibra utilizada para cuerdas y otros productos, de gran valor para la economía y la sociedad yucateca; el declive de dicha era comenzó en la década de 1940 (Andrews et al., 2012).

con piso de tierra, y los servicios de agua potable, energía eléctrica y residuos de agua usada están garantizados. Los hombres son quienes más desempeñan actividades con remuneración económica; se emplean en servicios, albañilería y actividades agrícolas (Inegi, 2020c).

Fotografía 1



Comunidad de San José Tipceh en Yucatán. **Fotos:** Gobierno del Estado de Yucatán (2024a).

Comunidad de Yaxunah

Yaxunah, ubicada a 25 km de Chichén Itzá en Yucatán, es una comunidad ancestral con 850 habitantes, en su mayoría hablantes de lengua maya (85.25%). Fundada entre 1770 y 1780 como “Blanca Flor,” cambió su nombre a Yaxunah después de la guerra de Castas.² Su iglesia tiene

² En las selvas del centro de Quintana Roo sobrevivió una estructura de tipo militar-religioso -administrativo que permanece hasta nuestros días, derivada de la guerra de Castas y la

200 años de antigüedad y aún ofrece servicios religiosos. Al no disponer de servicios básicos, la comunidad dependía del cenote Lol-Ha para el uso de agua. Sin embargo, con el paso del tiempo se habilitó la carretera, lo cual permitió el acceso a servicios como la electricidad y el agua potable. La milpa, construcción de casas y la meliponicultura han sido actividades centrales en la comunidad. En la década de 1970 las mujeres comenzaron a bordar para generar ingresos.

De acuerdo con el Inegi (2020c), la población total de Yaxunah fue de 755 habitantes en 2020, y su tasa de crecimiento media anual municipal fue de 0.6%, lo que representa un incremento poblacional de 4.5 habitantes por año. El 43% de la población mantiene niveles académicos de educación básica, los servicios médicos están definidos por el sistema de bienestar, se observa estabilidad en la estructura conyugal con una tendencia al casamiento entre hombres y mujeres.

La mayoría de las personas que habitan esta localidad se considera indígena. También de acuerdo con el Inegi (2020c), las viviendas presentan

que Ruz (2006) señala que se encuentra actualmente constituida por unas 10 mil personas (Herrera et al., 2013, p. 9).

'Punto de particular interés es la existencia [...] de autoridades tradicionales surgidas de la organización propia de la guerra de Castas, con su sistema de guardias, cuando en cada una de las comunidades se establecieron 'compañías' formadas por los hombres casados, que mantuvieron una estructura militar, desde cabos hasta comandantes. Por otra parte, cada comunidad nombró a sus propias autoridades locales. Esta forma de organización étnica tiene como eje el culto a la cruz. Cada familia mantiene una cruz del grupo familiar y cada comunidad tiene asimismo su propia cruz comunitaria. Las más importantes, empero, son las cruces de las llamadas 'compañías militares' que tienen varios santuarios o centros ceremoniales en la región. Los jefes de tales compañías constituyen un influyente liderazgo en la zona y, junto con las autoridades ejidales, mantienen el control político y religioso de los asentamientos' (Ruz, 2006, p. 57).

La guerra de Castas fue el origen de la vida maya actual, entablada para la recuperación de territorios y de derechos y que no se extinguió hasta principios del siglo xx. Este movimiento social ocasionó que el pueblo maya combatiente, sobre todo de la zona de Quintana Roo y del oriente de Yucatán, mantuviera esa misma estructura. Este movimiento social reconfiguró el entorno actual de la etnia maya peninsular. Debido a la ausencia de instituciones del Estado mexicano para la administración de justicia, la necesidad de encontrar en sus propias instituciones un punto central de identificación para subsistir como pueblo y agruparse en torno a los elementos que los identificaban ocasionó que la estructura político-religiosa-militar se consolidara y llegara a existir y funcionar a plenitud en la actualidad, sobre todo en el estado de Quintana Roo" (Herrera, 2015, p. 71).

un 6.1% con piso de tierra y los servicios de agua potable, energía eléctrica y residuos de agua usada están garantizados. Mientras las mujeres son quienes suelen encargarse de las labores del hogar, los hombres desempeñan actividades en sus parcelas (Inegi, 2020c).

Fotografía 2



Comunidad de Yaxunah en Yucatán. **Fotos:** Gobierno del Estado de Yucatán (2024b) y Pronaii 319191 (2024).

Comunidad de Ixil

Ixil se encuentra a 45 km al noroeste de Mérida, Yucatán, y tiene una población de 4 186 habitantes, distribuidos de manera equitativa entre hombres y mujeres. Del total de la población que tiene como lengua materna el maya, sólo el 9.5% la utiliza para comunicarse entre los distintos sectores de la comunidad. La etimología de “Ixil” en maya significa “el lugar donde se cresa o eriza” (Heráldica Mesoamericana, 2015). La localidad tiene una fundación anterior a la Conquista española y estuvo bajo el régimen de encomiendas durante la Colonia. Sus actividades principales

incluyen la horticultura, ganadería, agricultura, apicultura, artesanías y actividades domésticas.

Destaca el templo católico de San Bernabé Apóstol, construido en el siglo XVII, y la transición de la producción de henequén a la horticultura, en especial al cultivo de cebollas, que ha posicionado a Ixil como una comunidad reconocida de horticultores (Gobierno del Estado de Yucatán, 2024c). La fotografía 3 presenta diversas imágenes del panorama general de Ixil.

Fotografía 3



Comunidad de Ixil en Yucatán. **Fotos:** Gobierno del Estado de Yucatán (2024c).

De acuerdo con el Inegi (2020c), la población total en la localidad de Ixil fue de 4115 habitantes en 2020, y su tasa de crecimiento media anual municipal fue de 0.9%, lo que representa un crecimiento poblacional de 4.1 habitantes por año. El 36% de la población mantiene niveles

académicos de educación básica, el 30% tiene acceso a servicios médicos definidos por el sistema de bienestar, se observa estabilidad en la estructura conyugal con una tendencia al casamiento entre hombres y mujeres.

Al igual que en Yaxunah, la mayoría de las y los habitantes de esta localidad se considera indígena. También de acuerdo con el Inegi (2020c), las viviendas presentan un 0.3% con piso de tierra, y los servicios de agua potable, energía eléctrica y residuos de agua usada están garantizados. Mientras las mujeres son quienes suelen encargarse de las labores del hogar, los hombres desempeñan actividades en sus parcelas y en el sector servicios (Inegi, 2020c).

Comunidad de Sotuta

Sotuta se sitúa a 75 km de la capital estatal, y se encuentra a una altitud de 18 metros sobre el nivel del mar. Según datos estadísticos (Inegi, 2020c), la población en Sotuta era de 8967 habitantes (51.1% hombres y 48.9% mujeres). En lengua maya, Sotuta se traduce como “agua que da vueltas” (Heráldica Mesoamericana, 2015). Durante la época prehispánica, Sotuta estuvo bajo el liderazgo de un gobernante llamado Nachi Cocom, el cual se resistió con firmeza a la conquista de Yucatán. No obstante, después de la conquista, la ciudad pasó al régimen de las encomiendas; su desarrollo se acentuó a partir de 1821, cuando Yucatán logró independizarse de España (Gobierno del Estado de Yucatán, 2024d). En la fotografía 4 se observan diferentes imágenes de Sotuta en Yucatán.

De acuerdo con el Inegi (2020), la población total de Sotuta fue de 5758 habitantes en 2020, y su tasa de crecimiento media anual municipal fue de 0.3%, lo que representa un alza poblacional de 5.7 habitantes por año. La situación social define que la población mantiene niveles académicos de educación básica, los servicios médicos están definidos por el sistema de bienestar y existe estabilidad en la estructura conyugal, con una tendencia al casamiento entre hombres y mujeres.

Al igual que en Yaxunah e Ixil, la mayoría de las y los habitantes de esta localidad se considera indígena. También, de acuerdo con el Inegi (2020), las viviendas presentan un 1.8% con piso de tierra, y los servicios de agua potable, energía eléctrica y residuos de agua usada están garantizados. Mientras las mujeres son quienes suelen encargarse de las labores del hogar, los hombres desempeñan actividades en sus parcelas y en el sector servicios (Inegi, 2020).

Fotografía 4



Comunidad de Sotuta en Yucatán. **Fotos:** Gobierno del Estado de Yucatán (2024e) y Jonathan Ibarra.

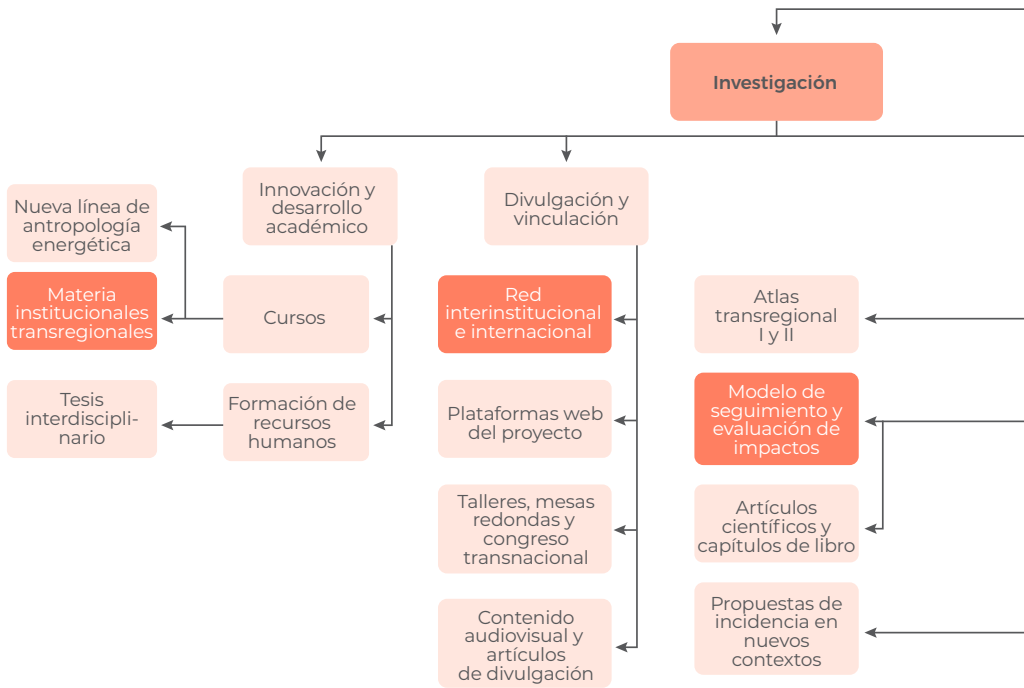
METODOLOGÍAS Y RUTAS DE INCIDENCIA

La ruta de incidencia e investigación del Pronaii se describe en la figura 2. El proyecto implementó una metodología integral que abarcó investigación e incidencia con el objetivo de fortalecer esta área transdisciplinaria. Además, con ello se reconoció la importancia de las dimensiones sociales y culturales de las comunidades rurales marginadas en proyectos de transición energética (de Castro García-Morato, 2023). La colaboración entre equipos de ingeniería y ciencias sociales desde el diagnóstico

y seguimiento, hasta la evaluación, busca la madurez de teorías transdisciplinarias y la formación de recursos humanos.

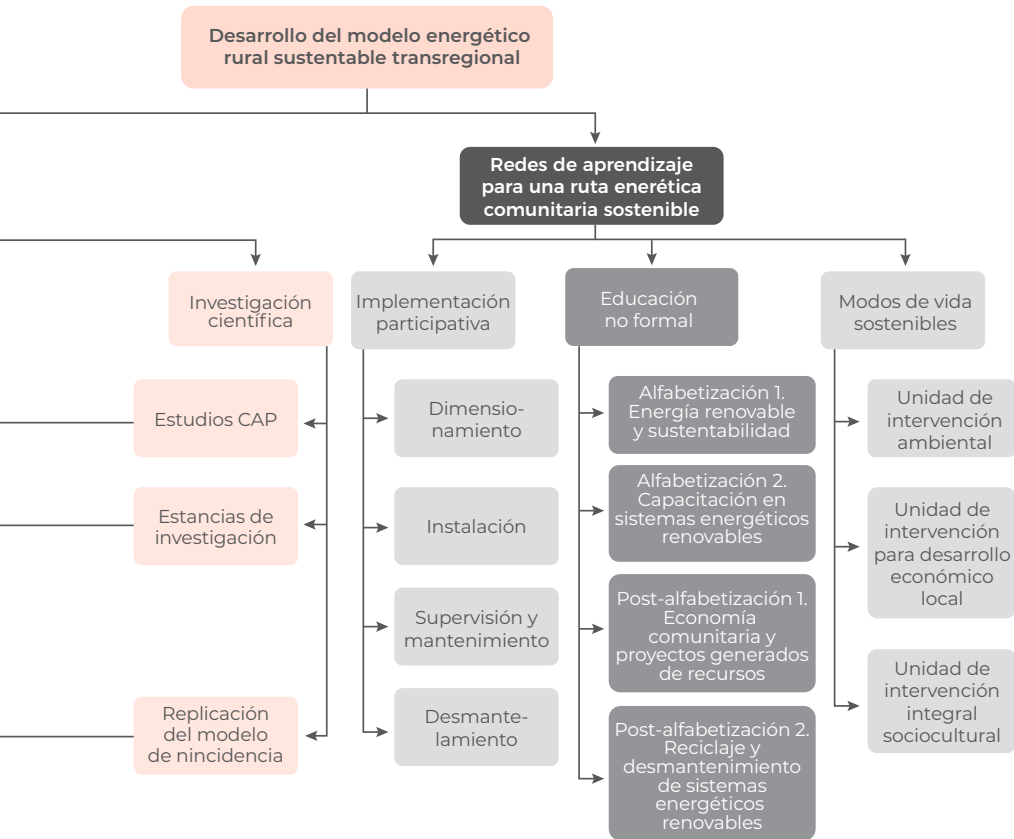
La metodología de investigación fue integral y multidimensional, ya que abordó la complejidad del fenómeno, desde el diagnóstico hasta la implementación, seguimiento y manejo de crisis. Para obtener información detallada sobre las comunidades se emplearon dinámicas

Figura 2. Diagrama de la metodología de investigación e incidencia de Sotuta en Yucatán



Fuente: elaboración propia.

participativas, entrevistas, grupos focales, mapas y matrices. Se utilizaron encuestas para obtener un diagnóstico, y se recopilaban historias orales durante la implementación. En la fase de seguimiento, se aplicaron matrices de análisis de riesgo y evaluación continua. La metodología buscó realizar un estudio de impacto para medir cambios con un enfoque de investigación continua.



Con base en la investigación, la metodología de incidencia se enfocó en la educación comunitaria como eje transversal, la implementación participativa para la apropiación de las tecnologías y el fortalecimiento de estilos de vida sostenibles como dinámicas participativas para la promoción de la paz local (Mendoza et al., 2018). La educación comunitaria, a través de dinámicas de aprendizaje (fotografía 5), incorporó un concepto de escuelas comunitarias y campesinas donde el proyecto consideró que la transición energética exigía una transición educativa en temas como energía, cambio climático, economía circular y prácticas sustentables (Barigay y Heravdakar, 2021).

Fotografía 5



Escuelas comunitarias campesinas. **Fotos:** Jonathan Ibarra.

Al mismo tiempo, la participación comunitaria convierte a la comunidad en un actor responsable de la gestión y el mantenimiento de los sistemas (Skidmore et al., 2006) (fotografía 6).

Fotografía 6



Participación de los habitantes de la comunidad. **Fotos:** Jonathan Ibarra.

Por último, los estilos de vida sostenibles abordan aspectos comunales mediante talleres de sensibilización (Gonzalez Jiménez, 2019). La visión integral, la colaboración y la multidisciplinariedad son fundamentales en esta ruta de incidencia. Al mantener una comunicación constante con las comunidades mediante promotores locales se busca no sólo instalar sistemas energéticos, sino también fortalecer la autonomía e incidir en temas específicos como la soberanía alimentaria y la economía circular.

CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN COMUNIDADES MAYAS: MODELOS IMPLEMENTADOS

Caso comunidad San José Tipceh

En San José Tipceh la implementación de 10 invernaderos, un secador de plantas y un destilador de hierbas representa un paso crucial hacia el desarrollo sostenible y la soberanía alimentaria. Estos sistemas abordan las necesidades locales y toman en cuenta las condiciones de

género de las mujeres, quienes a menudo están sobrecargadas con tareas domésticas y enfrentan dinámicas de dominación masculina.

Los invernaderos de traspatio han permitido a las mujeres trabajar sin alejarse de sus hogares, mediante la integración de sus actividades productivas con sus responsabilidades domésticas. Esta iniciativa fomenta tanto la diversificación económica como la preservación de la biodiversidad. Además, se promueve el conocimiento local de las hierbas medicinales y la medicina maya, lo que contribuye a la equidad de género y al fortalecimiento de la autonomía de la comunidad en la gestión de sus recursos naturales.

Caso comunidad Yaxunah

En Yaxunah, la implementación de 10 invernaderos, un secador de plantas y un destilador marca un avance significativo hacia la autosuficiencia y sostenibilidad de las mujeres participantes en el proyecto con las mismas condiciones de la comunidad anterior. Los sistemas implementados responden no sólo a las necesidades locales, sino a desafíos cruciales como el acceso sostenible al agua. La rehabilitación estratégica de siete pozos artesanales inactivos por más de 23 años resuelve el problema del agua y fortalece la resiliencia comunitaria.

Más aún, frente a la desconexión eléctrica en épocas de huracanes, se implementaron siete sistemas de bombeo de medio caballo de fuerza (*hp*, por sus siglas en inglés) para garantizar el acceso continuo al agua y proporcionar soluciones energéticas descentralizadas. Esta iniciativa responde a necesidades inmediatas y sienta las bases para la autosuficiencia y el bienestar de los habitantes a largo plazo en la comunidad de Yaxunah.

Caso comunidad Ixil

Ixil destaca por la implementación de tres sistemas de riego de 2, 3 y 5 *hp*, en conjunto con un vivero de 25 por 25 m, cinco secadores y cuatro

destiladores destinados al grupo del vivero, operado en un 80% por mujeres. Estas innovaciones optimizan el uso del agua, potencian la productividad agrícola, fortalecen la lucha en defensa del territorio y contribuyen a la construcción de la comunidad como sujeto social. Esto último resulta esencial para enfrentar el despojo de tierras, un riesgo latente que amenaza la biodiversidad y el patrimonio socioambiental de Ixil. Además de responder a las necesidades agrícolas locales, los sistemas implementados funcionan a su vez como herramientas para enfrentar los desafíos socioambientales y fortalecen la resiliencia de la comunidad frente a posibles amenazas externas.

Caso comunidad Sotuta

En Sotuta, la implementación de dos sistemas de riego de 2 y 3 *hp*, un vivero de 7 por 7 m, dos secadores, tres destiladores y sistemas de domos para hortalizas y riego de 800 y 1 200 m² refleja un enfoque integral hacia el desarrollo agrícola sostenible. Estas tecnologías no sólo mejoran la eficiencia en el uso del agua, sino que también promueven la diversificación de cultivos y la generación de ingresos.

La particularidad de Sotuta radica en su compromiso con la promoción de la economía femenina y el liderazgo de las mujeres en diversas iniciativas. Desde el uso de plantas medicinales hasta la elaboración de aceites y cremas, la comunidad impulsa la soberanía alimentaria y busca abrir mercados para canastas orgánicas. Este enfoque además de impulsar la economía local, también fomenta la conservación de la biodiversidad.

Por otra parte, las mujeres desempeñan un papel crucial en la lucha ambiental, sobre todo en la resistencia contra granjas porcícolas. Estas últimas representan una amenaza ambiental local por la contaminación del agua subterránea, la contaminación de cenotes y los impactos a la salud. En la comunidad vecina Tabí se clausuró un cenote de gran importancia por ser considerado como patrimonio local, lo que a su vez

representa un peligro para los habitantes de Sotuta, quienes siguen negando este riesgo.

Las luchas son silenciosas e invisibles, como en el caso de las mujeres que lideran la promoción de prácticas agrícolas sostenibles como una dinámica para responder a esos riesgos, que les permite además generar ingresos al dar trabajo a miembros de las familias.

A continuación, se describen a detalle los diferentes sistemas implementados en las comunidades de incidencia.

Bombeo solar de medio caballo de fuerza para pozo artesanal

En Yaxunah se implementó un sistema de bombeo solar para rehabilitar los pozos artesanales. Se optó por un equipo de bombeo de medio *hp* con capacidad para extraer agua de hasta 30 metros a un caudal de 25 litros por minuto. Este sistema –alimentado por dos paneles solares de 330 *watts* conectados en serie– está ensamblado en una estructura de aluminio prefabricada. La fotografía 7 ilustra el sistema de bombeo de medio *hp*, así como mediciones realizadas en el pozo.

Fotografía 7



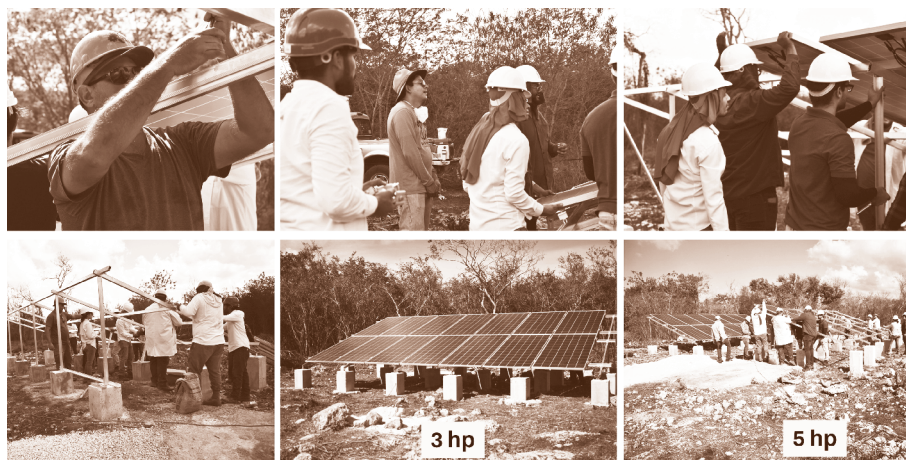
Medición y foto de uno de los pozos artesanales rehabilitados en Yaxunah. **Fotos:** Jonathan Ibarra.

Bombeo solar de 3 y 5 caballos de fuerza para pozo profundo

En Ixil, para mejorar la agricultura y fortalecer la economía en una zona de productores de “cebollita” –una variedad que sólo se da en esta comunidad de Yucatán–, así como de diferentes cítricos y hortalizas, se propusieron dos sistemas de bombeo solar de 3 y 5 *hp* (fotografía 8). El sistema se encuentra respaldado por 14 y 28 paneles de 400 W, de forma respectiva. Este proyecto involucra a 23 ejidatarios campesinos –más de cinco usan el sistema– y dos mujeres.

Se ha realizado una inversión significativa de líneas de riego, tubería y otros elementos para las hortalizas con el propósito de reforzar el grupo de trabajo y mantener el sistema como fuerza de defensa territorial. El grupo de cebollita de Ixil –que se beneficia del sistema de 3 *hp*– está conformado en un 45% por mujeres, y también ha aportado al sistema de riego y tubería para la sostenibilidad de la producción local.

Fotografía 8



Implementación del sistema de bombeo solar de 3 y 5 *hp* con apoyo de estudiantes y académicos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán. **Fotos:** Jonathan Ibarra.

Fotografía 9



Muestra de la producción agrícola de la comunidad de Ixil obtenida con el sistema de bombeo solar. **Fotos:** Jonathan Ibarra.

Bombeo solar de 2 caballos de fuerza y vivero con riego por microaspersión aérea de Ixil

Se diseñó un vivero con dimensiones de 20 por 25 m² y 2 m de altura para el cultivo de plantas, como parte del programa “Sembrando Esperanza”. Este proyecto involucra a 17 mujeres integrantes de la comunidad de Ixil. El vivero opera en conjunto con un sistema de bombeo de 2 hp y un pozo de 18 m, y se especializa en el cultivo de hortalizas y hierbas destinadas a la producción de aceites y productos aromáticos. En la fotografía 10 se observa el vivero, así como parte de los diferentes productos elaborados por las mujeres de la comunidad de Ixil, como parte de los talleres impartidos.

Fotografía 10



Muestra de los productos elaborados por las mujeres de la comunidad de Ixil en el vivero implementado. **Fotos:** a) Jonathan Ibarra; b) Jimena Leonor Paz Navarro.

Invernadero de traspatio

El invernadero de traspatio consiste en una estructura de perfil tubular rectangular (PTR) de 1 pulgada y abarca un área de 9 m². Su diseño incluye repisas de madera, una malla sombra con una filtración del 50% y un arriate conformado por bloques dispuestos en forma de “E”, destinado a la siembra de hierbas aromáticas y plantas medicinales. La fotografía 11 presenta el invernadero de traspatio implementado en las comunidades de Yaxunah y San José Tipceh.

Fotografía 11



Invernadero de traspatio implementado en Yaxunah y San José Tipceh. **Fotos:** Jonathan Ibarra.

Bombeo solar de 2 y 3 caballos de fuerza para pozo profundo y zona de riego para cultivo de hortalizas y cítricos

Se propusieron dos sistemas de bombeo solar para grupos de mujeres en las comunidades de Sotuta, ambos destinados al cultivo de hortalizas y cítricos. El primer sistema cuenta con una capacidad de 3 hp y consta de

un equipo de bombeo de 14 paneles solares de 550 W y una zona de riego de 1 200 m². El segundo sistema de 2 hp incluye un equipo de bombeo, 10 paneles solares de 550 W y una zona de riego de 800 m². Aunque los paneles fotovoltaicos de dicho sistema de bombeo solar ya han sido instalados, el pozo sigue en proceso de desarrollo.

Fotografía 12



Implementación de sistemas de bombeo y riego en la comunidad de Sotuta. **Fotos:** Jonathan Ibarra.

Vivero para cultivo de plantas medicinales y aromáticas para las mujeres de Sotuta

Diseñado para el cultivo de hierbas aromáticas y plantas medicinales, el vivero constituye una estructura elaborada con PTR de 1.25 pulgadas y abarca un área de 21 m². Se encuentra equipado con repisas de madera, una malla sombra que reduce la intensidad lumínica en un 50%, sistema de riego por goteo y maceteros rectangulares.

Fotografía 13



Diseño del vivero para cultivo de hierbas aromáticas y plantas medicinales en Sotuta. **Fotos:** Amina El Mekaoui.

Secadores solares con semillero

Se implementó un total de nueve secadores solares en las cuatro comunidades participantes en el proyecto para prolongar la conservación de los cultivos y elaborar productos como té. Los secadores permiten deshidratar y secar diferentes plantas medicinales. Además, están fabricados con materiales resistentes al clima y utilizan la energía solar para calentar el aire y secar productos en una cámara especial. Este proceso es eficiente, se adapta a diferentes alimentos y optimiza la conservación y elaboración de alimentos en comunidades rurales.

Fotografía 14

Secador solar de hierbas aromáticas y medicinales mayas. **Fotos:** Jimena Leonor Paz Navarro.

*Destiladores para hierbas aromáticas
y plantas medicinales: un camino hacia
la economía circular local*

En las comunidades de incidencia se reforzó el proceso, tanto de producción como de organización, con 10 destiladores para los grupos de hierbas aromáticas, conformados en su mayoría por mujeres que participan tanto en viveros como en invernaderos de traspatio. Estas herramientas buscan dar un valor agregado a lo que las mujeres produzcan cerca de sus áreas domésticas, además de preservar la medicina tradicional maya y promover un mayor uso de las plantas y cítricos que existen en la zona.

El uso de destiladores, en conjunto con secadores solares, permite un proceso de producción sustentable para las plantas aromáticas y medicinales. Este sistema integral evita el desperdicio de las plantas no consumidas o vendidas de inmediato. Los destiladores se utilizan para producir hidrolatos, un subproducto valioso de plantas como romero, lavanda, tomillo, hierbabuena, menta, albahaca y diversas flores y plantas locales, incluyendo cítricos. Los hidrolatos tienen múltiples aplicaciones, desde uso facial hasta la producción de perfumes y colonias. Esta iniciativa no sólo fortalece la economía solidaria y proporciona ingresos a las mujeres de la comunidad, sino que también preserva la identidad local y promueve la medicina alternativa.

A futuro, se planea formar a las mujeres en la producción de licores con base en frutas locales, con miras a ampliar el ciclo de vida y el valor de los productos.

Fotografía 15



Destiladores para hierbas aromáticas y medicinales mayas. **Fotos:** Jonathan Ibarra.

DESAFÍOS, LOGROS Y APRENDIZAJES

En el transcurso de su implementación, el Pronaii se enfrentó a diversos desafíos, celebró logros significativos y acumuló valiosos aprendizajes. Desde sus inicios, el proyecto se propuso no sólo abordar las limitaciones energéticas en comunidades rurales, sino también impulsar transformaciones integrales en la dinámica socioambiental de las comunidades mayas de Yucatán.

Desafíos para la incidencia: transdisciplinariedad, ejercicio del poder, fragmentación social, resistencia y prejuicios de género en comunidades mayas

El Pronaii experimentó diversos desafíos. A nivel interno la colaboración en el equipo de trabajo presentó obstáculos en varias etapas debido a las diferencias en marcos teóricos, metodologías y enfoques entre las disciplinas involucradas, lo cual requirió superar las barreras entre el lenguaje técnico y el social.

Por otro lado, el proyecto, que en un inicio se desarrolló en Yaxunah y San José Tipceh, se extendió a Ixil y Sotuta. La comprensión de las prácticas, visiones y paradigmas en estas comunidades estuvo influenciada por una arraigada cultura del asistencialismo. Bajo la lógica del asistencialismo, las comunidades reciben apoyos sin llegar a desempeñar un papel destacado en la dinámica de su propio desarrollo. Esto explica el interés inicial de la comunidad en el proyecto, el cual persiste hasta que se evalúa el nivel de beneficio que obtienen del mismo. La medición de este beneficio se realiza a través de la cantidad de personas que siguen participando de manera continua en el proyecto.

Un desafío crucial adicional se manifiesta en la fragmentación social interna y en el cambio en la figura del sujeto social en las comunidades. El conflicto entre familias, la desconfianza y la formación de grupos, en especial durante períodos políticos, revelan la debilidad del ejido y la

comunidad. Tanto la tendencia hacia intereses individuales en lugar del bien común, como la incapacidad para proteger el bien común se perciben en comunidades como San José Tipceh, donde el ejido carece de fuerza para obtener beneficios.

Hoy en día, el tema de la energía en el estado de Yucatán es multiparadigmático y complejo porque puede analizarse desde diversos enfoques. En lo político, refleja una transición de las políticas neoliberales. En lo económico, da muestra de los procesos que han originado el despojo de tierras de grupos marginados u oprimidos. En lo académico, ha sido motivo para el surgimiento de iniciativas de activismo en los campos disciplinarios de interés. Además, el hecho de que en la actualidad muchos campesinos no tienen ejidos implica un desafío adicional para los proyectos de incidencia.

En el estado de Yucatán diversos factores –como la llegada de megaproyectos– han contribuido a la fragmentación de comunidades y han generado una dinámica de resistencia contra cualquier alternativa. Este escenario presenta un desafío significativo en términos de incidencia en áreas comunales y ejidales, ya que se trata de zonas atravesadas por múltiples intereses. En este contexto, surge una nueva realidad para las y los campesinos sin ejido, la mayoría de los cuales, organizados en el marco del Pronaii, se han visto inmersos en una lucha continua por obtener el derecho a la tierra. Este desafío encuentra su origen en paradigmas locales liderados por activistas que, al considerar las energías renovables como procesos neoliberales, fundamentan una lucha ambiental y territorial que limita el desarrollo en estas comunidades.

Otro desafío se debió a prejuicios de género arraigados en estas comunidades (Duarte Cruz y García-Horta, 2016). El machismo limitó la participación de las mujeres en la toma de decisiones y en el trabajo comunitario. En este sentido, se observaron dificultades incluso cuando las mujeres demostraron compromiso. Romper con estos patrones culturales es un reto complejo que reveló la necesidad de valorar y reconocer el papel de las mujeres en el proyecto. Desde una perspectiva social,

dejar atrás la noción homogénea de comunidad se erige como un desafío fundamental.

Ante esa realidad –que fue cambiando a lo largo de los años de trabajo–, una excepción ha sido la comunidad de Ixil, donde las mujeres han liderado el aprendizaje tecnológico y toman sus propias decisiones en la gestión y organización de su trabajo como campesinas, defensoras y emprendedoras. En la dinámica del proyecto se reforzó la perspectiva del trabajo en grupo con equidad de género para el desarrollo local, tanto en el equipo de académicas y académicos, como en el de campesinas y campesinos. Sin embargo, el tema de la equidad es crucial y se está reforzando sobre todo en las otras comunidades, desde la educación participativa, destacando su importancia en el trabajo colaborativo.

Logros hacia la construcción de un nuevo sujeto social para la defensa del territorio y el desarrollo local

Uno de los logros de este proyecto ha sido el reforzamiento de la multidisciplinariedad y la transdisciplinariedad, para lo cual ha sido necesaria la colaboración entre instituciones de diversos estados.

En este sentido, la presencia de académicas, académicos, instituciones, asociaciones, empresarias, empresarios, promotoras y promotores locales, así como de especialistas en el equipo ha sido un elemento fundamental. Además, esta colaboración ha propiciado la generación de artículos de investigación, manuales pedagógicos, libros y otros productos, lo que a su vez ha originado numerosas solicitudes de colaboración. Esta sinergia ha llevado a la formación de una fundación internacional –Fundación Internacional de Innovación Social y Sustentabilidad (FIDISS)–, cuya misión es asegurar la sostenibilidad a largo plazo del proyecto, promover el desarrollo en nuevas áreas comunitarias y diseñar propuestas locales en colaboración con la población para responder a sus necesidades específicas y aprovechar el trabajo realizado por el proyecto.

En relación a las comunidades, el proyecto ha contribuido a fortalecer la cohesión social. Más allá de la implementación de sistemas de bombeo y paneles fotovoltaicos para la extracción de agua, destaca la formación y consolidación de un sujeto social que ha permitido la resistencia y lucha tanto por el agua como por el territorio. Este impacto es evidente en Ixil, donde el modelo ha contribuido a la construcción y fortalecimiento de la identidad social a través de la generación de conocimiento socioambiental y de la implementación participativa de sistemas energéticos para la defensa del territorio y la resistencia frente al despojo de la tierra (fotografía 16).

Fotografía 16



Manifestación de la comunidad de Ixil contra el despojo de la tierra. **Fotos:** Pablo Pech Mis (a, b y c); Patricio Eleisegui (d) y José David Tec Cobá (e).

Otro logro del proyecto fue contribuir a entender el paradigma del asistencialismo para fomentar en su lugar la participación activa en las comunidades. Esto implicó la presencia cercana y continua del equipo en las comunidades para trabajar en la estructuración de organizaciones y reglamentos internos. Se lograron establecer obligaciones, roles, derechos y deberes con las contribuciones de los propios miembros de las comunidades desde su propia dinámica de organización local. Además, se llevaron a cabo múltiples talleres participativos en las comunidades sobre la importancia de la biodiversidad y el papel crucial que sus elementos desempeñan en el funcionamiento de los entornos y los ecosistemas.

Estas iniciativas se llevaron a cabo a través de actividades intercomunales que incluyeron el intercambio de saberes, de plantas y semillas, la creación de abono orgánico -bocashi- (fotografía 17), así como el seguimiento y control de plagas (fotografía 18). Este enfoque integral refuerza la coherencia del proyecto al abordar no sólo aspectos técnicos sino también educativos y de concientización comunitaria.

Fotografía 17



Manejo de suelos: intercambio de saberes locales. **Fotos:** Jonathan Ibarra.

Fotografía 18



Manejo de control de plagas: dinámicas de diálogos entre comunidades. **Fotos:** Jonathan Ibarra.

Por último, un logro significativo fue la motivación de la comunidad para organizarse en cooperativas y participar de manera continua en los talleres ofrecidos por el equipo. Esta colaboración activa en la investigación e incidencia refleja indicadores de autogestión y autoorganización, y evidencia el éxito en el fomento a la participación y el compromiso de la comunidad.

Aprendizajes: nuevas metodologías para una justicia ambiental y energética en comunidades indígenas

Nuestro Pronaii ha acumulado valiosos aprendizajes. Uno de los principales es la necesidad de asegurar la sostenibilidad del proyecto. Para

ello, se ha destacado la importancia de implementar metodologías de seguimiento, análisis de riesgos y evaluación continua. Estas herramientas son clave para superar obstáculos y desafíos, ya que facilitan a su vez una comunicación efectiva con las comunidades. De esta forma no sólo se beneficia a la comunidad, sino que también se promueve su papel como sujeto activo y se fomenta tanto la autogestión como la autonomía de los grupos participantes.

Otro aprendizaje consiste en la necesidad de otorgar más tiempo a los procesos educativos y a la implementación de metodologías participativas con la finalidad de no sólo beneficiar a la comunidad, sino de empoderarla como entidad autónoma. La complejidad inherente a las zonas ejidales también ha emergido como un terreno de aprendizaje importante. Antes de intervenir en proyectos de desarrollo, se ha reconocido la importancia de promover la paz –a través de metodologías participativas– y la construcción progresiva del sujeto social dentro de la comunidad. Este planteamiento responde a los intereses del Pronaii, comprometido a abordar temas de lucha ambiental, territorio y pobreza energética con una perspectiva integral y participativa.

En términos de seguimiento y acompañamiento continuo al desarrollo del proyecto, se subraya la relevancia de la presencia activa del equipo y de las y los promotores locales como principales enlaces. La motivación de los beneficiarios se fortalece al interactuar con el equipo, con visitantes externos interesados en conocer los proyectos y con las y los colegas de otras instituciones que brindan cursos de capacitación. Además, el aprendizaje derivado de los errores ha impulsado una visión más clara sobre la necesidad de que el proyecto sea sostenible y replicable. En este contexto, el proceso de gestión de riesgos se concibe como integral, al involucrar de forma activa a la comunidad en la toma de decisiones y la búsqueda de soluciones.

De esta manera, la comunidad asume un papel fundamental al convertirse en la primera responsable en resolver los riesgos, lo que fomenta su participación activa y cuidadosa en la implementación de los

materiales. La experiencia ante límites y problemas –como las fallas de inversores de sistemas– ha enseñado a la comunidad la importancia de asumir la responsabilidad en la gestión de riesgos y ha contribuido a fortalecer una cultura de responsabilidad colectiva.

CONCLUSIONES

El Pronaii “Comunidades mayas sustentables: hacia el diseño de nuevos modelos energéticos rurales transregionales e integrales para el desarrollo sostenible en el estado de Yucatán” se ha enfocado en la transformación de la dinámica pasiva de las comunidades, al fortalecer en ellas la cohesión social y fomentar prácticas sostenibles. La implementación de metodologías de seguimiento y análisis de riesgos subraya la importancia de la adaptación continua y la comunicación efectiva. Asimismo, se reconoce la relevancia de dedicar tiempo a procesos educativos y metodologías participativas, con el propósito de fortalecer a las comunidades como sujetos activos.

En resumen, la exitosa experiencia de este Pronaii contribuye al establecimiento de nuevas perspectivas desde lo local hacia lo global, con un énfasis en rutas de incidencia e investigación para comprender problemáticas complejas como el cambio climático. Este enfoque busca diseñar sistemas que respondan a las necesidades energéticas rurales y lograr a largo plazo procesos de transición energética notables con un impacto significativo.

REFERENCIAS

- Alfaro, A. C. (2018). Economía, salud, desarrollo humano e innovación en el desarrollo sustentable. *Conocimiento Global*, 3(1), 1-9.
- Andrews, A. P., Burgos Villanueva, R. y Millet Cámara, L. (2012). The Henequen Ports of Yucatan’s Gilded Age. *International Journal of Historical Archaeology*, 16(1), 25-46. <https://doi.org/10.1007/s10761-012-0168-z>

- Barigai, A. y Heravdakar, L. (2021). Empowering Communities through Non-Formal Education: A Case Study in Rural India. *Journal of Education Review Provision*, 1(3), 43-47.
- De Castro Garcia-Morato, L. L. (2023). Las comunidades energéticas locales: sinergias de la transición energética y de la lucha frente a la despoblación. *Revista de Derecho Urbanístico y Medio Ambiente*, 57(364), 105-165.
- Díaz, L. M. y Forero, E. A. S. (2006). El rol del capital social en los procesos de desarrollo local. Límites y alcance en grupos indígenas. *Economía, Sociedad y Territorio*, 20, 781-819.
- Duarte Cruz, J. y García-Horta, J. B. (2016). Igualdad, Equidad de Género y Feminismo, una mirada histórica a la conquista de los derechos de las mujeres. *Revista CS*, 18, 107-158.
- El Mekaoui, A. y Baños Ramírez, O. (2021). La transición energética mexicana en una comunidad maya: el caso de San José Tipceh, Yucatán. *Región y Sociedad*, 33, e1417. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1417>
- Gobierno del Estado de Yucatán (2024a). *San José Tipceh*. https://www.yucatan.gob.mx/?p=san_jose_tip_ceh
- Gobierno del Estado de Yucatán (2024b). *Yaxunah*. <https://www.yucatan.gob.mx/?p=yaxunah>
- Gobierno del Estado de Yucatán (2024c). *Ixil*. https://www.yucatan.gob.mx/estado/ver_municipio.php?id=39
- Gobierno del Estado de Yucatán (2024d). *Sotuta*. https://www.yucatan.gob.mx/estado/ver_municipio.php?id=69
- González Jiménez, J. A. (2019). *Medios de vida sostenibles: estrategia para el diseño de iniciativas para la reducción de la pobreza en ejido Cuauhtémoc, Chiapas*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Heráldica Mesoamericana (2015). *Yucatán, significado, origen toponimias y heráldica*. <https://heraldicamesoamericana.wordpress.com/2015/11/05/yucatan-significado-origen-toponimias-y-heraldica/>
- Herrera, J. I. (2015). Justicia tradicional oficializada en la península de Yucatán. *Diario de Campo*, 1(4-5), 70-77.

- Herrera, J. I., Cámara, Y., Roger, W., Ojeda, B. y Andrés, R. (2013). Una aproximación etnográfica-legal al sistema de Justicia Tradicional del Estado de Quintana Roo. *Tohil*, 27, pp. 7-30.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) (2017). *Conociendo Yucatán*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/estudios/conociendo/702825097349.pdf
- Inegi (2020a). *Marco geoestadístico nacional*. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#descargasx>
- Inegi (2020b). *Anuario estadístico y geográfico por entidad federativa*. I https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825197513.pdf
- Inegi (2020c). *Censo de población y vivienda*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/#microdatos>
- Maulida, H. y Achmad, W. (2021). Narrating the Implementation of Social Welfare Community Program. *Review of International Geographical Education Online*, 11(5).
- Mendoza, N. M. R., Polanco, B. M. P. y Noh, J. C. M. (2018). Participación comunitaria y educación no formal en contextos interculturales en México. *Revista NuestrAmérica*, 6(12), 223-251.
- Pronaii 319191 (2024). *Comunidades Mayas Sustentables*. <https://www.comunidadesmayassustentables319191.com/>
- Skidmore, P., Bound, K. y Lownsbrough, H. (2006). *Community Participation: Who Benefits*. Joseph Rowntree Foundation.

Sexta parte

RELATOS SOBRE LA ENERGÍA

EL DESAFÍO DE LOS TITANES EN PARADISE

El cuento presentado a continuación es un producto de divulgación del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Ciudades resilientes al cambio climático: colaboración interdisciplinaria para la recuperación y restauración del ecosistema del desierto de Sonora en entornos urbanos para mejorar la calidad del aire”, en el marco del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) del Conahcyt.

Desde las primeras fases del proyecto, la divulgación de la ciencia ha sido uno de los principales objetivos a desarrollar con la finalidad de acercar al público en general a los problemas cotidianos de contaminación del aire. Las herramientas de comunicación social permitieron crear convenios de colaboración con diferentes asociaciones ambientales presentes en el territorio para enfrentar problemas específicos y fomentar el trabajo en equipo. Los personajes presentes en el cuento son ficticios y se inspiran en las infancias y juventudes de la fundación Algo por Alguien.

El cuento se escribió con un lenguaje claro, accesible y fácil de entender, sobre todo para aquellos que no tienen conocimientos previos sobre el tema. La principal autoría corresponde al doctor Benedetto Schiavo. La obra ha sido revisada y aprobada por la responsable del proyecto, la doctora Diana Meza Figueroa. La edición y corrección de estilo se llevó a cabo por la licenciada Thania Elizabeth Arredondo Palacios. Esta historia de fantasía contribuye con los descubrimientos, logros, enseñanzas y perspectivas futuras del proyecto.

Dr. Benedetto Schiavo

Colaborador del Pronaii
Instituto de Geofísica, UNAM

EL DESAFÍO DE LOS TITANES EN PARADISE

Había una vez en el corazón del océano una isla mágica llamada Paradise. Rodeada por aguas cristalinas y bañada por la luz cálida del sol, era un paraíso donde la naturaleza vivía en armonía con las personas. En esta isla florecían especies exóticas, los animales se movían con gracia y los árboles susurraban secretos antiguos. Sin embargo, Paradise tenía un secreto profundo que cambiaría la vida de sus habitantes.

En el centro de la isla, cuatro niños extraordinarios descubrieron que algo no estaba bien. Mika, una pequeña curiosa que podía comunicarse con los animales marinos; Link, un chico radiante que iluminaba hasta la noche más oscura; Zelda, quien podía hablar con las plantas; y Tarin, un niño con el don de controlar las olas del océano. Juntos eran conocidos como los Guardianes de Paradise. Un día, mientras exploraban diferentes partes de la isla, los Guardianes notaron cambios extraños en el clima. Las olas, antes serenas, rugían con furia. Los árboles, una vez frondosos, temblaban como si sintieran un temor profundo. Los animales, antes juguetones, miraban con ojos preocupados. Al investigar más, los Guardianes descubrieron que Paradise peligraba debido a un antiguo mal que estaba a punto de despertar, el cambio climático.

EL DESPERTAR DE LA AMENAZA

Un antiguo libro en la biblioteca de la isla reveló la existencia de los Titanes, antiguos protectores de Paradise con una altura de más de 50 metros, quienes representaban los cuatro elementos: tierra, agua, aire y fuego. Estos seres mitológicos, responsables de mantener el equilibrio en la isla, estaban siendo afectados por el cambio climático. El problema era que los Titanes sólo podrían ser despertados al encontrar “La Coordinada”, un lugar milenario y sagrado que conecta a todos los seres vivos de la isla.

Los Guardianes se embarcaron en una misión para encontrar a los Titanes y entender la amenaza que se cernía sobre Paradise. Mika habló con las ballenas y delfines, quienes le contaron que los mares estaban perdiendo su vitalidad. Link iluminó los rincones oscuros de la isla y descubrió la pérdida de bosques y la amenaza para el titán de la tierra. Zelda se internó en el bosque, donde escuchó los susurros tristes de los árboles, y Tarin exploró las corrientes, dándose cuenta de la contaminación que afectaba a los Titanes del agua y del aire.

LA REUNIÓN DE LOS TITANES

Con la información reunida, los Guardianes realizaron un antiguo ritual en el lugar sagrado de Paradise para convocar a los Titanes. La tierra tembló ligeramente y los Titanes emergieron: Terra, titán de la tierra con la forma de un imponente árbol; Aqua, el titán del agua en la figura de una majestuosa ola; Aero, el del aire, semejante a una brisa juguetona; e Ignis, titán del fuego que bailaba como llamas danzantes.

Los Titanes, aunque debilitados, expresaron su gratitud a los Guardianes por su llamada y les contaron sobre la creciente amenaza del cambio climático. La contaminación y la explotación irresponsable de los recursos naturales estaban afectando sus fuerzas y la isla estaba en peligro de perder su equilibrio.

EL PACTO DE LOS GUARDIANES

Los Guardianes juraron proteger a los Titanes y restaurar el equilibrio en Paradise. Decidieron enfrentarse a la amenaza, educar a los habitantes sobre la importancia de la sostenibilidad y trabajar para revertir los daños causados por el cambio climático.

Mika, mediante su conexión con los animales marinos, organizó limpiezas en las playas para proteger a Aqua. Link, con su resplandor, inspiró proyectos de reforestación para fortalecer a Terra. Zelda compartió su

sabiduría con los habitantes sobre el respeto a las plantas. Tarin lideró esfuerzos para reducir la contaminación y preservar a los Titanes del agua y del aire.

LA RESTAURACIÓN DE LA ARMONÍA

Con el tiempo, los esfuerzos de los Guardianes y los habitantes dieron sus frutos. Las playas volvieron a brillar con la pureza de Aqua, los bosques reverdecieron con la vitalidad de Terra, el aire se llenó de la frescura de Aero y el fuego de Ignis danzó con fuerza renovada.

Paradise se transformó en un ejemplo de cómo la acción colectiva y la responsabilidad ambiental pueden revertir los efectos del cambio climático. Los Titanes recuperaron su fuerza originaria y la isla floreció con una belleza renovada. Pero los Titanes sabían que un día el mal podría despertarse de nuevo, así que para no dejar a Paradise y a sus habitantes indefensos se movieron hasta el centro de la isla y ahí se endurecieron hasta formar una gran muralla de seguridad y protección.

UN FUTURO SOSTENIBLE PARA PARADISE

Los Guardianes de Paradise se convirtieron en héroes aclamados por la isla. Los habitantes, agradecidos por la restauración de la armonía, celebraron el compromiso de los Guardianes y se comprometieron a vivir de manera sostenible para proteger su hogar.

La historia de los Guardianes se contaba a los niños de la isla como un recordatorio de la importancia de cuidar la naturaleza y vivir en armonía con el entorno. Así, Paradise continuó siendo un paraíso, pero ahora, más fuerte y resistente que nunca.

LOS RAYOS

Los pueblos masewal, totonaco y mestizo de la sierra nororiental y norte de Puebla guardan una relación muy estrecha con el territorio. Esta va más allá de lo pragmático y lo productivo, lo que no es cosa menor, sobre todo si se considera la enorme diversidad biocultural que se expresa en un mosaico heterogéneo de usos de suelo en la región, como milpas, acahuales, cafetales y huertos, junto con las innumerables especies y variedades nativas que se encuentran en dichos espacios. Este vínculo con el territorio se origina en imaginarios y significados distintos a los que promueve el modelo dominante en nuestro país.

Los pueblos de esta región le atribuyen vida a la tierra-territorio, por lo que suelen decir que *taltikpak yoltok*, es decir, *la tierra está viva*. En ella moran seres y entes que custodian los elementos de la naturaleza. Esta cosmovisión, pese a haber sido excluida de las instituciones educativas, se recrea a través de los caminos y veredas de la idiosincrasia de estas culturas, y este es el caso de los relatos o cuentos.

Aquí compartimos la recuperación realizada en el marco de la tesis doctoral de Luis Enrique Fernández Lomelín,¹ titulada *La gestión pluricultural del agua*. El trabajo de campo fue acompañado por Ganet Reyes Angeles,² quien fungió como interlocutora en esta fascinante inmersión en la cultura masewal de Cuetzalan del Progreso. De forma posterior, Pascual Diego Peralta³ transcribió el relato en náhuatl y lo tradujo al español. Se extiende un reconocimiento y homenaje a don Miguel Antonio Santos (†) por compartir este relato.

Pascual Diego Peralta

¹ Biólogo con maestría y doctorado en desarrollo regional. Coordina el Programa de Gestión Territorial e Identidad Biocultural del Complejo Regional Nororiental, sede Cuetzalan, de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

² Bióloga, nahuahablante y técnica productiva del Programa Sembrando Vida.

³ Biólogo con posgrado en desarrollo regional, nahuahablante y docente del Programa de Gestión Territorial e Identidad Biocultural del Complejo Regional Nororiental, sede Cuetzalan, de la BUAP.

LOS RAYOS

Dicen que por allá había una señora que vivía sola. Un día, mientras estaba limpiando su milpa, llegó de repente un gavilán grande, la agarró y se la llevó volando hasta un cerro muy alto. La señora cerró los ojos y se hizo la muerta. De esa forma consiguió engañar al gavilán que la dejó ahí para seguir buscando qué comer.

La señora se levantó y vio que habían unas piedras grandes, como cuevas. Además, habían unos huesos de toro que se veían recientes porque todavía tenían carne. La señora pensó: este animal me va a comer. *¿Cómo me podré ir?*

En el cerro no había ningún árbol. La señora comenzó a caminar hacia abajo. Escuchó que corría agua y ruidos como si hubiera gente. Al llegar al arroyo vio una casa de pura piedra y adentro estaban unas criaturas que le preguntaron:

—¿Qué haces aquí?

Ella les respondió:

—A mí me trajo un gavilán acá arriba. Quiero ir a donde yo estaba trabajando porque el gavilán me va a comer.

Las criaturas brincaban, como si estuvieran bailando. Antes de desaparecer, le dijeron:

—Nosotros vamos para allá. Te vamos a llevar a donde estabas trabajando. Quédate aquí, pero no toques nada de lo que hay aquí.

Pese a las advertencias, la señora empezó a curiosear y a destapar unas ollas que tenían ahí. Una tenía maíz, otra, algodón y así fue viendo qué había en todas ellas cuando volvieron rápidamente los seres.

—¿Qué pasó? ¿Destapaste las ollas?

La señora les respondió que no, pero ellos dijeron que sí porque había empezado a correr el aire, se había nublado y había empezado a granizar. Los seres eran los rayos. Le dijeron a la señora:

—Ya vámonos. Te vamos a dejar a donde estabas trabajando.

Empezaron a bailar y, antes de que la señora se diera cuenta, se la

llevaron y la devolvieron a donde estaba trabajando. Desde entonces se sabe que los rayos andan por allá arriba y, si alguien entra a su casa, empieza a relampaguear y a soplar el aire. Los rayos son importantes porque sin ellos no tronaría, no correría el aire, no llovería y todo estaría seco.

KIOWTEYOMEH

Kihtowah, neh wehkaw yetoyah seh siwat, tein nemiah ihseltih.

Seh tonal ihkuak kichipawtoyah miltsin, ehkok se weih kwixi wan kihkitskih, wan kih itkik, patantiah, kih ahxitih itech seh weih tepet.

Yon siwat moh ixtoloh sahkwak, mochiw mahya miket, wan yon kwixi molwi mikika, ompah kikaw, yahki kihtemoto toniok oksentaman kihkwaw.

Yon siwat moh kesak, pewak tahtachiah, wan kih itak sekih wehwei tet, paneh yon ostokmeh, ompah yetoyah sekih kwahkowehomit, umpah tentok kit, nah-nakayohok kit yon omit. Yon siwat molwi, ne okwilih nechkwatih.

Itech yon tepet, amoteh onkayah, ñonoh kowmeh, wan yeh molwiayah keniw-tak kwalih nikisas. Pewak nehnemi, yowihkit tahtanihkopah, wan kihkakah newin tanih ihkoyakah at, wan paneh noh yetokeh sekih tokniwan.

Ihkwak ahsik yon ataw, kih itak sekih pilpilsitsin, noh yetoyah ompah seh weih tekalih, nochih tet ika chihchiwtok, wan ompah yetoyah yon pipilsitsin, wan kih tahtanihke.

¿Tonih tik chiwa nika?

Neh, nech walkwik seh kwixi neh ahko, wan nik temohtinemih keniw nih ahsis kampa neh nih tekityoyah. Yon kwixi nech kwatih.

Wan yoh pilpilmeh kit, nemelaw kwikwitskah paneh mihtotiah wan pohpoliwih. Kih towah yon nanoh, noh onkayah sekih kowmeh, wan kih ilwihkeh, tewan tiowih newin seh tepitsin timitskwikiwih, timitskawahtiwih kampak tih tekityoyah, xih mokawah nikah, amoh teh xikmatokah tein nikan tikpiyah. Yon pilpilmeh kwikwitskakeh wan poliweh, yahke.

Wan yon siwat molwih nikitatih tonih neh kipiah, wan kitentapoh yon weihkomeh. Se kipiayah mahya taol, oksekih kipiayah mahyah ixkat, wan ihkon kih itstiah tonih kipiayah itech yon weihkomeh, wan yon pipilmeh ihsiwukah ehkokeh.

¿Tonih tik chiw? ¿Tik tentapoh yon weihkomeh?

Siwat kin ilwih, kanah. Kemah, tik tentapoh, yeihka neh kampah tih tekititoyah pewak ehekkah, tamixyowak wan tesiwik.

Takah yon pipilmeh, yewan yon katkah kiowteyomeh.

Kih ilwikeh yon siwat chowih, tomiskawatih kampah tih tekititoyah, pewkeh kwikwitskah, wan ihkuak kimatik yon siwat kih itkikeh, yahke kitalitoh kampah yetoya, kampah tekititoyah ih milah.

Yeh ikah tik matih, yon kiowteyomeh nemih newin, wan ihkwak aksah kalakih kampah yehwan nemih, kimatih, pewah ehekkah.

Kiowteyomeh mah seh kin kowtamatih, mohkon amoh tikin takamatih, tehmaskeh, mokon amoh yewan amoh kiowis, amoh tsitsikwinis ehekkat, wan tah ahwakis.

**EL SECRETO DE JULIA PARA SECAR ALIMENTOS CON EL SOL / INI
IXTAGATZIN JULIA GUENIN MOH GUATZA INTLAGUALTIH IGAH IN TONALEH**

Este libro de español-náhuatl –realizado por Octavio García Valladares, Amaranta Leyva, Isaac Pilatowsky Figueroa y Patrick Pilatowsky Goñi, con ilustraciones de Rodrigo Vargas Chapela– ha sido financiado por el Conahcyt a través del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) 319188 “Centro Comunitario para el Deshidratado Solar de Productos Agropecuarios de Pequeños Productores Indígenas en Hueyapan, Morelos”.

De una manera divertida, este cuento-manual alienta a los niños a embarcarse en la aventura del secado de alimentos a través de su personaje central, Julia, una niña que, junto con su abuela científica, disfruta enseñando y aprendiendo sobre el manejo de la tecnología para el secado solar de los alimentos. De esta forma, esta publicación busca interesar a las infancias en las estrategias de conservación de alimentos. El libro cuenta con las siguientes secciones:

1. Guía para evitar un día catastrófico
y aprender a secar alimentos con el sol
2. Pequeña historia de la conservación
de alimentos en la humanidad
3. El secado de alimentos
4. Actividades antes del secado
5. Durante el secado
6. Después del secado
7. Secado al Sol
8. Principios de un dispositivo para
aprovechar la energía solar
9. Secador solar
10. Tipos de secadores solares
11. Guía para la construcción de
un secador solar tipo gabinete

SARAH: LA GALLINA QUE COCINA CON EL SOL

El cuento que se presenta a continuación es un producto del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Modelo transdisciplinar para el bienestar de las comunidades agrícolas y rurales de Nayarit a través de la incorporación de tecnologías solares, hacia la sostenibilidad”, en el marco del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace Ecc) del Conahcyt.

Durante las primeras dos etapas del proyecto, este relato ha sido una herramienta de comunicación para impulsar el uso de tecnologías de cocción solar, resolver conflictos, fomentar el trabajo en equipo y comunicar de manera efectiva objetivos, metas y resultados. En este sentido, el uso de éste y otros cuentos ha sido una estrategia clave para el desarrollo de investigación con incidencia. Los personajes están inspirados en las personas que integramos el grupo motor, nuestras cualidades personales y profesionales, así como nuestra participación específica dentro del Pronaii.

En su escritura utilizamos un lenguaje accesible, sin mutilar conceptos técnicos, y procuramos no perder el rigor científico de los conceptos relacionados con los fenómenos de transferencia de calor involucrados en la cocción solar. La autoría de la idea original y el guion corresponden a Gabriela Eréndira Rangel Bravo y Sarah Ruth Messina Fernández. El diseño y las ilustraciones fueron realizados por Edgar David Vizacarra Villa y Jesús Adrián Medina Ahumada. La obra ha sido revisada en colectivo por los miembros del proyecto. Consideramos que este cuento forma parte de los hallazgos, resultados, aprendizajes e ideas de trabajo a futuro del proyecto.

Dra. Sarah Messina

Responsable Técnica del Pronaii

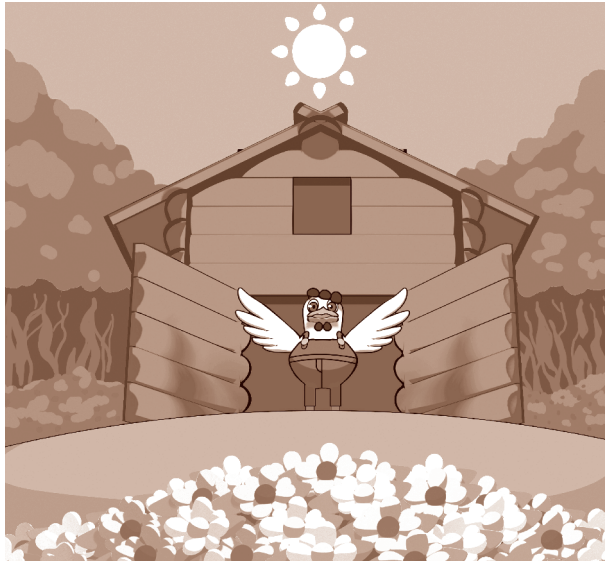
Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología

SARAH: LA GALLINA QUE COCINA CON EL SOL



En una casita con puertas al sol
vivía muy feliz, junto a su pequeña familia,
Sarah, una gallina científica.

Sarah era afortunada, ya que en el patio de su casa
crecían flores de todos los colores,
pitayas, ciruelas, piñas, enormes yucas,
jugosos mangos y café.



Esta gallina científica y exploradora, cuando salía a estudiar la exuberante naturaleza, se ponía botas para cubrir sus patitas del fango y un sombrero de ala ancha, decorado con flores, para protegerse de los potentes rayos ultravioleta del sol.

Llevaba en su mochila un refrigerio, agua y una bitácora para anotar sus observaciones.



Un día, cuando regresó a casa luego de irse a explorar, sucedió algo inesperado: ¡el fuego con el que solía cocinar en una vieja y desvencijada estufa de gas ya no estaba!

La gallina era glotona y tenía hambre.
Con desesperación buscó al fuego,
pero el gran maestro se había ido de vacaciones.



Asustada y confundida,
la gallina encontró una nota que decía:

Querida Sarah:

*Me fui a descansar a una zona alta de la Mesa del Nayar.
Necesito un poco de frío. No regresaré pronto.*

Con todo mi calor.

Tu amigo, el Fuego de occidente.

*Postdata: recuerda que Karuna, el sol de oriente,
es mi gran amigo y te puede ayudar a cocinar.*



La gallina estaba desconcertada y triste
porque el fuego se había ido.

A Sarah le encantaba el quesito fundido con chorizo
y los pastelillos de queso con mermelada de jamaica
y zarzamora y el café.

—*¿Qué haré? ¿Qué haré?*— pensaba inquieta la gallina,
mientras se paseaba de un lado a otro por su fresca casa
de grandes ventanales, desde donde le gustaba contemplar
la naturaleza y el cielo estrellado.

—*¡No puedo cocinar sin el calor de mi amigo el fuego!*
—dijo achicopalada la gallina.



Como era muy inteligente, Sarah pudo interpretar que en la nota de su amigo estaba la solución: ¡Karuna!
El sol de oriente.

La gallina presurosa salió corriendo al patio de su casa y miró el despejado cielo azul.
Allí, con los rayos del sol a plomo y entrecerrando sus grandes ojos cafés, quedó impresionada al sentir en sus mejillas el calor del sol que la abrazaba.

–Pero, ¿cómo voy a cocinar con el sol? –se preguntaba confundida.



Entonces recordó de sus clases de física
la transferencia de calor.

Mientras ideaba cómo cocinar con el sol,
la gallina probó alimentos enlatados,
pero no le gustaron, sabían a conservador.

La gallina estaba desesperada.
Sabía que tenía que hacer algo pronto o moriría de inanición.

Ella era buena exploradora,
así que se puso las botas y el sombrero, tomó su mochila
y salió de su zona de confort para buscar ayuda sobre
cómo aprovechar la energía de Karuna, el sol.



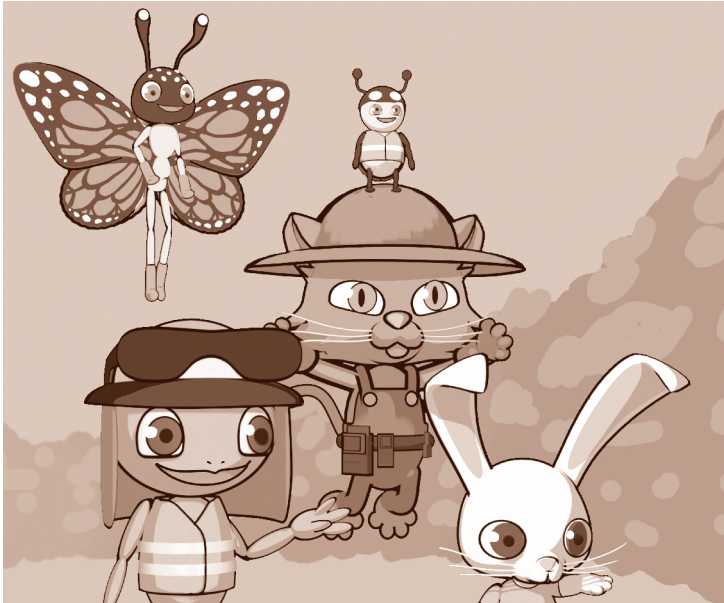
Sarah tenía muchos amigos científicos.

Hada era una gatita constructora
a la que le gustaba cuidar el planeta.

Fabián, una ranita *cara de niño*
que sabía cómo medir la radiación solar.

Teresa era una mariposa viajera
que entendía todo sobre la energía nuclear.

Claudia era una catarina muy trabajadora
a la que le gustaba reciclar y diseñar.

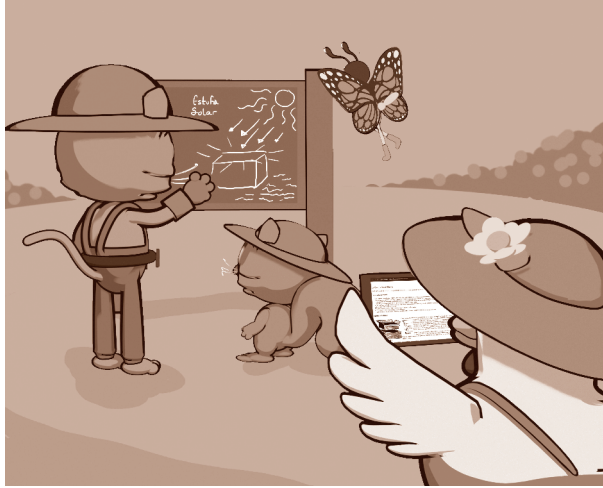


Sarah se reunió con todos ellos.

Luego buscó a José, el tigre de los Arduinos,
que era el mejor para medir y programar, y llamó a Iván,
un conejito dedicado al estudio de la energía solar.

También invitó a Lía,
una oruga tan glotona como Sarah,
dedicada a comprender y a contemplar la humanidad.

Sarah se reunió con estas celebridades
para tener una lluvia de ideas y
mediante el trabajo en equipo
encontrar una solución.

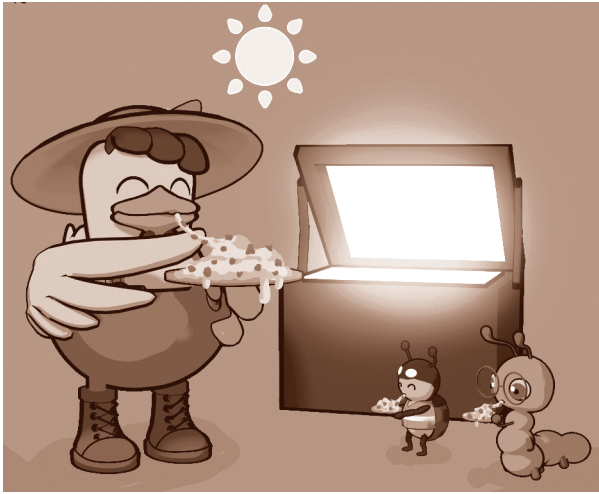


El fuego se había ido de vacaciones y ella debía aprender a cocinar nuevas recetas con energía solar.

- ¡Podemos concentrar la energía del sol!* –dijo emocionado el conejito Iván.
- ¡Sí! Fabricaremos una estufa que funcione con el sol* –exclamó Fabián.
- Usaremos materiales reciclados* –propuso Claudia y Hada brincó de felicidad.
- Tenemos que evaluar los riesgos* –dijo Teresa, agobiada–
porque la radiación directa nos puede perjudicar.

Pasaron algunos días y en equipo
construyeron una estufa solar
que captaba la energía para poder cocinar.

Sarah investigó en solarcooking.org y encontró que
había muchos diseños de estufas.



Hada la gatita, constructora, dibujó y cortó las piezas y con la ayuda de Teresa, las pudieron ensamblar.

A ellas se unió Blanquita, una linda y joven ardilla, y en equipo lograron trabajar.

Necesitaban una caja para guardar la energía solar, papel de aluminio muy brillante para reflejar la luz del sol y una tapa transparente como el vidrio para que entrara la luz de modo que no se pudiera escapar.

Y así, con materiales reciclados, como quería Claudia, construyeron un horno solar tipo caja para cocinar el choriqueso y el hambre de Sarah poder calmar.

Lía se encargaba de disfrutar la comida, observaba la felicidad en los comensales y cuidaba el control de calidad.



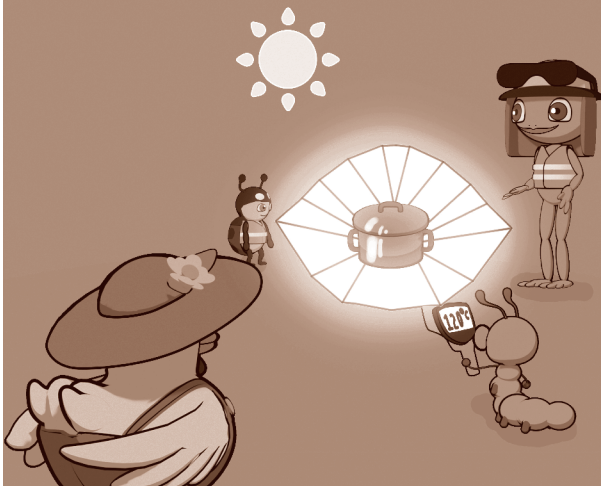
Iván, siempre interesado en los procesos a mejorar, exclamó:
¡Las parábolas pueden reflejar más luz solar
y concentrarla en un solo punto llamado foco!
Ahí pondremos la olla y será más eficiente cocinar.

*–Entonces, ¡manos a la obra! –exclamó Sarah– Hagamos también
una estufa parabólica.*

*–Será más eficiente –reiteró Iván– al proyectar la luz al foco,
mayor cantidad de calor se podrá concentrar.*

*–Eso lo podemos demostrar si medimos la temperatura y la irradiancia
–argumentó con seriedad el tigre.*

A lo que Fabián dijo: *–¡Cierto! Debemos instrumentar.*



Ambos tenían razón, era un buen diseño
y al medir la temperatura, ¡eureka!
120 °C lograron alcanzar.

*–Ahora, a cocer frijolitos y garbanzos –dijo la oruga comelona–
nos gustan mucho a mí y a la rana Fabián.*

La gallina más prototipos quería construir y probar,
pues era una curiosa investigadora
y siempre estaba entusiasmada por conocer más.

Claudia era muy trabajadora y,
junto con Hada, también la cocina solar
de panel Pucca lograron ensamblar.



–¡Todas las estufas funcionan muy bien!
–anotó en su bitácora la gallina.

–Y en todas se puede cocinar –confirmó la oruga.
–¡Hurra! ¡Yuju! ¡Bravo! ¡Yupi! ¡Sí se pudo cocinar!
–gritaba la escandalosa
y desparpajada gallina mientras abría sus alitas
y aventaba el sombrero de felicidad.

Sus amigos festejaron, pues con trabajo en equipo
todo se puede lograr.
Ricos platillos degustaron.
Después se pusieron a cantar
y a bailar eufóricos de felicidad.



Así, Sarah se convirtió en la gallina
que cocina con el sol.

¡Y colorín colorado, este cuento ha terminado!

... y todo fue gracias a Gaby, la arañita rockera
que es creativa y lo escribió.

YOLTANEX, EL TLACUACHE Y LA LUCIÉRNAGA

Este cuento es producto del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia (Pronaii) “Energía para el *yeknemilis* (vida buena) de la sierra nororiental de Puebla”, en el marco del Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace Ecc) del Conahcyt. A través del “Programa de formación desde y para el *yeknemilis*” (PFY), las cooperativas de la Unión Tosepan Titataniske y los investigadores del Pronaii reconocen la importancia de niñas, niños, jóvenes y personas adultas en la construcción y desarrollo de un modelo alternativo de gestión energética desde la perspectiva del modo de vida campesino.

Como parte de este programa, las narraciones comunitarias se identificaron como herramientas poderosas para develar y construir marcos epistemológicos en torno a la energía y la autonomía energética, además de ser herramientas pedagógicas, vernáculas e intergeneracionales que facilitan el diálogo de saberes.

Este relato está inspirado en la narración “La vieja que guardaba el fuego” de José de la Cruz Pérez de San Miguel Tzinacapan. Fue imaginado, escrito e ilustrado por María Esther Nieto. Fue revisado por Mariana Pérez Duarte. En el PFY, los codiseñadores del programa –madres, padres, tutores, estudiantes y docentes de preescolar a universidad, investigadores sentipensantes y familias investigadoras– han desarrollado herramientas para crear cuentos basados en narrativas comunitarias que fortalecen el desarrollo saludable de futuros científicos, humanistas y creadores de tecnología con incidencia.

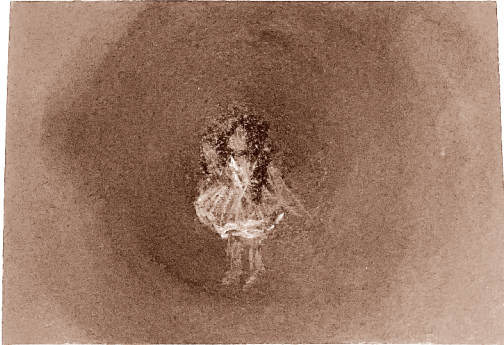
M.C. María Esther Nieto Sánchez

Colaboradora del Pronaii Socia cooperativista de la
Unión Tosepan Titataniske y tesista del
Fraunhofer-Institute für Solare Energiesysteme

YOLTLANEX, EL TLACUACHE Y LA LUCIÉRNAGA

En aquel tiempo, dicen los abuelos, todavía no había luz en la Tierra. Y sin embargo ahí estaba Yoltlanex, una hermosa niña con los ojos alegres como un cascabel, el cabello lacio como una cascada alta y una sonrisa fresca como una mazorca de maíz nuevo. Ella no podía ver nada, porque todo estaba en la más profunda oscuridad.

Yoltlanex soñaba con ver los colores, reconocer los bordados de su blusa, admirar el monte con todos sus verdes y mirar los matices del cielo donde se escuchaba a los pájaros cantar. Sobre todo, quería ver el verdadero rostro de sus seres amados. Un día no pudo más y escaparon de su boca sus anhelos. Sin darse cuenta cómo sucedió, dijo casi en forma de plegaria:



–Es muy triste la vida en la oscuridad, no puedo vivir de esta manera ni un día más. ¿Qué tengo que hacer para poder ver los colores, para ver el monte, el cielo y el rostro verdadero de mis seres amados?

De pronto, escuchó unos ruidos muy extraños cerca de sus pies, sintió moverse algo peludo y se asustó un poco.

–¿Quién eres tú y qué haces aquí?, –preguntó ella.

—Soy el tlacuache, he escuchado tus suplicas y te puedo ayudar. Yo conozco a una vieja que tiene algo que llama fuego. El fuego ilumina todo lo que está a su alrededor, permite que se vean los colores y que aparezcan los rostros de los seres amados. La anciana no comparte el fuego con nadie, ahí lo tiene y no se lo da a la gente de la Tierra; muchos ya le han pedido el favor: “¡Danos la lumbre!”, le han suplicado. La vieja siempre contesta: “No, porque la lumbre es sólo para mí. La lumbre es mía”. Lo que puedo hacer es meterme al río y así, todo mojado, puedo pedirle que por favor me deje secar junto a la lumbre... Entonces, cuando la vieja se quede dormida, meteré mi cola en el fuego y vendré corriendo a traértelo. Tú tienes que haber juntado leña y zacate bien seco para que yo pueda prender bonito la hoguera y se ilumine por primera vez este lugar y puedas ver lo que hasta ahora no has logrado ver.



Yoltlanex sonrió con tanto furor que parecía que le iba a explotar el corazón. Le agradeció con lágrimas de felicidad y le dijo:

—Gracias hermano tlacuache porque vas a hacer un sacrificio por nosotros.

El tlacuache emprendió su camino y Yoltlanex comenzó a juntar leña y zacate seco. Todo lo hacía guiada por el tacto. Sentía el zacate mojado

y caminaba un poco más allá hasta encontrar zacate seco. Así, caminó y caminó hasta que ya estaba bien lejos de su casa, todos los sonidos eran diferentes, había aromas de frutas que nunca había oído y el suelo tenía una textura muy diferente al de su casa.

Estaba muy entretenida reconociendo ese lugar, cuando de repente sucedió algo maravilloso, algo totalmente nuevo para ella. En medio de la penumbra comenzó a percibir algo inexplicable. Una diminuta luz brillaba en medio de la oscuridad. Como si estuviera soñando se quedó inmóvil, atónita. Una voz que sonaba como música le dijo:

—Yoltanextsin, hermanita, ¡qué bueno que viniste hasta acá! Ya te esperaba desde hace tiempo.

—¿Quién eres tú? ¿Cómo sabes mi nombre y cómo le haces para brillar?

—Ah, yo soy la luciérnaga y sé muchas cosas. Mucho trabajo me ha costado acabar con la oscuridad. Si quieres te puedo contar cómo lo hice, pero te advierto que no tengo todas las respuestas y parte del misterio lo tienes que descubrir tú misma.

—Claro que sí, así lo haré. Yo he anhelado por mucho tiempo terminar con la oscuridad para poder ver los colores, el monte, el cielo y el verdadero rostro de mis seres amados. Por favor, cuéntame, ¿qué debo hacer para lograrlo?

—Te lo diré, pero recuerda que no voy a darte todas las respuestas. Hace tiempo yo anhelaba acabar con la oscuridad y conocer que había más allá, sin tener que ir a tientas por la Tierra, sin tener que agudizar mis oídos para saber qué estaba cerca de mí, sin tener que estar alerta y cuidarme siempre de lo que estaba a mi alrededor. Entonces, igual que tú, caminé mucho, volé más, me enfrenté a muchos peligros y me alejé demasiado de mi casa. La oscuridad cada vez era mayor y el frío se hacía más intenso

cuanto más avanzaba. No encontraba comida. Estaba tan exhausta y tan asustada que creí que iba a morir.

Así fue que, cuando pensé que no podía más, que moriría de hambre, de frío y de cansancio, con la última chispita de fuerza que me quedaba empecé a cantar. Mi canto comenzó a calentar mi corazón, y mi corazón se iba acelerando más y más. En cierto momento se aceleró tanto que súbitamente se encendió una luz en mí.

Al encenderse esa luz en mí, mi asombro fue enorme. Me di cuenta de que estaba en medio de un campo lleno de flores hermosas, amarillas, deliciosas, llenas de néctar y con un olor exquisito. Con ellas pude nutrirme para recuperar mi fuerza. Ese día entendí que, si tenemos el corazón cantando, podemos iluminarnos e iluminar lo que está a nuestro alrededor. Desde entonces voy por la Tierra acercándome a aquellos que tienen un corazón lleno de preguntas, lleno de esfuerzo, lleno de anhelos, pero sobre todo un corazón que quiere iluminar a los demás.



Yoltlanex miraba a la luciérnaga maravillada. De vez en vez también podía ver a su alrededor cuando la luciérnaga titilaba. Estaba a punto de hacerle una pregunta, cuando la luciérnaga, casi como adivinando lo que iba a hacer, se adelantó y le dijo:

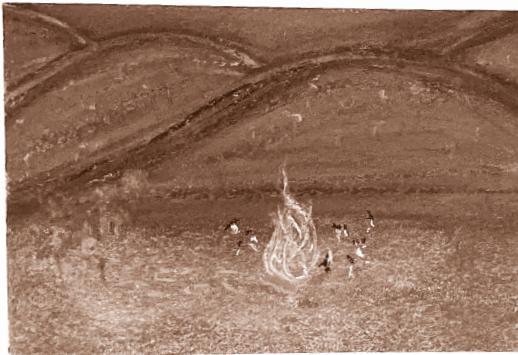
—¡Ah!, ¡ah! ¿Recuerdas que te advertí que no te iba a dar todas las respuestas? Ya sé que me ibas a preguntar cómo puedes ver el verdadero rostro de tus seres amados, pero eso es algo que tienes que descubrir por ti misma—, y entonces la luciérnaga desapareció.

Yoltlanex se quedó de nuevo en la oscuridad total, con la cabeza llena de ideas y el corazón lleno de dudas. Conservaba aún en su mente algunas imágenes de las flores que le describió la luciérnaga. Comenzó a caminar de regreso a su casa, y poco a poco fue reconociendo por el tacto, los sonidos y los olores del lugar donde se había encontrado por primera vez con el tlacuache. Se aseguró de apilar la leña y el zacate seco.

No pasó mucho tiempo hasta que vio a lo lejos por primera vez al tlacuache. En su cola llevaba el fuego que le quitó a la vieja mientras dormía.

—¡Ay!, ¡ay! ¡Quítate que me quemol!, —gritaba el tlacuache.

Con trabajo logró llegar hasta donde estaba la leña y metió la cola entre el zacate seco. Ante sus ojos apareció una bellísima fogata. Los colores azules, naranjas, amarillos e incluso verdes del fuego ardieron e iluminaron todo a su alrededor.



Yoltlanex brincaba de felicidad. Por fin podía ver los colores bordados en su blusa, los cerros verdes y el cielo con los pájaros. Su familia corrió a ver qué estaba pasando y juntos danzaron alrededor del fuego agradecidos por ver tantas maravillas y por sentir el calor.

Curaron la cola quemada del tlacuache y lo invitaron a que se quedara a vivir cerca de su casa como agradecimiento por su sacrificio. Desde ese día los tlacuaches tienen la cola pelada y pueden ser vistos cerca de las casas, listos para comerse una mazorca o lo que esté disponible.

Pasaron algunos días y con el tiempo la gran hoguera se fue haciendo más pequeña. Parecía que iba a desaparecer. Entonces la abuela dijo:

—Tráiganme tres piedras y vayan a buscar más leña.

Tres niños acudieron con piedras y algunos jóvenes trajeron más leña. Así pasaron los días. Aprendieron a cocinar cosas deliciosas en el tikomit y se dedicaron a reconocer los colores de la Tierra, entre muchas cosas más. Sin embargo, también se dieron cuenta de que, cuando el viento soplabla fuerte, se necesitaba más y más leña. La abuela, que siempre estaba pegada al fogón, tosía de vez en cuando y sus ojos estaban un poco menos brillantes que el primer día que llegó el fuego.

Una noche Yoltlanex les preguntó a sus hermanos:

—¿Cómo podemos hacer para que la abuela no tosa y sus ojos sigan brillando?

—Yo creo que podemos hacerle una casita al fuego—, respondió su hermana menor.

—Podemos juntar piedras y hacerle como una cuevita para seguir alimentándolo con leña—, agregó el hermano de en medio.

–Yo pienso que también tenemos que hacerle una chimenea por donde pueda salir el humo para que ya no lo respire la abuela–, sugirió la hermana mayor.

–Pues manos a la obra. Vamos a construir un fogón que cuide al fuego, a la abuela y que nos siga permitiendo ver nuestra maravillosa Tierra–, dijo Yoltlanex.



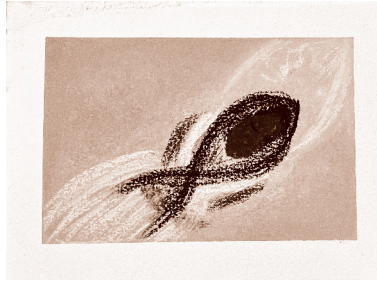
Así, se pusieron a construir una estufa muy bonita, le pusieron sus comales, le hicieron una puertita, le dejaron un hoyito para recoger la ceniza y le construyeron una chimenea para sacar el humo de la casa.

Yoltlanex y su familia estaban muy felices por lo calentita que estaba la casa, por los ricos alimentos y por los colores que podían ver. No obstante, al haberle hecho una casita al fuego ya no era tan fácil reconocer los rostros de su familia. La luz no era tan intensa como cuando estaba el fuego libre sin su casita.

Yoltlanex recordó lo que la luciérnaga le dijo:

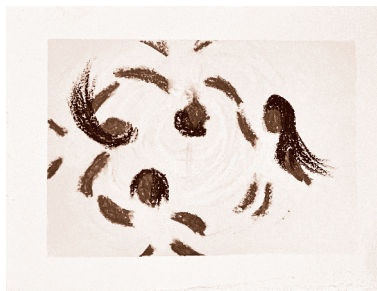
–Te advierto que no te voy a dar todas las respuestas. Tú tienes que descubrir qué tienes que hacer para que siempre puedas ver el rostro verdadero de tus seres queridos.

Yoltlanex decidió que iba a descubrir cómo ver el rostro verdadero de sus seres amados sin importar si había luz, penumbra u oscuridad. Agradeció el atole que le había preparado la abuela y se fue a dormir tranquila. Esa noche tuvo un sueño muy hermoso.



A la mañana siguiente Yoltlanex se despertó muy alegre y recordó que en su sueño había llegado a ella una canción. Les pidió a sus hermanos que tomaran sus instrumentos y la acompañaran. Uno por uno, atraídos por la música, fueron apareciendo todos los miembros de su familia, incluidos el tlacuache y la luciérnaga. Poco a poco, los corazones se fueron iluminando. Poco a poco, sonrieron los rostros de sus seres amados.

Fue así que Yoltlanex descubrió que, si los corazones están en paz, alegres y juntos, es posible iluminar la Tierra incluso en la más profunda oscuridad.



Anexos

e)



f)



g)

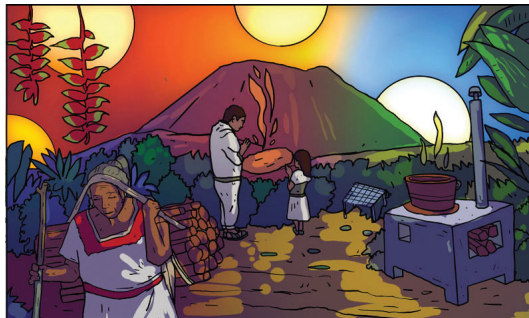


Ilustración 5, 6 y 7

e) Formas de participación en el proyecto. f) Innovación participativa en el diseño de "mi cocina ideal". g) Quehaceres y fuentes de energía.

Fuente: Jimena N. Ramos.

g)



j)



h)



k)



i)



l)



l)



m)

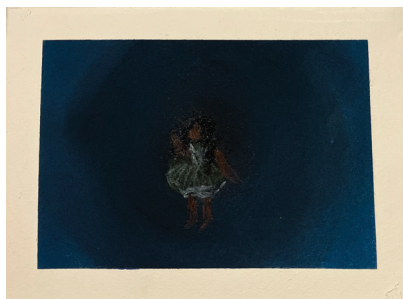


n)



Fuente: Adrián Medina y David Vizcarra.

Ilustración. Yoltlanex, el tlacuache y la luciérnaga





Fuente: María Esther Nieto.

Sobre las autoras y los autores

COORDINADORAS

RÁTIVA-GAONA, SANDRA

Doctorante del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP). Licenciada y maestra en Sociología por la Universidad Nacional de Colombia. Madre, feminista, ecologista y trabajadora de la cooperativa de energías renovables Onergia. Desde la ecología política, ha investigado las formas comunitario-populares y sus luchas por la transformación social y por la vida digna, así como las formas sociales de la energía eléctrica. Perteneció al Seminario en Entramados Comunitarios y Formas de lo Político de la BUAP, al grupo de trabajo Ecología(s) Política(s) del Sur/Abya Yala, del Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales y al Grupo en Estudios Transdisciplinarios en Energía y Crisis Civilizatoria (GETECC).

SILVA NORMAN, AZUCENA

Maestra en Ciencias de la Sostenibilidad e Ingeniera Química por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), especializada en sistemas energéticos. Desde 2012 ha colaborado en proyectos para el sector energético como ingeniera de procesos y coordinadora de proyectos. Colaboró con el Premio Zayed a la Sostenibilidad en México como consultora de proyectos y en el equipo de comunicación. Tiene experiencia en el área de energía solar térmica, cuantificación de gastos energéticos, evaluaciones de impacto ambiental, marcos de evaluación

de sostenibilidad para el sector energético y vinculación social de actores clave. Desde 2020, ha colaborado como asistente de investigación en el Programa Nacional Estratégico de Energía y Cambio Climático (Pronace ECC) del Conahcyt.

STRAFFON, ALEJANDRA

Directora de Energías y Cambio Climático, dentro de la Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico e Innovación del Conahcyt. Es doctora en Ciencias de la Tierra por la UNAM y licenciada en Física por esta misma institución. Es integrante de la Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad y de la Asamblea Nacional de Afectados Ambientales. A su vez, participó en el Capítulo México del Tribunal Permanente de los Pueblos. Sus líneas de investigación son la variabilidad climática, la política pública ante el cambio climático y las alternativas de desarrollo social frente al deterioro ambiental. En los últimos años se ha dedicado a propiciar articulaciones y generar proyectos en temas de energía, transición energética y cambio climático.

AUTORAS Y AUTORES

ÁLAMO HERNÁNDEZ, URINDA

Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)

ALVARADO RODRÍGUEZ, MARITZA XITLALY

El Colegio de La Frontera Sur (Ecosur)

ARGUETA NAVARRETE, PABLO IVÁN

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES),
UNAM

ARIAS LÓPEZ, FIDEL

Alternativas de vida solidaria para el desarrollo y la paz, A.C.

ÁVILA CALERO, SOFÍA

Instituto de Investigaciones Sociales (IIS), UNAM

AYALA MONTEJO, DIANA

Investigadora por México, Conahcyt

BABINET ROJAS, NADJELI VALENTINE

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES),
UNAM

BASSAM, ALI

Laboratorio de Modelado y Optimización de Procesos Energéticos
y Ambientales. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán
(UADY)

BASTIAN MARTÍNEZ, YEIMI BERENICE

Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)

BERRONES HERNÁNDEZ, ROBERTO
Universidad Politécnica de Chiapas

BERRUETA SORIANO, VÍCTOR MANUEL
Universidad Intercultural Indígena de Michoacán (UIIM)

BLANCO GONZÁLEZ, CRISTINA
Universidad Politécnica de Chiapas

CÁCERES MESA, MARITZA LIBRADA
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH

CANALES LICONA, DIANA
Investigadora por México, Conahcyt

CANSECO PÉREZ, MIGUEL ÁNGEL
Universidad Politécnica de Chiapas

CASTILLO TÉLLEZ, MARGARITA
Centro de Investigaciones Históricas y Sociales. Universidad Autónoma de Campeche (UAC)

CASTILLO-TÉLLEZ, BEATRIZ
Centro Universitario de Tonalá (CUTonalá). Universidad de Guadalajara

CASTRO MONTOYA, AGUSTÍN J.
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

CÉSAR MUNGUÍA, ANA LILIA
Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

CETINA QUIÑONES, ARMANDO JESÚS

Laboratorio de Modelado y Optimización de Procesos Energéticos y Ambientales. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)

CHANONA SOTO, JOSUÉ

Universidad Politécnica de Chiapas

CHÁVEZ PORTILLO, MA. FERNANDA

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), UNAM

CÓRDOVA MONTIEL, ROVELMAR

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader)

CORTÉS POPOCA, ROCÍO CARMEN MARTINA

Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

CORTEZ LUGO, MARLENE

Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)

CRUZ VÁZQUEZ, JENNIFER DANIELA

Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

DE LA SIERRA DE LA VEGA, LUZ ANGÉLICA

Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)

DE LOS REYES HEREDIA, JOSÉ ANTONIO

Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)

DENIAU, YANNICK

Geocomunes A.C.

DOMÍNGUEZ NIÑO, ALFREDO
Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

DOMÍNGUEZ ROJAS, DENIA ELIZABETH
Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)

DURÁN, LEONARDO
Comisión redactora del colectivo de investigación e incidencia del proyecto Energía para el *yeknemilis* (buen vivir) de la sierra nororiental de Puebla y de la Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske

DZIB CAN, J. UBALDO
Centro de Investigaciones Históricas y Sociales. Universidad Autónoma de Campeche (UAC)

EL MEKAOUI, AMINA
Investigadora por México, Conahcyt, adscrita al Centro de Investigaciones Regionales, Unidad de Ciencias Sociales de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY)

ENRÍQUEZ SANTIAGO, ELIA MA.
Comunidad San José Xilatzén

ESCUDERO LOURDES, CLAUDIA
Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)

ESTEBAN, LETICIA
Comisión redactora del colectivo de investigación e incidencia del proyecto Energía para el *yeknemilis* (buen vivir) de la sierra nororiental de Puebla y de la Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske

FERNÁNDEZ, JOSÉ P.

Comisión redactora del colectivo de investigación e incidencia del proyecto Energía para el *yeknemilis* (buen vivir) de la sierra nororiental de Puebla y de la Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske

FERNÁNDEZ, LUIS E.

Comisión redactora del colectivo de investigación e incidencia del proyecto Energía para el *yeknemilis* (buen vivir) de la sierra nororiental de Puebla y de la Unión de Cooperativas Tosepan Titataniske

FERRARI, LUCA

Instituto de Geociencias (IGC), UNAM

FLORES HERNÁNDEZ, JOSÉ RAFAEL

Instituto de Geociencias (IGC), UNAM

FLORES LOT, CARLA

Cartocrítica A.C.

FUENTES GUTIÉRREZ, ALFREDO FERNANDO

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), UNAM

GALEANA IBARRA, ELIZA MARIANA

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), UNAM

GARCÍA MORALES, ANGÉLICA

Secretaría de Educación del estado de Nuevo León

GARCÍA OCHOA, RIGOBERTO

El Colegio de la Frontera Norte

GARCÍA VALLADARES, OCTAVIO
Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

GÓMEZ ORTIZ, DANIELA MICHELLE
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)

GÓMEZ SALVADOR, CÉSAR
Comunidad El Jomte

GÓMEZ TORRES, SERGIO A.
Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)

GONZÁLEZ CANCHÉ, NANCY GUADALUPE
Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)

GONZÁLEZ LÓPEZ, RAFAEL
Investigador por México, Conahcyt

GOTTFRIED J., CARLOS F.
Potencia Industrial S.A. de C.V.

HERNÁNDEZ CHAPA, GUILLERMO
Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

HERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ, LUIS ALBERTO
Universidad Politécnica de Chiapas

HERNÁNDEZ MARTÍNEZ, DIANA
Instituto de Geociencias (IGC), UNAM

HERRERA, JOSÉ ISRAEL

Centro de Investigaciones Jurídicas, Universidad Autónoma de Campeche (UAC)

LEYVA, AMARANTA

Autora y titiritera. Forma parte de la compañía Marionetas de la esquina y es directora de La Titería.

LÓPEZ CAAMAL, MARÍA EUGENIA

Escuela de Trabajo Social, Instituto Campechano

LÓPEZ PÉREZ, SÓCRATES

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)

LÓPEZ VIDAÑA, ERICK C.

Centro de Investigación en Materiales Avanzados (Cimav). Subsede Durango

MARTÍNEZ BRAVO, RENÉ D.

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES), UNAM

MARTÍNEZ JASSO, CLARA MARÍA

Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)

MARTÍNEZ MORALES, ELENA GUADALUPE

Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

MARTÍNEZ VALENTÍN, VENANCIO

Comunidad El Barrancón

MARTÍNEZ ZAZUETA, IVÁN
Doctorante en Geografía. UNAM

MASERA CERUTTI, OMAR
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES),
UNAM

MEJÍA PÉREZ, GERARDO A.
Centro Universitario de Tonalá (CUTonalá), Universidad de Guadalajara

MENDOZA MAGALLÁN, EDITH
Instituto Tecnológico Superior de Pátzcuaro

MESSINA, SARAH
Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología (Cenitt)

MOLINA PANIAGUA, LUIS FERNANDO
Universidad Autónoma de Chiapas (Unach)

MONTIEL ORTIZ, GABRIELA
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)

MUNGUÍA CHOCOTECO, EDUARDO
Alternativas de vida solidaria para el desarrollo y la paz, A.C.

MUÑOZ CRUZ, ROBERTO
Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)

NIETO SÁNCHEZ, MARÍA ESTHER
Unión Tosepan Titataniske y Fraunhofer-Institute für Solare Energiesys-
teme

OCAÑA OSORIO, JESÚS GABRIEL
Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

OLIVER HERNÁNDEZ, LUIS ALBERTO
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)

OPORTO PEREGRINO, SAMUEL
Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahcyt)

ORTIZ GUERRERO, NATALIE
Investigadora por México, Conahcyt

PALACIOS SALDAÑA, RODRIGO
Instituto de Geociencias (IGC), UNAM

PALOMO GONZÁLEZ, L. FABIOLA
Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)

PAMPILLÓN GONZÁLEZ, LILIANA
Laboratorio de Bioenergía, Departamento Académico de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT)

PANTOJA ENRÍQUEZ, JOEL
Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (Unicach)

PATRICIO CHÁVEZ, FÉLIX
Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropriada (GIRA)

PERALTA, PASCUAL DIEGO
Red de Patrimonio Biocultural, Conahcyt

PÉREZ LUNA, YOLANDA DEL CARMEN
Universidad Politécnica de Chiapas

PÉREZ, LUIS FERNANDO
Geocomunes A.C.

PILATOWSKY FIGUEROA, ISAAC
Coautor de *El secreto de Julia*. Laboró en el Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

PILATOWSKY GOÑI, PATRICK
Coautor de *El secreto de Julia*. Instrumentista y compositor de música electrónica, diseñador y constructor de equipos didácticos solares

PINTO RUIZ, RENÉ
Universidad Autónoma de Chiapas (Unach)

RAESFELD, LYDIA JOSEFA
Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)

RANGEL, ERÉNDIRA
Centro Nayarita de Innovación y Transferencia de Tecnología (Cenitt)

RIOJAS-RODRÍGUEZ HORACIO
Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)

SALDAÑA TRINIDAD, SERGIO
Universidad Politécnica de Chiapas

SÁNCHEZ CASTILLO, MARCO A.
Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP)

SÁNCHEZ ESTEBAN, MARISOL
Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

SÁNCHEZ LÓPEZ, JOSÉ VÍCTOR
Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

SÁNCHEZ MIRANDA, ERIKA LUCÍA
Instituto de Energías Renovables (IER), UNAM

SÁNCHEZ PÓLITO, JORGE EMIGDIO
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES),
UNAM

SÁNCHEZ ROQUE, YAZMÍN
Universidad Politécnica de Chiapas

SANTOS SOCORRO, OBISPO
Comunidad San José Xilatzén

SCHIAVO, BENEDETTO
Instituto de Geofísica, UNAM

SERRANO MEDRANO, MONTSERRAT
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES),
UNAM

SILVA ADAME, GILBERTO
Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES),
UNAM

SOMOZA COUTIÑO, GILBERTO
Universidad Autónoma de Chiapas (Unach)

TARIQ, RASIKH

Instituto para el Futuro de la Educación (IFE). Tecnológico de Monterrey

TAURO, RAÚL

Instituto de Investigaciones en Ecosistemas y Sustentabilidad (IIES),
UNAM

TORRES WONG, MARCELA

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales (Flacso)

VALDEZ TREJO, KARLA MARIANA

Instituto Nacional de Salud Pública (INSP)

VAN DER WAL, HANS

Departamento de Agricultura, Sociedad y Ambiente. El Colegio de la
Frontera Sur (Ecosur)

VÁZQUEZ, MANUEL LLANO

Cartocrítica A.C.

VERA CORTÉS, GABRIELA

Departamento de Sociedad y Cultura. El Colegio de la Frontera Sur
(Ecosur)

VITE VEGA, JENNIFER

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH)

VIVEROS BALLESTEROS, ERÉNDIRA

Autoridad Educativa Federal en la Ciudad de México

ZAMORA ORTIZ, REGINA

Plataforma Nacional Energía, Ambiente y Sociedad (Planeas), Conahcyt.

Índice de figuras, fotografías, tablas e ilustraciones

SEGUNDA PARTE

REFLEXIONES METODOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CIENCIA/CONOCIMIENTO SOBRE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

Capítulo 4. La Plataforma Nacional Energía, Ambiente y Sociedad (Planeas): una herramienta pública para la planeación energética integral

FIGURAS

Figura 1. Contenidos de la plataforma de visualización	80
Figura 2. Sistema Eléctrico Nacional y Red Nacional de Transmisión	84
Figura 3. Portada del cuaderno temático <i>Patrones de consumo energético en el sector residencial de México: un análisis desde la perspectiva de usos finales</i>	87
Figura 4. Portada del cuaderno temático <i>Estudio del Balance Nacional de Energía 2020</i>	89
Figura 5. Portada del cuaderno temático <i>El Sistema Eléctrico Nacional. Parte 1. Integración y análisis de la información sobre capacidad instalada, generación y factor de planta</i>	91
Figura 6. Capturas de pantalla de un ejercicio de modelación sobre escenarios energéticos para 2050	94

**Capítulo 5. Energía para el *yeknemilis* (buen vivir):
investigar en otra lengua en la sierra
nororiental de Puebla**

FIGURAS

Figura 1. El árbol del <i>yeknemilis</i> o vida buena	99
Figura 2. Matriz energética traducida al masewaltahtol por la comunidad de Reyeshogpan	106

FOTOGRAFÍA

Fotografía 1. Ejercicio de lectura del Códice Masewal	113
---	-----

TABLA

Tabla 1. Comparación de significados y traducción de palabras en masewaltahtol para decir <i>energía</i>	107
--	-----

Capítulo 7. La construcción de programas de mitigación y adaptación ante el cambio climático para quince municipios del estado de Hidalgo

FIGURAS

Figura 1. Actores y funciones principales que inciden en el diseño y desarrollo de la agenda ambiental del proyecto	141
Figura 2. Formulario para la integración del inventario de compuestos y gases de efecto invernadero de tres zonas metropolitanas del estado de Hidalgo	147

Figura 3. Esquematación del sistema estatal de cambio climático en el estado de Hidalgo	152
Figura 4. Ejes de acción para el municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo	153
Figura 5. Modelo de participación de los actores, instituciones y organizaciones en la implementación de la agenda ambiental para tres zonas metropolitanas del estado de Hidalgo	156
Figura 6. Mapa conceptual de educación ambiental basado en la Carta de Belgrado	157

MAPAS

Mapa 1. Localización de las tres zonas metropolitanas dentro del conjunto de los municipios del estado de Hidalgo donde se desarrolló el proyecto	143
Mapa 2. Compuestos y gases de efecto invernadero en la zona centro de Pachuca	152

TABLAS

Tabla 1. Total de emisiones del inventario municipal de compuestos y gases de efecto invernadero de Tula de Allende durante 2023	148
Tabla 2. Toneladas anuales emitidas en la categoría “energías” en los municipios de la zona metropolitana de Tula, estado de Hidalgo	154
Tabla 3. Programa de mitigación y adaptación ante el cambio climático del municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo	155
Tabla 4. Apartado “Acciones para energías” del programa de educación ambiental del municipio de Tula de Allende en el estado de Hidalgo	158

TERCERA PARTE
EL RETO DE TRANSFORMAR LAS CIUDADES

Capítulo 8. Ciudad, energía y cambio climático

FIGURAS

Figura 1. Lineamientos simplificados para la elaboración de planes y programas municipales de desarrollo urbano	171
Figura 2. Dimensiones de forma urbana y metropolitana	172
Figura 3. Proceso de urbanización	180
Figura 4. Población urbana por rango de ciudades	183

**Capítulo 9. Las mototaxistas de Guerreras Fénix:
entrevista con Verónica Ocaña Domínguez**

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. El primer mototaxi eléctrico de Guerreras Fénix	191
Fotografía 2. La Universidad Modelo y Guerreras Fénix estrenan el primer mototaxi eléctrico	193
Fotografía 3. Firma de convenio de colaboración entre la Universidad Modelo y Guerreras Fénix	195
Fotografía 4. Visita de seguimiento en torno a los avances y dificultades del proyecto	197
Fotografía 5. Karen Aldape, encargada del mantenimiento mecánico de las unidades, se prepara para realizar un recorrido muestra	201

Capítulo 11. Experiencias participativas para la incidencia social e institucional en materia de resiliencia al cambio climático y contaminación del aire: dos estudios de caso con una perspectiva de salud poblacional

FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las cuatro zonas metropolitanas del proyecto e integrantes con participación activa o potencial en los dos estudios de caso	217
Figura 2. Proceso para integrar los grupos colaborativos, herramientas y medios para el quehacer colaborativo	219
Figura 3. Perfil de los asistentes en los talleres participativos de 2023	221
Figura 4. Proceso participativo para identificar rutas de incidencia	222
Figura 5. Ejes temáticos de acciones y proyectos de adaptación al cambio climático y la contaminación del aire identificados en los talleres	223
Figura 6. Mapeo de rutas de incidencia por zona metropolitana, eje temático y actores clave	225
Figura 7. Integrantes, misión y visión de las embajadoras de salud planetaria	227
Figura 8. Videoconferencia con las embajadoras de la Ciudad de México	229
Figura 9. Sesiones de retroalimentación y diálogo con embajadoras de salud planetaria	231

TABLAS

Tabla 1. Participación de las instituciones convocadas a formar los grupos de colaboración del proyecto	220
---	-----

Tabla 2. Número de acciones de adaptación en salud pública ante el cambio climático y la contaminación del aire identificadas en los talleres	222
Tabla 3. Contenido temático de los talleres de diálogo para la generación de proyectos escolares de salud planetaria	232
Tabla 4. Lecciones aprendidas de los talleres de diálogo con embajadoras de salud planetaria	235

CUARTA PARTE

INNOVACIONES ENERGÉTICAS PARA MEJORAR LAS CADENAS PRODUCTIVAS LOCALES

Capítulo 12. Impacto social del secado solar de alimentos en Hueyapan, Morelos

FIGURAS

Figura 1. Superficie sembrada y producción anual de diferentes productos agrícolas de Tetela del Volcán presentes en Hueyapan a lo largo del tiempo	249
Figura 2. Logotipo y marca de los productos deshidratados para su comercialización	255
Figura 3. Portada del libro <i>El secreto de Julia para secar alimentos con el Sol</i>	260

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Aspectos del municipio indígena de Hueyapan	247
Fotografía 2. Árboles frutales de Hueyapan con desperdicio alimentario	250
Fotografía 3. Componentes del proyecto	251
Fotografía 4. Secador solar tipo gabinete	259

Fotografía 5. Centro comunitario para el deshidratado solar de productos agropecuarios de pequeños productores indígenas de Hueyapan	262
Fotografía 6. Secado solar de frutas	262
Fotografía 7. Mural elaborado por la sociedad cooperativa de deshidratación de frutas de Hueyapan	263
Fotografía 8. Comercialización de productos en el mercadito verde de Morelos, Cuernavaca	265

MAPA

Mapa 1. (a) Ubicación geográfica de Hueyapan a nivel estatal; (b) localización del municipio autónomo de Hueyapan, Morelos.	248
---	-----

Capítulo 13. Promoción del bienestar socioeconómico de comunidades rurales piloncilleras con base en la adecuada gestión de energía generada con residuos orgánicos y recursos naturales

FIGURAS

Figura 1. Localización geográfica de las comunidades piloncilleras tének donde se desarrolla el proyecto	273
Figura 2. Perspectiva inicial del proyecto generada a partir de un diagnóstico comunitario	275
Figura 3. Áreas de oportunidad validadas por la comunidad para el aprovechamiento de los residuos y recursos naturales en su sistema de producción	277
Figura 4. Estrategia del paquete tecnológico 1: producción artesanal de piloncillo con enfoque sostenible	279

Figura 5. Estudios en campo y simulaciones para mejorar la operación de la puntera y el horno	283
Figura 6. Estrategia para paquete tecnológico 2: microgeneración de calor y electricidad para hogares rurales	287
Figura 7. Estrategia del paquete tecnológico 4: producción de ron artesanal a partir de jugo de caña, melaza y piloncillo	292
Figura 8. Propuesta para implementar sistemas fotovoltaicos en las unidades productivas y viviendas	295
Figura 9. Estrategias de emprendimiento social como preámbulo a esquemas de economía solidaria	298
Figura 10. Gestión de una marca distintiva de los productos artesanales derivados del piloncillo	302
Figura 11. Estrategia de gestión social en las comunidades piloncilleras tének	306

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. El piloncillo en cono y granulado, una tradición ancestral de carácter familiar y principal sustento de las comunidades tének de la Huasteca Potosina	274
Fotografía 2. Trapiches de tracción y de motor usados en la actualidad en la producción de piloncillo en las comunidades tének de la Huasteca Potosina	280
Fotografía 3. Transferencia de saberes entre los productores y la academia para el desarrollo de prototipos de trapiches funcionales y de bajo costo	281
Fotografía 4. Beneficios de la implementación de buenas prácticas de manufactura en el trapiche	284
Fotografía 5. Actividades de gestión local para conseguir apoyos complementarios para el proyecto	285

Fotografía 6. Fogones tradicionales en las viviendas tének de la Huasteca Potosina	286
Fotografía 7. Carencia de electricidad en las unidades productivas y viviendas	287
Fotografía 8. Validación de prototipo local de estufa ecológica de leña	288
Fotografía 9. Validación de prototipo académico de estufa ecológica de leña con microgeneración de energía	288
Fotografía 10. Capacitación de estudiantes del plantel núm. 9 del Colegio de Bachilleres en la construcción de estufas ecológicas de leña	290
Fotografía 11. Socialización de los beneficios de salud de las estufas ecológicas de leña	291
Fotografía 12. Prueba de degustación en campo del ron elaborado a partir de melaza y piloncillo de la zona de incidencia	293
Fotografía 13. Acciones de gestión para inducir el interés y el aprovechamiento de la energía solar	297
Fotografía 14. Programas de capacitación en emprendimiento social para miembros de las comunidades piloncilleras tének	299
Fotografía 15. Programas de capacitación para el desarrollo de nuevos productos y de buenas prácticas de manufactura	300
Fotografía 16. Comercialización directa de los productos derivados de piloncillo en ferias regionales	303
Fotografía 17. Adecuación de la unidad de procesamiento de productos de piloncillo en la comunidad de San José Xilatzén	304
Fotografía 18. Participación de productores de piloncillo en la Expo Agroalimentaria organizada por el Gobierno de San Luis Potosí	305

Fotografía 19. Equipo de trabajo del Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia 321073	307
---	-----

Capítulo 14. Experiencias en el uso de tecnologías solares en comunidades de pescadores campechanos previas a la instalación de una planta de secado solar de productos marinos

FIGURAS

Figura 1. Barreras que limitan el desarrollo económico y social del sector pesquero en Campeche	314
Figura 2. Principales objetivos del proyecto	316
Figura 3. Metodología seguida para conseguir los objetivos	317
Figura 4. Resultados del diagnóstico social	320
Figura 5. Esquema de los secadores de la planta de secado solar para productos pesqueros	328

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Condiciones de pesca y comercialización actuales en las comunidades	321
Fotografía 2. Talleres de equidad de género dirigidos a esposas de pescadores	322
Fotografía 3. Talleres de construcción de secadores y secado solar dirigidos a infancias de las comunidades de pescadores	323
Fotografía 4. Talleres de secado solar dirigidos a mujeres, pescadores y personas adultas de tercera edad de las comunidades	324

ÍNDICE DE FIGURAS, FOTOGRAFÍAS, TABLAS E ILUSTRACIONES

Fotografía 5. Componentes de la cámara de secado del secador solar tipo túnel	325
Fotografía 6. Subsistemas de calentamiento solar de agua y de aire del secador solar tipo túnel	325
Fotografía 7. Sistema de calentamiento solar de agua acoplado al secador solar tipo túnel	326
Fotografía 8. Etapas de experimentación con el secado de pescado	327
Fotografía 9. Estado actual de los secadores solares primario y secundario para el deshidratado de productos pesqueros	327
Fotografía 10. Fileteado del pescado	329
Fotografía 11. Lavado del pescado	330
Fotografía 12. Disposición de filetes en el secador primario	330
Fotografía 13. Disposición de residuos en el secador secundario	330
Fotografía 14. Cabezas de tilapia dentro del secador	331
Fotografía 15. Semilla de pepino germinada	332
Fotografía 16. Proceso de peletización	334
Fotografía 17. Obtención de <i>pellets</i>	334
MAPA	
Mapa 1. Macrolocalización: Lerma, Punta Xen y Sabancuy en el estado de Campeche	316
TABLA	
Tabla 1. Composición porcentual de macronutrientes de los residuos de pescado	332

Capítulo 15. Socializar las energías alternativas y su uso eficiente en los procesos productivos de Chiapas

FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las unidades de producción en el estado de Chiapas.	348
Figura 2. Área de recolección de aceite usado de cocina en la colonia San Jacinto del municipio de Suchiapa, Chiapas	352

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Vista inferior del puente Chiapas en el vaso de la presa Malpaso. Chiapas, México	341
Fotografía 2. Realizando la prueba de acidez de la leche para elaboración de quesillo. Rancho Tres Potrillos, Nuevo Jalapa Tupumbak, municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México	341
Fotografía 3. Grupo colaborativo de la Universidad Politécnica de Chiapas (alumnado y profesorado) y personas productoras del Rancho Tres Potrillos, durante una capacitación en tecnología de elaboración de quesillo. Nuevo Jalapa Tupumbak, municipio de Ocozocoautla de Espinosa, Chiapas, México	343
Fotografía 4. Imagen térmica de calor de un cazo de cocción tradicional	349
Fotografía 5. Etapa de recolección de aceite usado de cocina en la colonia San Jacinto, del municipio de Suchiapa, Chiapas	353
Fotografía 6. Actores del proyecto en un diálogo sobre el costo del diésel para tractor. Rancho Las Brasas, municipio de Villaflores, Chiapas	353

Fotografía 7. Foro informativo que involucró la participación de 60 personas productoras y el grupo de investigación. Villaflores, Chiapas, agosto de 2023	357
Fotografía 8. Demostración del uso del biodiésel en tractor agrícola. Asociación Ganadera Local. Villaflores, Chiapas, México, agosto de 2023	358

TABLAS

Tabla 1. Unidades de producción seleccionadas para los estudios de consumo de diésel en tractores agrícolas, microempresas productoras de lácteos, optimización y calentamiento de agua	346
Tabla 2. Consumo de diésel en actividades agrícolas en la región Frailesca	355
Tabla 3. Comparación de diésel y biodiésel en el Rancho los Flamboyanes	356
Tabla 4. Comparación de diésel y biodiésel en el Rancho los Nandalonda	356

QUINTA PARTE

ENERGÍAS PARA LA VIDA: DEMOCRATIZAR LA ENERGÍA,
AMPLIAR EL CONCEPTO, DESCOLONIZAR LOS USOS

Capítulo 16. Ecomóvil: acercando las ecotecnologías a la gente

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Mujer purépecha preparando “uchepos” o tamales en un contenedor de basura adaptado como fogón de leña, en la comunidad de Cheranatzícurin, Paracho, Michoacán	366
---	-----

Fotografía 2. Calentador solar de agua utilizado en la comunidad de San Francisco Pichátaro, Michoacán	368
Fotografía 3. Exhibición del Ecomóvil en la comunidad de San Jerónimo Purenchécuaro, Quiroga, Michoacán	371
Fotografía 4. Exhibición del Ecomóvil en el Tianguis Científico de la Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo, Morelia, Michoacán	373
Fotografía 5. Presentación del Ecomóvil a públicos infantiles en escuelas primarias en Michoacán	375
Fotografía 6. Recorrido del Ecomóvil por diversas comunidades de la meseta Purépecha, Michoacán	380

Capítulo 17. Pobreza y democratización energética en Tabasco

FIGURAS

Figura 1. Área de incidencia e investigación del proyecto “Plataforma”	387
Figura 2. Gasto mensual en electricidad, gas y leña en hogares de rancherías en Comalcalco y Cunduacán, Tabasco	392
Figura 3. Energía para realizar las actividades que permiten el disfrute de la vida	394
Figura 4. Gasto mensual en diferentes tipos de energía conforme a una muestra de emprendimientos familiares en Cunduacán y Comalcalco	396

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Secador de fibras naturales instalado en casa de una de las integrantes del grupo de mujeres “Mariposas” en Guaytalpa, Nacajuca	399
---	-----

Fotografía 2. Taller de elaboración de biocarbón a partir de la leña del mangle y capacitación básica en técnicas de inventario forestal de manglar	399
Fotografía 3. Secadora tipo invernadero de la semilla de cacao, instalada en la segunda sección del Zapotal, Comalcalco	400
Fotografía 4. Uso de estufa ahorradora de leña para tostar cacao en la chocolatería José y María, ubicada en la quinta sección de la Ranchería Oriente, Comalcalco	401
Fotografía 5. Capacitación para la elaboración de comprimidos a partir de los residuos de carpinterías	401
Fotografía 6. Taller de artesanías y artesanos Manos a la Energía	403

TABLA

Tabla 1. Algunas variables de pobreza energética en los hogares	391
---	-----

Capítulo 18. Investigación e incidencia desde la movilización social en la sierra nororiental de Puebla

FIGURAS

Figura 1. Esquema de la teoría de escalera energética	409
Figura 2. Tensión entre el concepto de energía hegemónico y el concepto de energía desde la cosmovisión local	420
Figura 3. Esquema de propuesta del modelo alternativo de gestión energética (componentes, atributos y valores)	426

ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Energía para el <i>yeknemilis</i>	411
Ilustración 2. Árbol del <i>yeknemilis</i>	412
Ilustración 3. El fuego vivo	418
Ilustración 4. Diálogo sobre la energía	419
Ilustración 5. Formas de participación en el proyecto	423
Ilustración 6. Innovación participativa en el diseño de “mi cocina ideal”	425
Ilustración 7. Quehaceres y fuentes de energía	427

**Capítulo 19. Transición energética en comunidades mayas:
rutas de incidencia y aprendizaje en Yucatán**

FIGURAS

Figura 1. Ubicación de las cuatro comunidades de incidencia en el estado de Yucatán	434
Figura 2. Diagrama de la metodología de investigación e incidencia de Sotuta en Yucatán	

FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Comunidad de San José Tipceh en Yucatán	436
Fotografía 2. Comunidad de Yaxunah en Yucatán	438
Fotografía 3. Comunidad de Ixil en Yucatán	439
Fotografía 4. Comunidad de Sotuta en Yucatán	441
Fotografía 5. Escuelas comunitarias campesinas	444
Fotografía 6. Participación de los habitantes de la comunidad	445
Fotografía 7. Medición y foto de uno de los pozos artesanales rehabilitados en Yaxunah	448

Fotografía 8. Implementación del sistema de bombeo solar de 3 y 5 <i>hp</i> con apoyo de estudiantes y académicos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán	449
Fotografía 9. Muestra de la producción agrícola de la comunidad de Ixil obtenida con el sistema de bombeo solar	450
Fotografía 10. Muestra de los productos elaborados por las mujeres de la comunidad de Ixil en el vivero implementado	451
Fotografía 11. Invernadero de traspatio implementado en Yaxunah y San José Tipceh	452
Fotografía 12. Implementación de sistemas de bombeo y riego en la comunidad de Sotuta	453
Fotografía 13. Diseño del vivero para cultivo de hierbas aromáticas y plantas medicinales en Sotuta	454
Fotografía 14. Secador solar de hierbas aromáticas y medicinales mayas	455
Fotografía 15. Destiladores para hierbas aromáticas y medicinales mayas	456
Fotografía 16. Manifestación de la comunidad de Ixil contra el despojo de la tierra	460
Fotografía 17. Manejo de suelos: intercambio de saberes locales	461
Fotografía 18. Manejo de control de plagas: dinámicas de diálogos entre comunidades	462

Índice general

Presentación	7
Introducción	11

PRIMERA PARTE

AMPLIAR LA AGENDA DE INVESTIGACIÓN SOBRE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

1. El cambio climático debe ser un tema de estudio transgresor: entrevista con la doctora María Amparo Martínez Arroyo	23
2. Transición energética: una lectura crítica sobre el modelo dominante y sus alternativas	33
3. ¿Es posible despatriarcalizar la energía? Reflexiones y prácticas desde la investigación	51

SEGUNDA PARTE

REFLEXIONES METODOLÓGICAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CIENCIA/CONOCIMIENTO SOBRE ENERGÍA Y CAMBIO CLIMÁTICO

4. La Plataforma Nacional Energía, Ambiente y Sociedad (Planeas): una herramienta pública para la planeación energética integral	75
5. Energía para el <i>yeknemilis</i> (buen vivir): investigar en otra lengua en la sierra nororiental de Puebla	97

6. Procesos participativos y transdisciplinarios: lecciones de los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia sobre energía en México	119
7. La construcción de programas de mitigación y adaptación ante el cambio climático para quince municipios del estado de Hidalgo	139

TERCERA PARTE

EL RETO DE TRANSFORMAR LAS CIUDADES

8. Ciudad, energía y cambio climático	167
9. Las mototaxistas de Guerreras Fénix: entrevista con Verónica Ocaña Domínguez	189
10. Del neoliberalismo en México a la investigación en electromovilidad: la experiencia de Potencia Industrial	203
11. Experiencias participativas para la incidencia social e institucional en materia de resiliencia al cambio climático y contaminación del aire: dos estudios de caso con una perspectiva de salud poblacional	213

CUARTA PARTE

INNOVACIONES ENERGÉTICAS PARA MEJORAR LAS CADENAS PRODUCTIVAS LOCALES

12. Impacto social del secado solar de alimentos en Hueyapan, Morelos	243
13. Promoción del bienestar socioeconómico de comunidades rurales piloncilleras con base en la adecuada gestión de energía generada con residuos orgánicos y recursos naturales	271
14. Experiencias en el uso de tecnologías solares en comunidades de pescadores campechanos previas	

a la instalación de una planta de secado solar de productos marinos	311
15. Socializar las energías alternativas y su uso eficiente en los procesos productivos de Chiapas	339

QUINTA PARTE

ENERGÍAS PARA LA VIDA: DEMOCRATIZAR LA ENERGÍA, AMPLIAR EL CONCEPTO, DESCOLONIZAR LOS USOS

16. Ecomóvil: acercando las ecotecnologías a la gente	365
17. Pobreza y democratización energética en Tabasco	385
18. Investigación e incidencia desde la movilización social en la sierra nororiental de Puebla	407
19. Transición energética en comunidades mayas: rutas de incidencia y aprendizaje en Yucatán	431

SEXTA PARTE

RELATOS SOBRE LA ENERGÍA

El desafío de los titanes en Paradise	469
Los rayos Kiouteyomej	473
El secreto de Julia para secar alimentos con el Sol / <i>Ini ixtagatzin Julia guenin moh quatza intlaqualtih igah in Tonaleh</i>	477
Sarah: la gallina que cocina con el Sol	478
Yoltlanex, el tlacuache y la luciérnaga	496
Anexo	503
Sobre las autoras y los autores	511
Índice de figuras, fotografías, tablas e ilustraciones	525

Se terminó de editar diciembre de 2024
La edición estuvo al cuidado de la Dirección de Difusión
Científica del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y
Tecnologías. Para su formación se utilizaron las familias
tipográficas GMX y Montserrat.

Los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces) del Conahcyt son una estrategia que orienta la investigación hacia la prevención, atención y solución de problemáticas nacionales a través de ejes específicos llamados Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii).

Como Pronace de Energía y Cambio Climático (ECC) nos hemos dedicado, de manera integral y colectiva, a construir una propuesta para una transición energética justa y sustentable en México, a partir de diferentes líneas de trabajo: el soporte conceptual, el desarrollo de políticas públicas, la generación de bases de datos e información estratégica del sector energético, la organización de foros de discusión, la publicación de materiales de análisis y difusión para diferentes públicos.



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS

