

Año 3, Número 3, enero-abril 2025. Publicada el 4 de abril de 2025

LA RENOVABLE

**EL LADO MÁS CALIENTE DEL
ENFRIAMIENTO**

Energía eólica

Nanotecnología: una posibilidad para
limpiar el agua

La pobreza energética de Tepoztlán: ¿has
considerado de dónde viene la luz de tu casa?

Funcionalidades interactivas

Pensando en tu comodidad, hemos diseñado esta revista digital con diversas funcionalidades interactivas que transformarán tu experiencia de lectura en algo dinámico, fluido y fácil de explorar.

La tabla de contenido te permite desplazarte de manera ágil entre los temas. Solo haz clic o toca los títulos o números de página para ir directamente al contenido.

Las imágenes superiores también funcionan como accesos rápidos a los temas más relevantes. Un solo toque y estarás allí.



Contenido

Energía y sociedad

La pobreza energética de Tepoztlán 
Daniela Cervantes Sedano

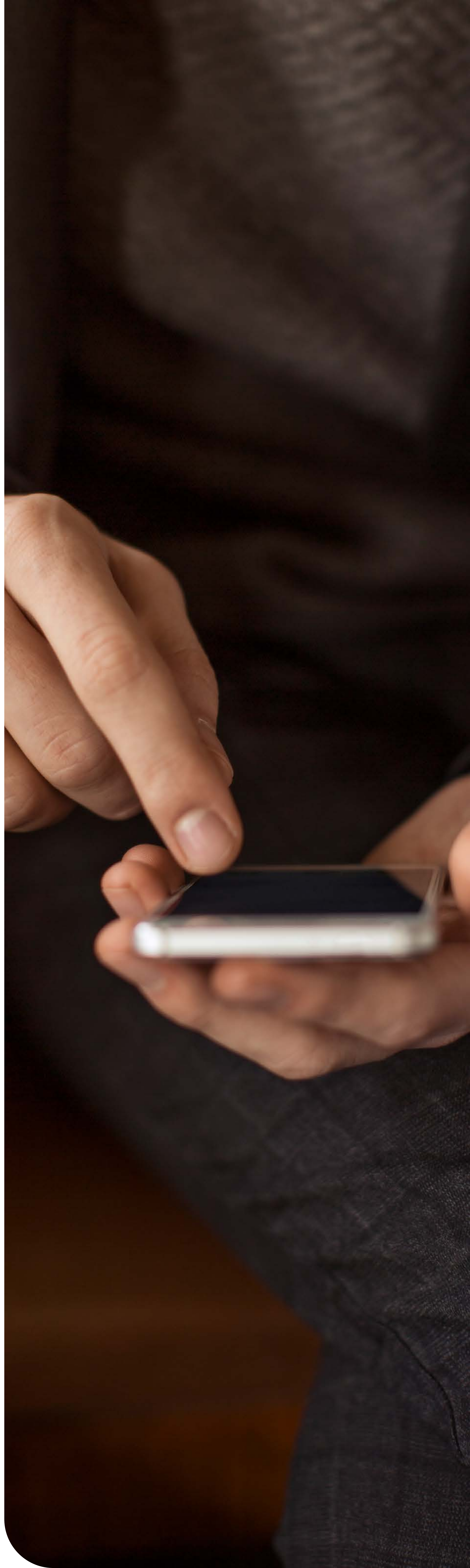
Ventana a las energías renovables

El lado más calientedel enfriamiento 9
J. Camilo Jiménez García

Y para que nunca te pierdas, hemos incorporado un botón en la esquina inferior derecha que te llevará de vuelta a la tabla de contenidos desde cualquier página.



Esperamos que disfrutes de esta publicación que con mucha dedicación hemos creado para ti.



Directorio

UNAM

Dr. Leonardo Lomelí Vanegas
Rector

Dra. Patricia Dávila Aranda
Secretaria General

Mtro. Tomás Humberto Rubio Pérez
Secretario Administrativo

Dra. Diana Tamara Martínez Ruiz
Secretaria de Desarrollo Institucional

Dra. María Soledad Funes Argüello
Coordinadora de la Investigación Científica

Instituto de Energías Renovables

Dra. Marina Elizabeth Rincón González
Directora

Dr. Miguel Róbles Pérez
Secretario Académico

Lic. Celeste Morales Santiago
Secretaria de Gestión Tecnológica y Vinculación

Lic. Daniela P. Juárez Bahena
Jefa de la Unidad de Comunicación de la Ciencia

La Renovable

Mtra. Nicté Yasmín Luna Medina
Editora

Mtro. C. David Leal Fulgencio
Asistente editorial

Lic. Daniela P. Juárez Bahena
Encargada de promoción y difusión

EsBrillante
Diseño gráfico

Consejo editorial

Dr. Mariano López de Haro
Fis. Juan Tonda Mazón
Dra. Marina Elizabeth Rincón González
Dr. Sergio Cuevas García
Dr. Guillermo Barrios del Valle
Dr. Eduardo Ramos Mora
Dr. Jesús Antonio del Río Portilla
Dra. Dulce María Arias Lizárraga

La Renovable, Año 3, No. 3, enero-abril 2025 es una publicación cuatrimestral editada por la Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, C.P. 045510, Ciudad de México, a través del Instituto de Energías Renovables. Domicilio: Privada Xochicalco S/N Temixco, Morelos, México C.P. 62580. Teléfonos: (52) 777 362 0090 (ext. 29744) y (52) 555 622 9744 www.ierunam.mx/LaRenovable, larenovable@unam.mx.

Editora responsable: Nicté Yasmín Luna Medina. Certificado de Reserva de Derechos al uso Exclusivo No. 04-2023-012010580600-102. ISSN: en trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Instituto de Energías Renovables, Privada Xochicalco S/N Temixco, Morelos, México C.P. 62580, fecha de la última modificación, 11 de marzo de 2025.

El contenido de los artículos es responsabilidad de las personas autoras y no refleja el punto de vista del Consejo editorial o de la UNAM. Se prohíbe la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados por cualquier medio sin la autorización expresa de las personas editoras.

Contenido

Energía y sociedad

La pobreza energética de Tepoztlán5
Daniela Cervantes Sedano

Ventana a las energías renovables

El lado más calientedel enfriamiento 9
J. Camilo Jiménez García

**Geotermia: transformando la climatización
con energía sustentable 12**
Luis Enrique Ballesteros Espinosa

Nanotecnología: una posibilidad para limpiar el agua16
Mariana López Rodríguez

La electricidad que viene del viento19
Alan Saih Hernández Acosta

Entrevista con

**Dra. Anabel López Ortiz: plática sobre el secado
solar de alimentos 22**
Karen Yoselyn Laguna García

Renueva tus conocimientos

Reseña de El secreto de Julia..... 26
Gabriela Ruiz Rendón



Carta editorial

Estimada audiencia:

Les saludo desde Temixco, Morelos.

Con mucha emoción les presento este nuevo número de nuestra revista La Renovable, en la que muchas personas que formamos parte de las autorías y de la equipa que hace posible esta publicación experimentamos la primera vez en este proyecto editorial.

Este número te llevará a conocer diferentes áreas de las energías renovables. Empezarás con un texto que comparte algunas experiencias que reflejan la pobreza energética de Tepoztlán, Morelos y que pone sobre la mesa los diferentes tipos de índices que se han desarrollado en el mundo para medirla. Después, conocerás sobre los equipos de enfriamiento que utilizamos para sentirnos confortables en espacios cerrados y aquellos que utilizamos para preservar nuestros alimentos; este artículo nos introduce a los desafíos que tenemos para atender estas necesidades sin contribuir al calentamiento global de nuestro planeta. En el mismo sentido de climatizar los espacios, conocerás una de las formas poco conocidas como son los intercambiadores de calor enterrados en el subsuelo: una tecnología que está en desarrollo para ver su aplicación en lugares con climas como el de Temixco, Morelos.

En otro artículo, conocerás los procesos que se han implementado para purificar las aguas residuales utilizando distintos nanomateriales. Posteriormente, se presentan unas líneas que explican cómo se genera la electricidad con el viento; ahí mismo, se describe la capacidad instalada que tiene México y comparte algunos datos curiosos sobre el tema. La sección “Entrevista con” te acercará al secado solar de alimentos y conocerás las diferentes aplicaciones que nuestra protagonista y sus colegas están explorando en el Instituto de Energías Renovables de la UNAM. Finalmente, encontrarás una invitación a leer el libro de divulgación científica “El secreto de Julia para secar alimentos con el Sol”, una obra dirigida a infancias y adolescencias que narra la historia de un club de amistades que se aventuran a deshidratar con el Sol los frutos de su huerto.

Deseo que disfruten este número como un aperitivo que te despierte el hambre por conocer más de nuestro tema principal: las energías renovables.

Nicté Luna
Editora

La pobreza energética de Tepoztlán:

¿has considerado de dónde viene la luz de tu casa?

Daniela Cervantes Sedano

Camila, una mujer de 40 años del poblado de San Juan Tlacotenco, debe manejar todas las mañanas a la zona centro de Tepoztlán, Morelos para cargar gasolina a su carro y así poder llevar a su hija a la escuela; Julián, un estudiante de secundaria de Santo Domingo, barrio de Tepoztlán, no puede hacer su tarea si llueve, debido a que se va la luz; mientras que Amanda, una niña de 5 años, no puede salir a jugar en la tarde porque su colonia no tiene alumbrado público. Estas son algunas de las situaciones que retratan la pobreza energética que se vive en Tepoztlán.

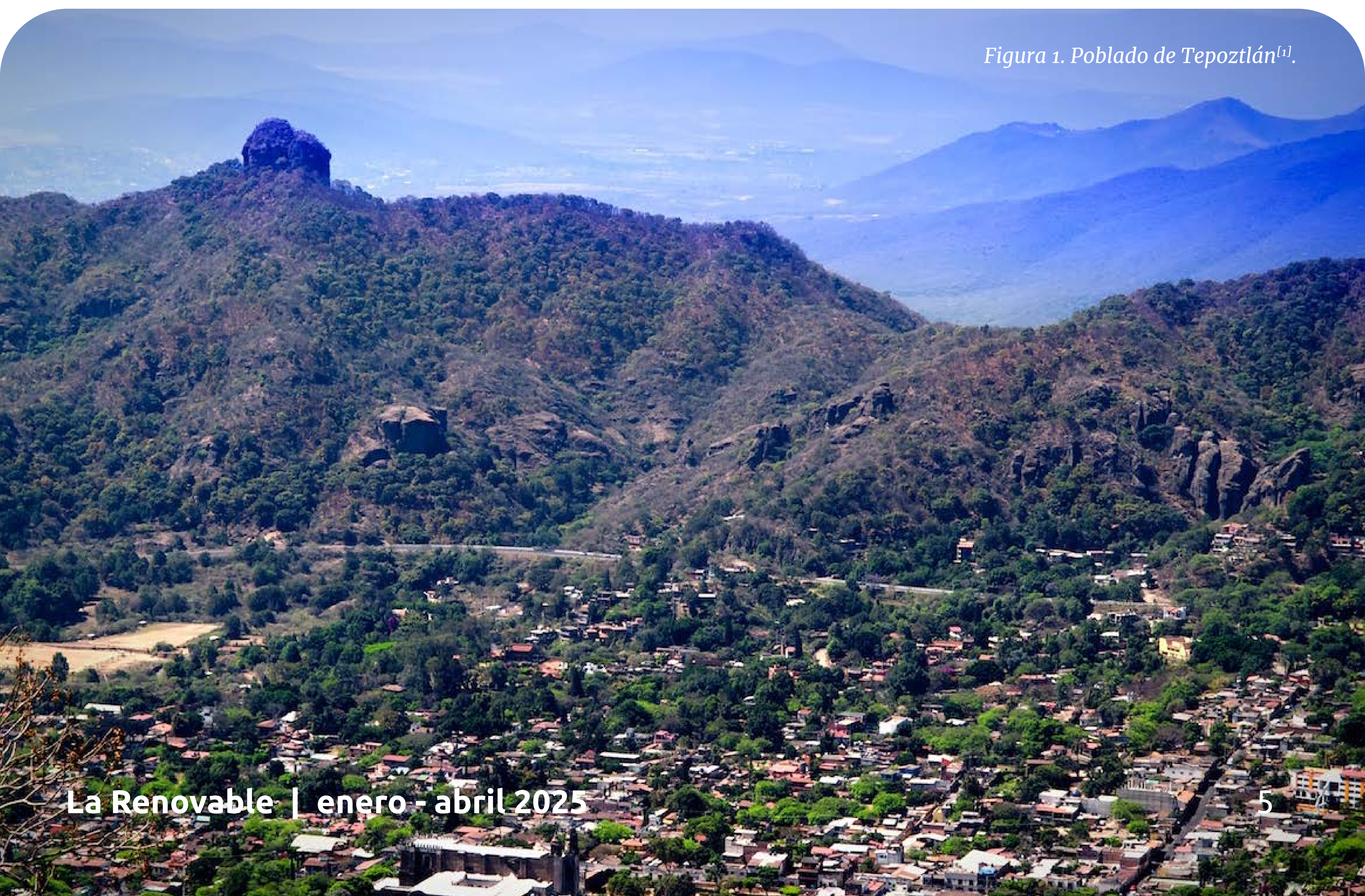
La pobreza energética se define como la falta de energía en los hogares para cubrir las necesidades materiales y sociales, es decir, que no solamente no cuenten con la ener-

gía suficiente para las necesidades básicas, como son cocinar, limpiar, trabajar y realizar el cuidado personal físico, sino que tampoco obtengan las satisfacciones asociadas con la energía como es la convivencia, el entretenimiento y la comunicación.

La energía está conectada con el bienestar, tanto de las personas como de las comunidades, y aquí en México podemos ver marcada significativamente la (in)justicia energética proveniente de la mala distribución del acceso a la energía. Cuando toda tu energía (electricidad o combustible) se produce solo en zonas céntricas urbanizadas y transportarla depende de kilómetros de líneas de distribución, se dice que es energía centralizada porque solo se concentra en un lugar.

Estas líneas de distribución son los aparentemente interminables cables que cuelgan de un poste a otro, que seguramente ves mientras caminas en tu colonia, o los que cuelgan de grandes torres que quizás alguna vez hayas visto durante un viaje por carretera y que se dirigen hacia los poblados cerca de esos caminos. Es probable que hayas visto alguna vez un carro que chocó contra un poste provocando un corte eléctrico o algún otro tipo de accidente.

Figura 1. Poblado de Tepoztlán^[1].





El mayor problema se encuentra en las fallas de la red eléctrica, ya que es un área propensa a que haya cortes de energía debidos a fallas en el cableado eléctrico por vientos y lluvias fuertes

Como habitante de esta comunidad, he atestiguado las vivencias contadas al inicio del artículo; lamentablemente, en nuestro país y en el mundo hay muchas comunidades que viven una situación parecida; sin embargo, sería poco efectivo identificar, a partir de la experiencia personal, a cada una de estas comunidades. Por tal razón, es importante recurrir a herramientas que nos permitan hacer esas evaluaciones de manera precisa y más rápida.

Para calcular el porcentaje de pobreza energética que se vive en México (y en otros países) se necesita de indicadores, que son características específicas, observables, claras y medibles. El primer índice que se creó fue el MEPI^[2] (Índice Multidimensional de Pobreza Energética, por sus siglas en inglés) para contabilizar la pobreza energética de África, fue propuesto inicialmente por Patrick Nussbaumer, académico y consultor con amplia experiencia en ciencias ambientales, en colaboración con muchas y muchos colegas investigadores. Esta herramienta considera 5 indicadores: acceso a la educación, electricidad, cocina, electrodomésticos y comunicación.

Los lugares remotos y de difícil acceso, como pueden ser pueblos pequeños y comunidades montañosas, suelen tener una energía de mala calidad que afecta a toda la población, debido a lo frágiles y antiguas que son estas líneas de distribución. Esta situación es conocida como vulnerabilidad energética, y esta es la que expone a las personas al riesgo de caer en pobreza energética.

En Tepoztlán, un pueblo rodeado de tradición y cultura, se puede presenciar esta pobreza. Por las políticas del pueblo, la capacidad energética viene de municipios contiguos, como son Yautepec o Cuernavaca, o está concentrada en el centro del pueblo. Si bien la mayoría de las personas conoce la zona centro formada por 8 barrios, Tepoztlán se compone de 99 localidades. Las localidades que más se alejan de la zona centro son las que tienen más carencias energéticas, ya que en estos lugares no cuentan con alumbrado público y para comprar gasolina deben ir hasta la zona centro.

En el Instituto de Energías Renovables de la UNAM, el equipo de investigación que coordina la Dra. Karla Cedano ha desarrollado una novedosa forma de medir la pobreza energética en México: el MEDI (Índice Multidimensional de Depravación Energética, por sus siglas en inglés)^[3]. Este contempla los 5 utilizados por el MEPI y agrega el indicador del factor térmico, que considera los diferentes bioclimas que coexisten en nuestro país, entre los que destacan el cálido, el templado y el húmedo. Esto es importante, ya que el confort térmico al interior de una vivienda está ligado al consumo de energía.

Ambos índices son útiles para medir la pobreza energética; sin embargo, los resultados encontrados por la Dra. Cedano y sus colegas muestran que MEDI arroja un índice 2.5 veces mayor que MEPI, evidenciando una mayor incidencia de pobreza energética al considerar el confort térmico. Estos hallazgos deberían ser clave para tomadores de decisiones en políticas energéticas, tanto en zonas rurales como urbanas.

Vale la pena explicar que clima y bioclima no son los mismos conceptos. Las regiones climáticas están relacionadas con el relieve, la flora, la fauna y la ubicación geográfica; mientras que los bioclimas se centran más en la temperatura y la humedad^[3]

En México existen 10 climas y 11 regiones bioclimáticas. Estas regiones bioclimáticas están divididas por municipios, por lo que los datos son más fiables para cada localidad de México; por ejemplo, en un solo estado, como es el de Morelos, tenemos diferentes bioclimas: algunos cálidos, como en Xoxocotla o Temixco, o fríos, como Tepoztlán y el norte de Cuernavaca.

De regreso al índice MEDI, la propuesta novedosa consiste en que cada indicador tiene un peso asignado, tal que la suma de los pesos sea uno, esto es para normalizarlos y facilitar los cálculos. Estos valores no se asignaron al azar, sino que se llegó a esto tras consultar a personas expertas en energía, quienes se dedican a políticas públicas, a la cultura energética y a la demanda energética.

Puede ser que para alguien el acceso a la educación sea lo fundamental, pero alguien puede señalar que si no hay una buena alimentación (indicador cocina) no habrá el mismo impacto; en cambio, otros pueden opinar que lo principal es que contemos con un servicio de electricidad confiable, al mismo tiempo que otra persona experta afirma que ya lo hemos conseguido. Al final de este intercambio de ideas, se acuerda el peso que debe asignársele a cada dimensión.

Otra manera de medir la pobreza energética es el Índice de Satisfacción Energética basado en Capacidades (Capabilities-driven Energy Satisfactors Index, CESI), también inspirado en el algoritmo del que vienen el MEPI y el MEDI; no obstante, si bien tiene cálculos similares, los datos se obtienen de manera diferente. Cuando hablamos de formas de medir la pobreza energética tenemos dos caminos diferentes, la directa y la indirecta.

*Hombre con sus caballos en Tepoztlán, México.
Foto por SageSmith1987 vía Wikimedia Commons.*

La que utiliza el MEPI y el MEDI es la indirecta porque toma los datos de encuestas ya realizadas, mientras que en el CESI se consulta directamente a las poblaciones individualmente, esto lo hace más invasivo.

La pobreza energética refleja ampliamente los aspectos de la pobreza, ya que la energía es necesaria tanto para la parte social como económica en la vida de las familias. Es necesario medir la pobreza energética para conocer cómo avanzamos como comunidad y país hacia la transición energética y hacia un México con menor desigualdad socioeconómica.

Sabemos que estos índices se han aplicado en diferentes comunidades y contextos.

Seguramente, si los aplicamos al caso de Tepoztlán, en sus diferentes barrios y localidades, identificaremos la pobreza energética que padecen y, en un escenario alentador, se podrían promover e implementar políticas públicas que ayuden a disminuir este y otros tipos de pobreza.

Referencias

- [1] Ed Fladung. (2010). The Valley of Tepoztlan [Fotografía]. Flickr. <https://flic.kr/p/84RdLo>
- [2] Nussbaumer, P., Bazilian, M., & Modi, V. (2012). Measuring energy poverty: Focusing on what matters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 231-243. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.150>
- [3] Cedano, K. G., Robles-Bonilla, T., Santillán, O. S., & Martínez, M. (2021). Assessing energy poverty in urban regions of Mexico: The role of thermal comfort and bioclimatic context. *Sustainability*, 13(19), 10646. <https://doi.org/10.3390/su131910646>

*El mirador del convento de la Natividad.
Foto por Barocount vía Wikimedia Commons.*

El lado más caliente del enfriamiento

J. Camilo Jiménez García

Sistemas de enfriamiento que terminan produciendo el efecto opuesto.

Y tú, ¿qué tan dependiente eres del enfriamiento?

Las personas no solemos ser conscientes de la influencia de los sistemas de producción de frío en nuestras vidas. A menudo, creemos que su mayor beneficio proviene del refrigerador o del aire acondicionado, sin considerar su amplio uso y la dependencia de la sociedad en ellos. Además de conservar alimentos en los hogares, estos sistemas son esenciales en industrias como la alimenticia, textil, farmacéutica, química, electrónica y energética. También son fundamentales en el comercio y los servicios, presentes en supermercados, oficinas, hospitales y bancos.

En los centros de datos, entre el 60 y 70 % de la energía consumida se destina a la refrigeración, imprescindible para el funcionamiento de los equipos de cómputo^[1]. En el transporte, los sistemas de enfriamiento permiten trasladar alimentos y otros productos como vacunas, medicinas y combustibles. Los productos marítimos, por ejemplo, requieren bajas temperaturas para su conservación. Sin duda, estos sistemas son clave para nuestra calidad de vida. Según la temperatura que alcanzan, los equipos de enfriamiento se dividen en dos categorías: los sistemas de aire acondicionado (A/C), diseñados para el confort térmico sin reducir drásticamente la temperatura, y los sistemas de refrigeración, que permiten la conservación o congelación de perecederos. Algunos incluso pueden generar temperaturas aún más bajas.

¿Cuántos sistemas de enfriamiento hay en el mundo?

Es difícil determinar la cantidad de sistemas de enfriamiento en operación, pero las ventas ofrecen una referencia.

En 2018, se vendieron 336 millones de nuevos equipos de refrigeración y A/C en el mundo^[2]. Su amplio uso convierte a este mercado en uno de los más valiosos. Lo preocupante es que, según pronósticos, en 2030 se adquirirán 460 millones de nuevos sistemas, reflejando un crecimiento acelerado. En el sector industrial, se estima un aumento del 60 % entre 2022 y 2030^[3]. Esto resalta la necesidad de soluciones sustentables para cubrir la demanda futura.

Los sistemas de enfriamiento, ¿son dañinos para el ambiente?

Los sistemas de enfriamiento impactan negativamente al medio ambiente de dos formas. El efecto directo proviene de la liberación de refrigerantes¹ a la atmósfera, ya sea por daños en el equipo o por tareas de mantenimiento. Estas sustancias pueden reducir la capa de ozono, aumentando el riesgo de cáncer de piel, cataratas y daños en organismos marinos y plásticos^[4].

¹ Los refrigerantes son fluidos especiales, indispensables para lograr el efecto de enfriamiento en los enfriadores convencionales. Usualmente están contenidos en los sistemas de enfriamiento, por lo que no tienen interacción directa con sustancias o materiales ajenos al propio enfriador.



Además, al acumularse en la atmósfera, algunos refrigerantes contribuyen al calentamiento global y con ello al incremento de la temperatura del planeta.

El efecto indirecto está ligado al consumo eléctrico de estos sistemas, ya que la mayoría funcionan con electricidad generada a partir de combustibles fósiles^[2] cuyo aprovechamiento emite bióxido de carbono (CO₂) al ambiente, el cual contribuye al efecto invernadero. En 2023, el 60 % de la electricidad mundial provino de petróleo, gas y carbón^[5], cifra que en México alcanzó el 75 %. Esto significa que, por cada hora de uso, al menos 45 minutos se contribuye indirectamente al calentamiento global, siendo este el principal impacto ambiental de los sistemas de enfriamiento.

¿Por qué necesitaremos enfriar más?

La necesidad de enfriamiento es enorme y seguirá creciendo^[2]. Los principales factores que impulsan esta demanda son:

1. Calentamiento global. Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático^[6], la temperatura promedio del planeta podría aumentar entre 2.6 °C y 4.8 °C para finales de siglo, en comparación con 1986-2005, por lo que habrá una mayor necesidad de utilizar sistemas de enfriamiento para lograr una sensación de confort térmico.
2. Crecimiento poblacional. En 2024, la población mundial alcanzó 8,200 millones y podría llegar a 10,300 millones en la década de 2080^[7], lo que incrementará la demanda de enfriamiento en todos los sectores.
3. Urbanización. Para 2050, cerca del 75 % de la población vivirá en ciudades, donde la reducción de vegetación y la proliferación de edificios dificultan la disipación del calor, elevando la necesidad del uso de sistemas de acondicionamiento de espacios.
4. Mejores ingresos. Un mayor poder adquisitivo permitirá a más personas comprar refrigeradores y A/C, mientras que el aumento en transporte, salud y centros de datos requerirá más sistemas de enfriamiento.

¿Cómo podemos enfriar sin afectar nuestro entorno?

Se podría afirmar que, al día de hoy, el enfriamiento forma parte de un círculo vicioso en el que, por un lado, individualmente satisfacemos nuestras necesidades mediante sistemas que nos permiten conservar y consumir una gran diversidad de alimentos, o bien, generar ambientes confortables, en un planeta cada vez más caliente; sin embargo, al hacer esto contribuimos colectiva e inconscientemente al incremento de las temperaturas que nos aquejan. A pesar de las mejoras en el desempeño de los sistemas modernos, la contribución del enfriamiento al calentamiento global (ironía incluida), en un futuro próximo será insostenible, a menos que se realice un esfuerzo colectivo en el sentido opuesto.



Tal esfuerzo debería integrar múltiples estrategias entre las que se pueden contar, por mencionar algunas: el reemplazo de equipos obsoletos por aquellos más eficientes; el uso racional de los sistemas de enfriamiento, particularmente de aquellos para A/C; la integración de tecnologías alternativas con poco o nulo consumo eléctrico, como son los sistemas térmicos de enfriamiento; la mayor participación de fuentes de energía limpias como energía primaria para la producción de electricidad; la disminución de la necesidad de A/C mediante estrategias de diseño bioclimático; y sobre todo, la promoción de políticas energéticas que favorezcan y estimulen una transición global hacia los sistemas de enfriamiento limpio.

Referencias

- [1] Redacción CIO México. (2020, julio 21). ¿Por qué es importante el enfriamiento en centros de datos? CIO México. <https://cio.com.mx/por-que-es-importante-el-enfriamiento-en-centros-de-datos/>
- [2] The Economist Intelligence Unit. (2019). The cooling imperative: Forecasting the size and source of future cooling demand. <https://www.eiu.com/graphics/marketing/pdf/TheCoolingImperative2019.pdf>
- [3] Precedence Research. (2022, noviembre). Industrial cooling systems market size, trends, report by 2030. <https://www.precedenceresearch.com/industrial-cooling-systems-market>
- [4] Dincer, I., & Kanoglu, M. (2010). Refrigeration systems and applications (2nd ed.). John Wiley and Sons, Ltd.
- [5] Energy Institute. (2024). Statistical review of world energy. https://www.energyinst.org/_data/assets/pdf_file/0006/1542714/684_EI_Stat_Review_V16_DIGITAL.pdf
- [6] Collins, M., Knutti, R., Arblaster, J., Dufresne, J.-L., Fichet, T., Friedlingstein, P., Gao, X., Gutowski, W. J., Johns, T., Krinner, G., Shongwe, M., Tebaldi, C., Weaver, A. J., & Wehner, M. (2013). Long-term climate change: Projections, commitments and irreversibility. En *Climate change 2013: The physical science basis*. Cambridge University Press.
- [7] United Nations. (2024). World Population Prospects 2024: Summary of Results. United Nations. <https://desapublications.un.org/publications/world-population-prospects-2024-summary-results>

Agradecimiento

El presente artículo de divulgación es un producto derivado del apoyo otorgado al autor por el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos (CCyTEM) a través del Centro Morelense de Innovación y Transferencia Tecnológica (CeMITT), en el marco de la convocatoria “Fortalecimiento de las Líneas de Investigación del Estado de Morelos a través de la Publicación de Artículos de Investigación Científica 2024”.

Lecturas recomendadas

Nullis, C. (2018). *El IPCC publica el Informe especial sobre el calentamiento global de 1.5 °C*. Oficina de Comunicación y de Relaciones Públicas de la Organización Meteorológica Mundial, 67(2), 1-3.

Anderson, S. O., Bandarra, E., Bhushan, C., Borgford-Parnell, N., Chen, Z., Christensen, J., Xu, Y. (2020). *Cooling emissions and policy synthesis report: Benefits of cooling efficiency and the Kigali Amendment*. United Nations Environment Programme (UNEP). <https://www.ccacoalition.org/resources/cooling-emissions-and-policy-synthesis-report-benefits-cooling-efficiency-and-kigali-amendment#>

Teverson, R., Peters, T., Freer, M., Radcliffe, J., Koh, L., Benton, T., Strahan, D. (2015). *Doing cold smarter*. Birmingham Energy Institute. <https://www.birmingham.ac.uk/documents/college-eps/energy/policy/doing-cold-smarter-report.pdf>



Geotermia: transformando la climatización con energía sustentable

Luis Enrique Ballesteros Espinosa

La primera primavera que estuve en Temixco, Morelos, resultó tan calurosa que tuve que hacerme de un ventilador para refrescar mi habitación y dormir confortablemente. En ese entonces, era estudiante del segundo semestre de la Ingeniería en Energías Renovables y mis clases me habían permitido conocer que podemos aprovechar la geotermia como un “termostato natural” para climatizar un espacio.

Central geotermoeléctrica Los Azufres, Michoacán. Actualmente, la 2.ª central con más capacidad en el país. Foto por ThinkGeoEnergy vía Flickr.



Según la Agencia Internacional de Energía (IEA), en 2022 las edificaciones representaron el 30 % del consumo energético mundial, siendo los sistemas de climatización responsables del 26 % de las emisiones de gases de efecto invernadero^[1]. En México, las diferentes regiones climáticas generan demandas energéticas distintas. De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (EN-CEVI) 2018, el país se puede catalogar en tres diferentes regiones climáticas^[2].

La región cálida extrema se extiende desde Baja California hasta Durango y que se caracteriza por su clima extremo. Casi la mitad de las viviendas de esta región cuenta con aire acondicionado, lo que la convierte en la zona con la mayor cantidad de estos equipos en el país, con un total de 5.6 millones. La región templada incluye a los estados desde Zacatecas hasta Veracruz, tiene un clima mucho más agradable y, en su mayoría, las viviendas no necesitan de sistemas de climatización. En la región tropical, un total de 1.1 millones de viviendas cuentan con un sistema de aire acondicionado, lo que representa el 12.4 % de los hogares de la región. Ante este escenario, la geotermia emerge como una alternativa sostenible para la climatización de espacios.

Energía que emana de la profundidad de la Tierra

La palabra “geotermia” proviene del griego, donde “geo” significa tierra y “thermo” significa calor. Por lo tanto, la geotermia se refiere al calor de la Tierra. Este calor se origina en el núcleo del planeta y se transmite de diversas maneras, siendo una de ellas el movimiento de las placas tectónicas, lo que da lugar a distintas manifestaciones en la superficie. La presencia de una zona con potencial geotérmico puede identificarse mediante indicadores visuales como volcanes, fumarolas y manantiales de agua caliente. Por otro lado, de acuerdo con el Dr. Jorge Wong Loya (comunicación personal, noviembre 2026^[3]), el término “energía geotérmica” hace referencia a la fracción del calor terrestre que puede ser recuperada y aprovechada por los seres humanos, de acuerdo con lo que nos enseñaron.

Para poder cuantificar el cambio de temperatura del subsuelo, se utiliza la medida de gradiente geotérmico, el cual indica cuántos grados aumentó la temperatura de la capa subterránea de la Tierra por cada kilómetro de profundidad. Mundialmente, el gradiente geotérmico promedio es de 30 °C por kilómetro. De igual manera, esta unidad de medida permite clasificar los recursos geotérmicos con base en la temperatura que presenta el subsuelo de un lugar en específico. Dependiendo de las condiciones de la zona que se analice, el recurso se puede clasificar en tres categorías: recursos de muy baja temperatura, cuando la temperatura es inferior a 30 °C; recursos de temperatura media-baja, con temperaturas entre 30 y 150 °C, y recursos de alta temperatura, cuando el subsuelo supera los 150 °C^[3].

En México, contamos con el conjunto de elementos naturales necesarios para poder hacer uso de los tres tipos de recursos geotérmicos

Desde el siglo pasado, nuestro país se ha caracterizado por ser uno de los que más han aprovechado los usos indirectos de la energía geotérmica. La primera planta geotérmica mexicana se instaló en Pathé, Hidalgo en 1959, y su creación contribuyó de manera significativa al aumento de la relevancia de esta energía^[4]. Un ejemplo de aprovechamiento de los recursos de alta temperatura es la planta de energía eléctrica de los Humeros, Puebla, donde se alcanzan los 400 °C^[3].

La participación de las plantas geotérmicas en la producción de energía eléctrica nacional ha presentado variaciones a lo largo de los años. De acuerdo con el Balance Nacional de Energía de 2022, la geoenergía presentó un incremento en su producción del 6.47 % con respecto al 2021 y representó el 1.31 % del total de energía eléctrica producida^[5]. A nivel mundial, México se encuentra en el noveno lugar de los países con mayor cantidad de energía eléctrica producida por plantas geotérmicas con una generación total de 4242.9 GWh en el 2021^[6]. Actualmente, existen cinco centrales geotérmicas en el país: Cerro Prieto, Baja California; Los Azufres, Michoacán; Los Humeros, Puebla; Las Tres Vírgenes, Baja California Sur, y Domo San Pedro en Nayarit. Estas centrales están controladas en su totalidad por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), con excepción de Domo San Pedro que es operada por una empresa privada^[7].

Geotermia para climatizar

Los sistemas de climatización de espacios por geotermia aprovechan la diferencia de temperatura del exterior de una zona con la temperatura presente en el subsuelo. Esta diferencia en la temperatura se produce porque a cierta profundidad, los cambios en la temperatura ambiente no generan variación alguna en la temperatura del subsuelo. De igual manera, la temperatura en este punto es prácticamente constante durante todo el año^[3]. Es importante señalar que la profundidad a la que se alcanza esta estabilidad varía según la ubicación geográfica.

Para aprovechar esto se utilizan intercambiadores de calor tierra-aire que consisten de tuberías enterradas por las que circula aire. Al hacer pasar aire por estas tuberías, este absorbe o cede energía al subsuelo, según tenga una menor o mayor temperatura que este, respectivamente^[8].

Una vez que se conoce a qué profundidad la temperatura del subsuelo es constante, se puede aprovechar esta condición para poder brindar confort térmico a un espacio en específico. Si las mediciones indican que a tres metros de profundidad la temperatura se mantiene estable en 20 °C, y si la temperatura exterior es de 30 °C, se puede tomar el aire a temperatura ambiente y hacerlo pasar por el sistema, de tal forma que al salir del sistema se tenga una temperatura menor y más agradable. Asimismo, si las condiciones climatológicas del exterior presentan temperaturas menores que las del subsuelo, se realiza el mismo proceso y se obtiene aire con una mayor temperatura; es decir, este tipo de sistemas funcionan tanto para brindar calefacción como para reducir la temperatura de un espacio habitable^[3].

Un aspecto importante a tomar en cuenta si se decide usar este tipo de sistemas es el tipo de entrada y salida del aire. Un sistema con entrada abierta toma aire del exterior, este pasa por la tubería enterrada en donde se hará el intercambio de calor y es conducido finalmente al interior de nuestro espacio a climatizar.

Por otra parte, en el sistema de tipo cerrado, se recolecta aire del interior de nuestro espacio, pasa por el sistema de tubería y se vuelve a introducir al interior. La principal ventaja de los sistemas abiertos es que permiten un recambio de aire; es decir, al tomar aire del exterior e introducirlo al interior, se renueva el aire de la habitación. En cambio, al tomar el aire exclusivamente del interior, los sistemas cerrados tienen la ventaja de que se recircula aire ya climatizado anteriormente, por lo que se puede llegar a una temperatura más agradable^[3]. Como se puede ver en la Figura 1, este tipo de intercambiadores requieren de un área de terreno mayor que los verticales. Así mismo, se tiene que tomar en cuenta que no se podrán plantar ningún tipo de árboles con raíces profundas que en un futuro puedan comprometer la eficiencia del sistema.

De igual manera, es de suma importancia evaluar la forma que tendrá nuestro intercambiador de calor, es decir, la disposición de la tubería por la que circulará el aire en el subsuelo. Los intercambiadores horizontales tienen la ventaja de ser más baratos al no requerir una excavación muy profunda

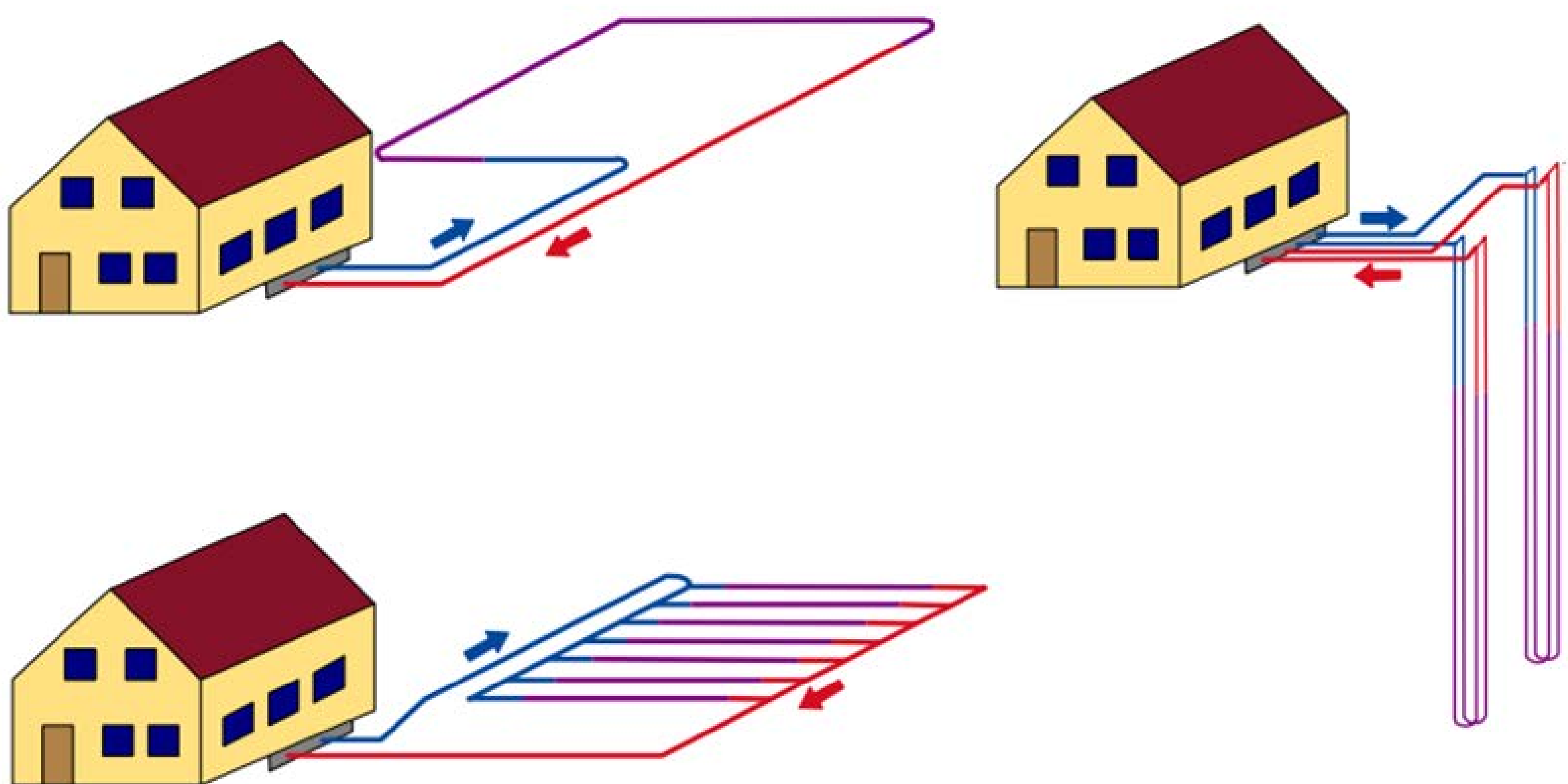


Figura 1. Intercambiadores horizontales y verticales. Imagen adaptada de las usadas por Óscar Amorós Ferri^[8].

En caso de tener un terreno más reducido, lo mejor es instalar los intercambiadores verticales. Estos intercambiadores tienen una mayor efectividad que los horizontales ya que, al estar enterrados a una mayor profundidad, la temperatura del exterior tendrá menos efecto en ellos y el aire extraído podrá tener un mejor intercambio de calor. Este tipo de sistemas consisten generalmente de uno o dos circuitos de tubo con un codo en la parte inferior^[8].

Por último, es fundamental considerar el tipo de suelo y clima de la región al planificar la instalación de estos sistemas.

Aunque los usos directos de la geotermia en México han sido limitados, en el Instituto de Energías Renovables de la UNAM se han desarrollado proyectos que demuestran el potencial de la geotermia para la climatización de espacios. Por ejemplo, en el Instituto se cuenta con un sistema que climatiza la oficina de la dirección

Comparado con sistemas convencionales, como aires acondicionados y calefacciones, el uso de sistemas geotérmicos puede representar ahorros significativos en el consumo energético. La inversión inicial se ve compensada por menores costos eléctricos y bajos gastos de mantenimiento. Además, la reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero es otro incentivo para su empleo.

Ojalá la casa donde viví en Temixco hubiera contado con un sistema geotérmico de climatización. Si damos a conocer la factibilidad de su implementación, quizás más oficinas y casas con el terreno adecuado puedan aprovecharlos.

Referencias

- [1] International Energy Agency (IEA). (2023). Buildings - Energy system - IEA. IEA. <https://www.iea.org/energy-system/buildings>
- [2] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2018). Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares 2018. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/encevi/2018/doc/encevi2018_presentacion_resultados.pdf
- [3] Wong Loya, Jorge A. (2021, noviembre 17). Geotermia: climatización de espacios [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=XYkreqsTOgc>
- [4] Comisión Federal de Electricidad (CFE). (2022, abril 14). México, potencia en geotermia. <https://app.cfe.mx/Aplicaciones/OTROS/Boletines/boletin?i=2502>
- [5] Secretaría de Energía (SENER). (2023). Balance Nacional de Energía. Subsecretaría de Planeación y Transición Energética, Dirección General de Planeación e Información Energéticas. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/841526/BNE_2022.pdf
- [6] International Renewable Energy Agency (IRENA). (s.f.). Country rankings. <https://www.irena.org/Data/View-data-by-topic/Capacity-and-Generation/Country-Rankings>
- [7] UNAM Global. (2023, abril 1). México, entre las top 6 naciones con potencial geotérmico. UNAM. https://unamglobal.unam.mx/global_revista/mexico-entre-las-top-6-naciones-con-potencial-geotermico
- [8] Amorós Ferri, O. (2017). Diseño y análisis energético de sistemas de climatización por energía geotérmica en una vivienda unifamiliar (Tesis de ingeniería, Universidad Politécnica de Cartagena). Repositorio UPCT. <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/8441/tfg-amo-dis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Nanotecnología: una posibilidad para limpiar el agua

Mariana López Rodríguez

Las aguas residuales contienen metales pesados, colorantes textiles, fertilizantes, pesticidas y microorganismos patógenos. Dichos contaminantes la vuelven difícil de tratar para su reúso. A lo largo de la historia, se han desarrollado diferentes procesos para remediar este vital líquido; pero muchos de estos son muy costosos, no eliminan los contaminantes del todo o tienen un impacto ambiental negativo. Es aquí donde surge la nanotecnología como una alternativa prometedora para remediar el agua contaminada^[1].

Una herramienta para jugar con la materia nano

La nanotecnología es una herramienta para jugar con la materia, pero en una escala muy pequeña, aún más pequeña que las células del cuerpo. Se encarga de manipular la materia en la escala nano, es decir, 1×10^{-9} m, que es la milmillonésima parte de un metro o la millonésima parte de un milímetro. La nanotecnología permite jugar con los átomos directamente para crear estructuras, materiales, partículas y muchas cosas más; y todo eso puede tener increíbles aplicaciones en diferentes áreas, como la medicina, el cuidado del medio ambiente, la ingeniería, entre otras^[2].

Si se está construyendo una casa, se va poniendo ladrillo con ladrillo; con la nanotecnología, se tiene la posibilidad de manipular cada uno de los granitos de cada ladrillo, permitiendo así tener un mejor control de la estructura. Por lo que, en vez de preocuparse por la casa en sí, se puede tener un manejo de cada partícula del ladrillo para que sea como se necesite y así la estructura quede muy bien. Se puede crear un nuevo tipo de ladrillo más ligero y resistente, que requiera menor cantidad de material, o crear otra

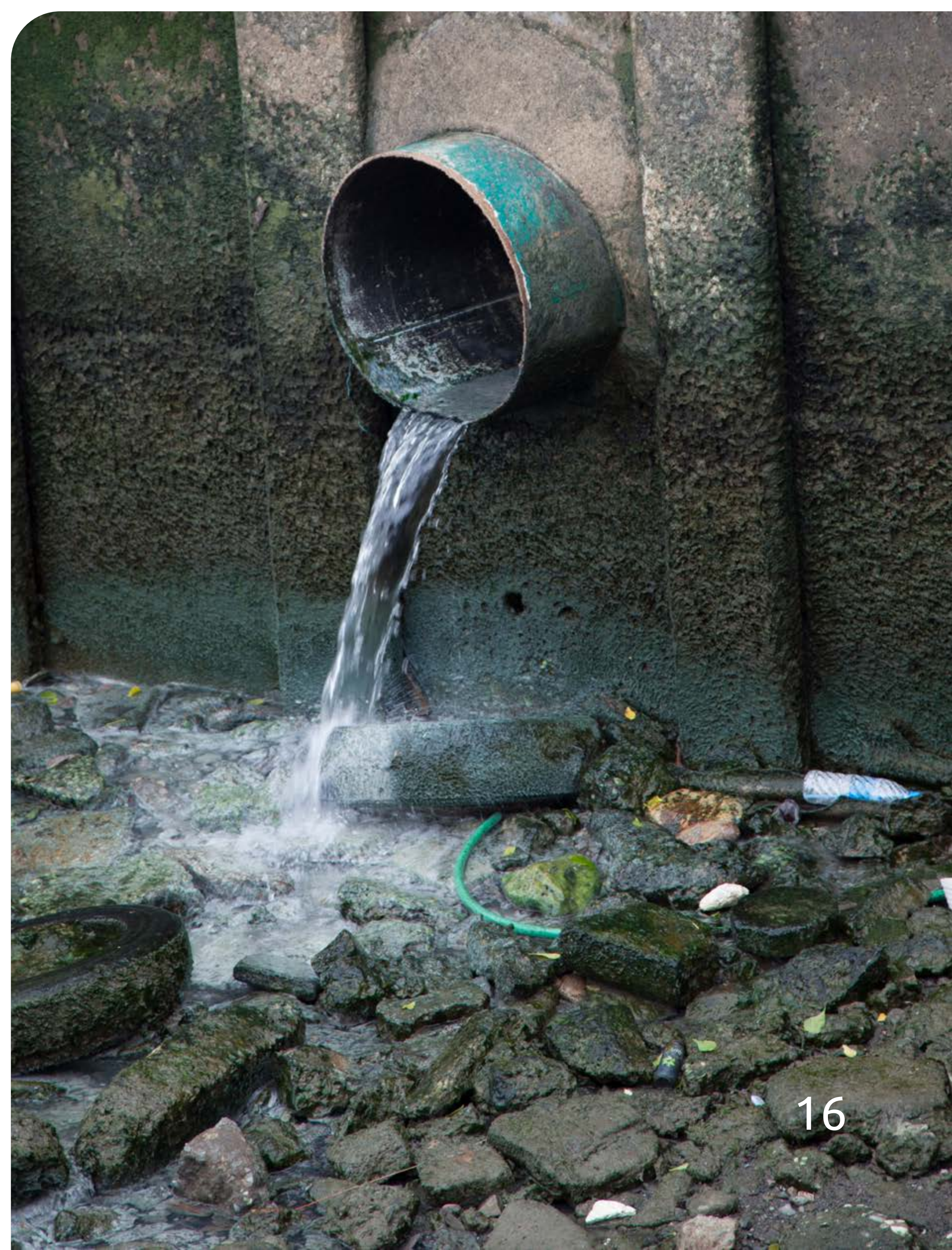
cosa que sustituya al ladrillo por completo. Por lo tanto, la nanotecnología puede ayudar a mejorar muchas de las cosas que tenemos ahora.

Nanotecnología para limpiar agua

Una de las aplicaciones de la nanotecnología es la purificación de aguas residuales.

Hay procesos clave para usar nanotecnología en la purificación, que son la adsorción, filtración y la catálisis^[3]. La adsorción es un proceso donde se agrega algún material al agua que actúa como un imán, atrayendo a su superficie el contaminante que se busca quitar.

Hay nanomateriales como el óxido de grafeno con nanopartículas de óxido de titanio que gracias a su gran área superficial y la reactividad de la superficie son capaces de absorber con mayor facilidad los contaminantes del agua^[4]. Lo increíble de esto es que, gracias a la versatilidad de la nanotecnología, se pueden eliminar gran parte de los contaminantes con este tipo de procesos. Se puede sintetizar los materiales de tal manera que adsorban justo las sustancias que se requieran quitar, y al momento de recuperar el adsorbente se puede reutilizar, marcando un avance significativo en la sostenibilidad de los procesos de purificación.



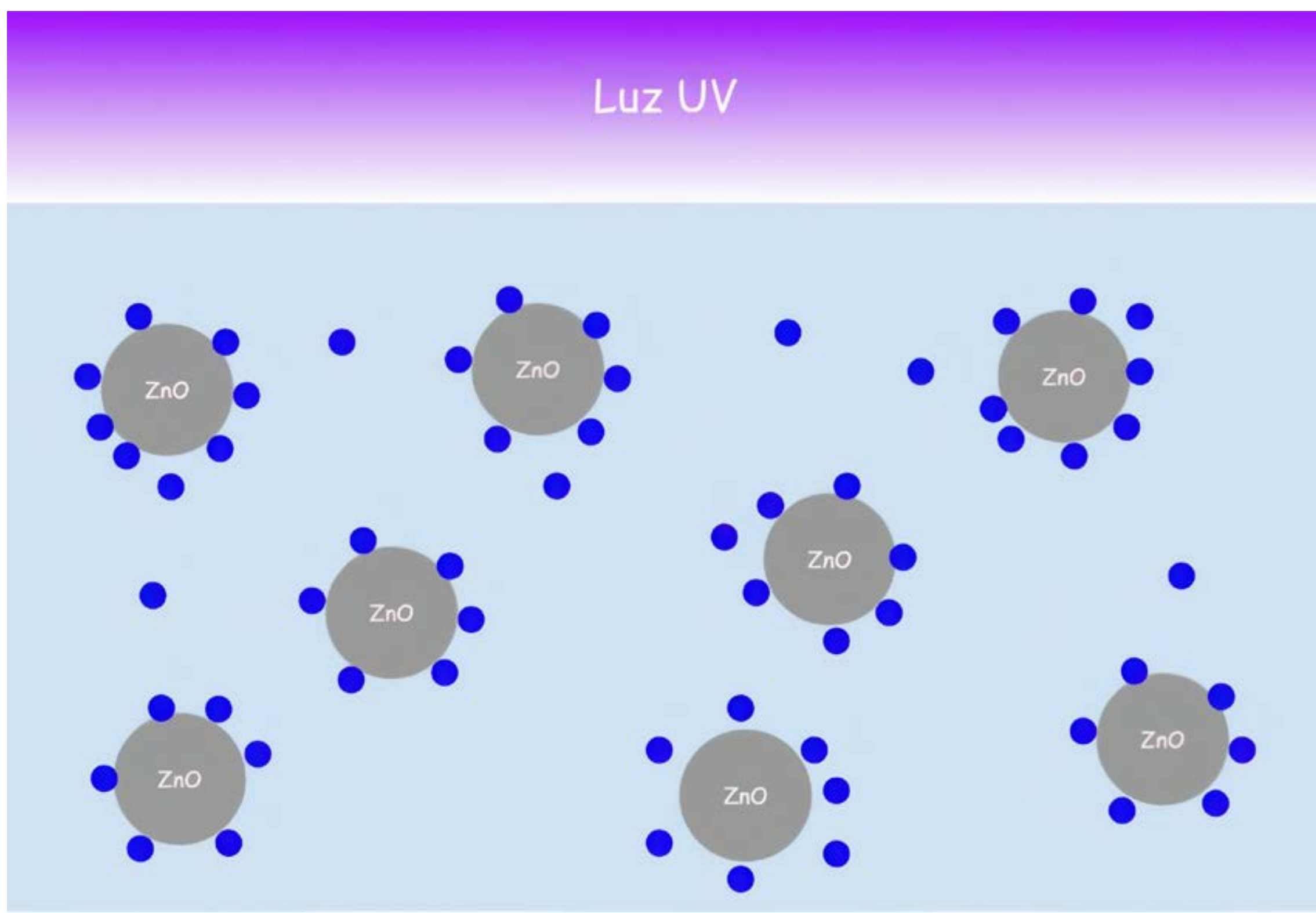


Figura 1. Adsorción con fotocatalisis. Las partículas contaminantes se adhieren a la superficie de las nanopartículas de óxido de zinc.

En un experimento realizado por un equipo de personas investigadoras, se encontró que, con un compuesto con nanopartículas de óxido de zinc, un nanomaterial con posibilidad de reutilizarse, se logró retirar hasta 100 % de azul de metileno con ayuda de luz UV^[5]. El azul de metileno es un compuesto que se utiliza en las industrias textil y plásticas para teñir las prendas y diferentes plásticos. Si no se manejan correctamente los desechos, se pueden contaminar grandes cantidades de agua.

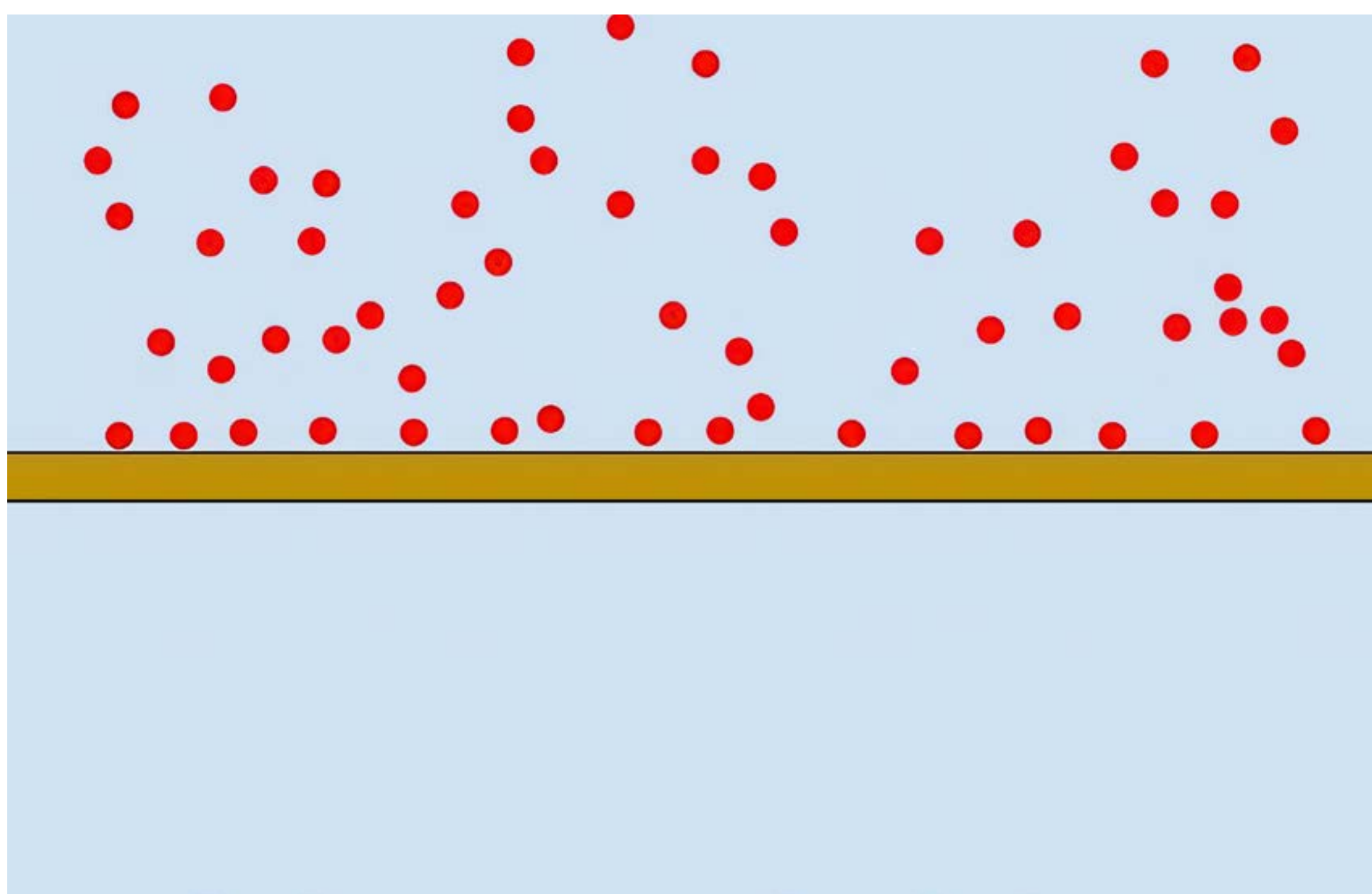
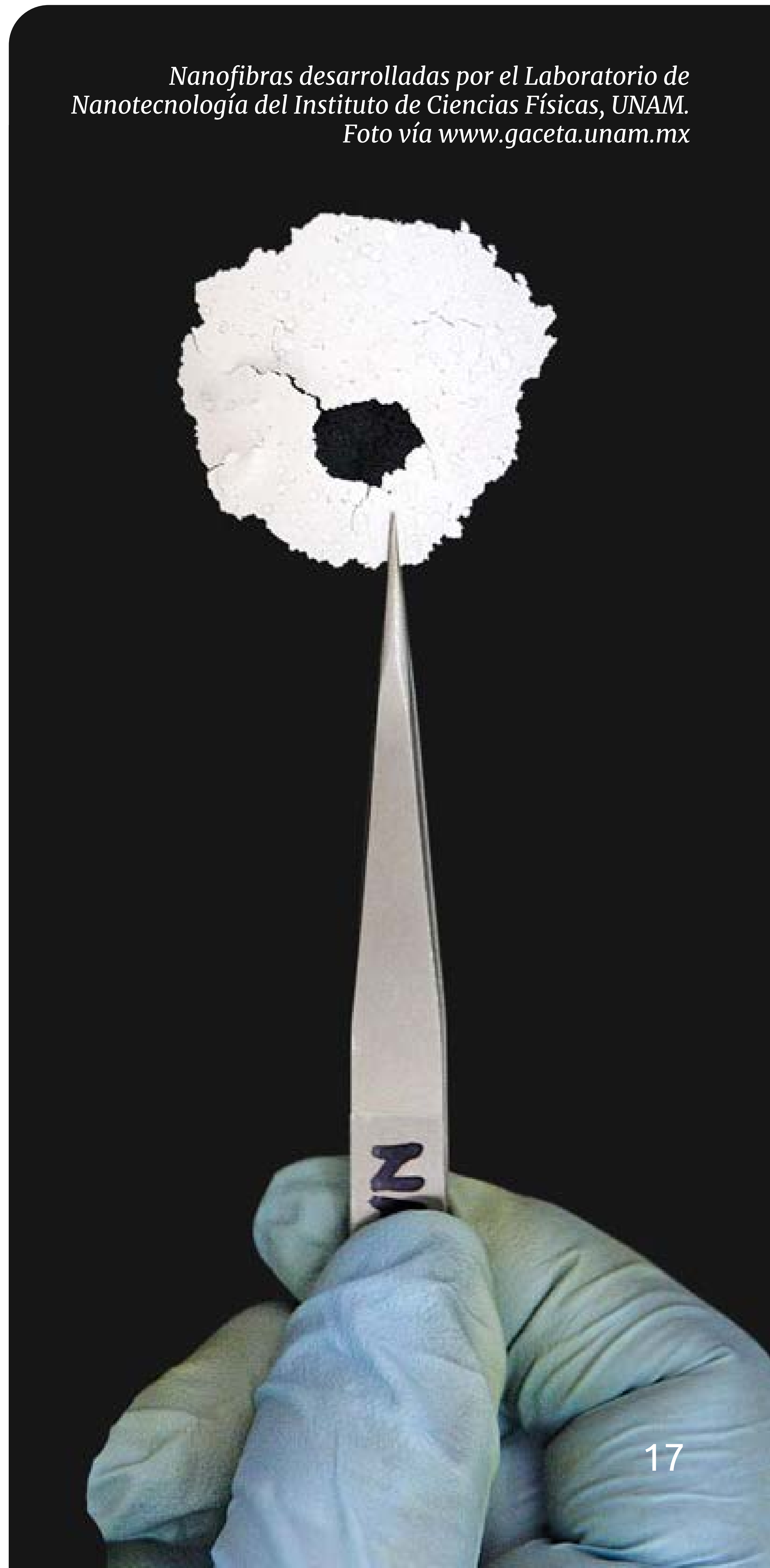


Figura 2. Filtración con nanomembranas

En el caso de la filtración, existen las membranas sintetizadas con diferentes nanomateriales. Estas funcionan como coladores selectivos que pueden hacer pasar únicamente ciertas moléculas, y son esenciales en los procesos de ósmosis (desalinizar) y filtración. Esta oportunidad de hacerlos selectivos con el tipo de moléculas que dejan pasar hace que sean adaptables a diferentes procesos de purificación. En el Laboratorio de Nanotecnología del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM, se han creado membranas con nano-hilos que logran filtrar hasta el 98 % del cromo presente en el agua.

En el proceso de catálisis, donde se acelera una reacción mediante la introducción de un material, las nanopartículas se revelan como agentes altamente efectivos. Su tamaño diminuto y su mayor relación entre área y volumen les otorgan una reactividad excepcional. La posibilidad de modificar estas partículas en términos de estructura y tamaño amplía aún más su eficacia en la eliminación de contaminantes. Este proceso, impulsado por la nanotecnología, no solo acelera las reacciones químicas asociadas con la purificación del agua, sino que también permite una mayor adaptabilidad a diferentes tipos de contaminantes. Un caso para destacar es el de las nanopartículas de plata, que sirven como catalizador para controlar la presencia de microorganismos en el agua.

Nanofibras desarrolladas por el Laboratorio de Nanotecnología del Instituto de Ciencias Físicas, UNAM.
Foto vía www.gaceta.unam.mx





Ventajas y desventajas

Aún hay mucho por desarrollar en el ámbito nanotecnológico. Para el caso específico del agua es necesario indagar e investigar sobre los efectos que las nanopartículas pueden tener en los ecosistemas acuáticos, su flora y fauna, en la salud humana y la seguridad de usar este tipo de materiales. En el caso del óxido de zinc, una de las sustancias más utilizadas para purificar agua, se ha descubierto que inhibe el crecimiento de algas en los cuerpos de agua^[6]. Si se logran encontrar maneras de abaratar costos y de compensar el daño que podrían generar, su uso se puede impulsar aún más, haciendo que, en comunidades donde el agua limpia es de difícil acceso, sea más fácil de conseguir.

Finalmente, la nanotecnología es verdaderamente una maravilla. Aprender a usarla, tomando en cuenta las medidas de seguridad correctas y buscando un bien común como lo es en la purificación de agua, puede ayudar a resolver muchas de las problemáticas importantes que enfrentamos los humanos.

Referencias

- [1] Peñate Suárez, B., Castellano Vera, J. (2016, 22 de junio). La Nanotecnología para el Tratamiento de las Aguas. IAgua. <https://www.iagua.es/blogs/baltasar-penate/nanotecnologia-tratamiento-aguas>
- [2] Hernández Granados, A., Martínez Valencia, H., Pérez Cabrera, M. F., Wuggetzer Langner, J., Gómez Ortíz, A. (2020, 6 de julio). La nanotecnología y el universo de sus aplicaciones. ACMor. <https://acmor.org/publicaciones/la-nanotecnologia-y-el-universo-de-sus-aplicaciones>
- [3] Chávez-Lizárraga, G. A. (2018). Nanotecnología una alternativa para el tratamiento de aguas residuales: Avances, Ventajas y Desventajas. Journal of the Selva Andina Research Society, 9(1), 52-61. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2072-92942018000100005&script=sci_arttext
- [4] Cano, F. J., Reyes-Vallejo, O., Ashok, A., Olvera, M. D. L. L., Velumani, S., & Kassiba, A. (2023). Mechanisms of dyes adsorption on titanium oxide-graphene oxide nanocomposites. Ceramics International, 49(13), 21185-21205.
- [5] Sánchez-Albores, R., Cano, F. J., Sebastian, P. J., & Reyes-Vallejo, O. (2022). Microwave-assisted biosynthesis of ZnO-GO particles using orange peel extract for photocatalytic degradation of methylene blue. Journal of Environmental Chemical Engineering, 10(6), 108924. Shalini Chaturvedi A., Pragnesh N., Dave A., Shah N. K., (2012), Applications of nano-catalyst in new era. Journal of Saudi Chemical Society, 16(3), pp 307-325.
- [6] Saldivar, L., & Walsh, C. (2015). Nanotecnología para el tratamiento de agua. Claves sobre la investigación en México. Mundo Nano. Revista Interdisciplinaria En Nanociencias Y Nanotecnología, 8(14), 53-69. <https://doi.org/10.22201/cei-ich.24485691e.2015.14.52513>

Video recomendado

TV UNAM. (2019, 15 de febrero). Desarrollo de nanofibras para purificar agua. YouTube. [Vídeo]. <https://www.youtube.com/watch?v=G9BURm1GnRg>

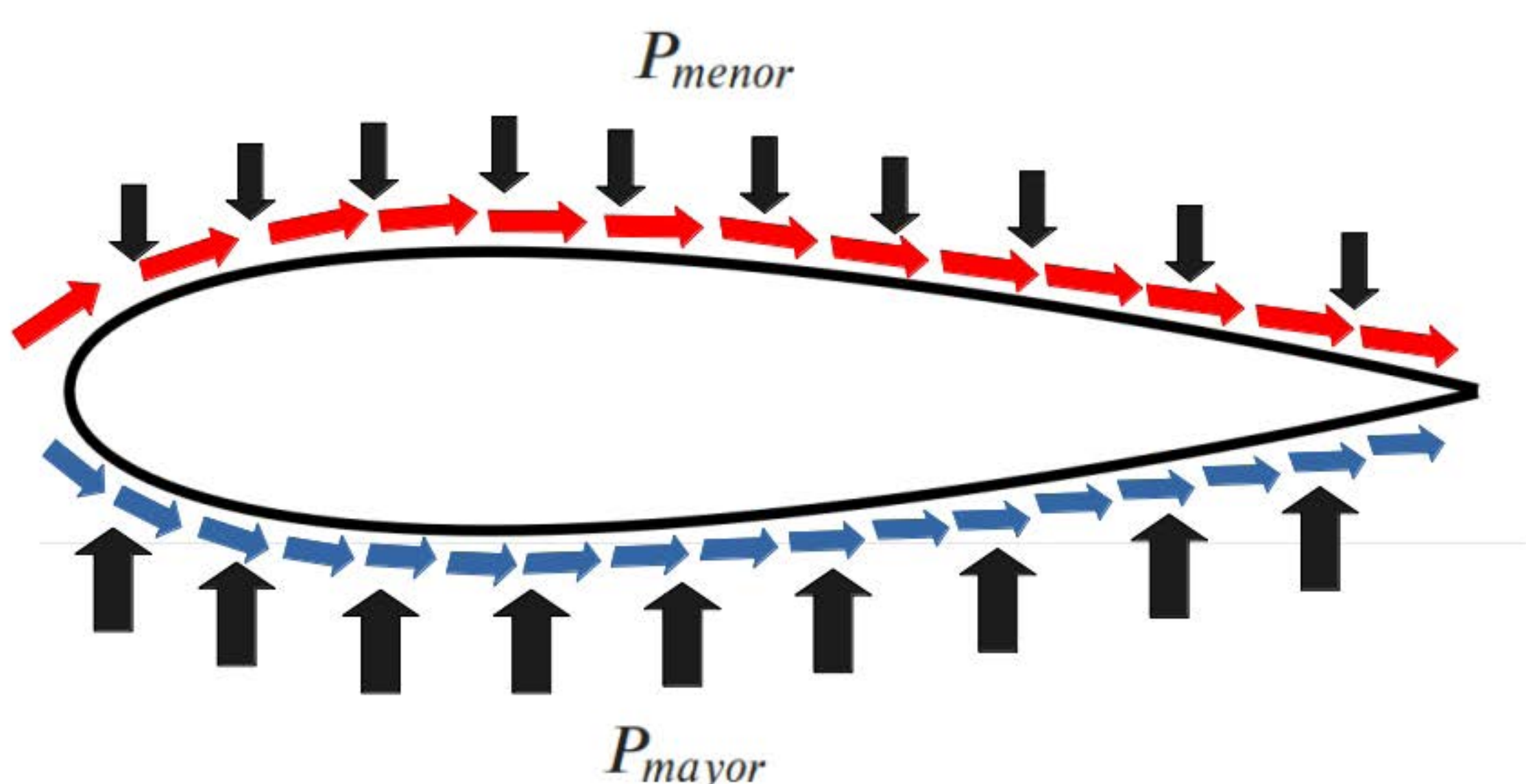
La electricidad que viene del viento

Alan Saih Hernández Acosta

En los últimos años, se ha notado cada vez más la necesidad de hacer una transición energética hacia el uso de energías renovables. Esta transición es impulsada como medida contra el incremento de temperatura que sufre nuestro planeta debido al calentamiento global. Existe un amplio abanico de tecnologías de energías renovables del que se puede hacer uso como alternativa a las fuentes fósiles. Aquí se hablará de la energía eólica.

La energía eólica es la que se obtiene a partir del viento. Consiste en convertir la energía cinética del viento en energía mecánica a través de las aspas de un rotor para, después, transformar la energía mecánica en eléctrica a través de un generador eléctrico. Los dispositivos utilizados para este proceso son llamados turbinas eólicas o aerogeneradores.

La mayoría de los aerogeneradores a gran escala logran la obtención de energía utilizando el fenómeno de sustentación. Imaginemos que tenemos una superficie como el ala de un avión y, debido a su particular geometría, al hacer correr aire contra ella se producirán velocidades mayores por la parte superior y menores en la inferior.



De acuerdo con el principio de Bernoulli, esta diferencia de velocidades generará diferentes presiones en la parte superior e inferior del ala. Entonces, recordando las leyes de movimiento de Newton y que la presión es la fuerza sobre el área, el aire que está en contacto con la superficie del ala a diferentes

presiones dirigirá al ala en dirección de la zona de mayor presión a la de menor presión. Eso es similar a los gradientes de temperatura, que provocan que el fluido se dirija de la zona más caliente a la fría. Así es generada la fuerza de sustentación, es decir, en el ala hay una mayor fuerza ocurriendo sobre la superficie inferior que sobre la superior, lo que resulta en que el ala se eleve. Este fenómeno es utilizado en muchos artefactos: en aviones, para que puedan volar; en los autos de Fórmula 1, para que se mantengan en contacto con el suelo (utilizan superficies con el mismo efecto de un ala, pero al revés, donde la fuerza mayor se dirige hacia abajo), o en las turbinas de viento, donde cada aspa es un ala que hace posible el movimiento giratorio del rotor.

La historia de la energía eólica se remonta a más de 2000 años. Antes era utilizada para moler granos o bombear agua a zonas alejadas



Esto se hacía con molinos que, a diferencia de las turbinas de viento modernas, solo convierten la energía del viento en energía mecánica. De aquí es importante aclarar que molino de viento se refiere a la máquina utilizada para moler grano y turbina de viento es la utilizada para generar energía eléctrica.

En julio de 1887, el escocés James Blyth construyó una turbina para proveer electricidad a su casa, siendo la primera casa en el mundo abastecida con electricidad generada por el viento. Esta turbina era de eje vertical, lo que significa que el eje sobre el que rotan las aspas está orientado verticalmente, sus aspas eran hechas de tela y tenía una altura de aproximadamente 10 metros. A pesar de los esfuerzos hechos por Blyth para mejorar la turbina, esta no alcanzó el éxito comercial que esperaba. La tecnología dejó de ser relevante hasta muchos años después, tomando una importante relevancia después de la primera crisis del petróleo en los años 80 del siglo pasado.

Según el Global Wind Energy Council (GWEC), el uso de la energía eólica en el mundo va cada vez en aumento: en 2021 se aumentaron 93.6 GW de energía proveniente de esta fuente

China representó más del 50 % de esa capacidad, seguido por EE. UU., con alrededor del 13.58 %, y después por países como Brasil y Vietnam, con valores debajo del 5 %. La capacidad instalada total en México en esa fecha era de 86 GW; es decir, solo en un año se instaló en el mundo la capacidad suficiente para abastecer a nuestro país. Todo esto tan solo en el 2021. Si hablamos de capacidad total en la misma fecha, en el mundo había casi 837 GW de capacidad de energía eólica instalada.

Como se mencionó anteriormente, México tiene una capacidad instalada de 86 GW, de los cuales aproximadamente 7 GW pertenecen a centrales eólicas, alrededor del 8 %. Sin embargo, según datos del Observatorio de la Transición Energética en México (OBTRENMX), la generación de electricidad a partir de esta tecnología hasta septiembre del 2021 representó alrededor del 6.5 % del total. Tenemos que recordar que la capacidad y la generación son dos cosas diferentes: la primera es cuánto podemos producir, y la segunda, cuánto se produjo.



México tiene un gran potencial de energía eólica, principalmente la zona del Istmo de Tehuantepec. Dentro de los estados con mayor posibilidad de obtención de energía del viento se encuentran Oaxaca, Baja California Sur, Coahuila, Hidalgo, Quintana Roo y Zacatecas

Hasta 2020, México contaba con 68 parques eólicos en 14 estados del país, siendo Oaxaca el que mayor genera energía eléctrica a partir del viento. En el país, al 2024, solo se produce alrededor del 24 % de energía a partir de energías renovables.

La energía eólica, junto con otras fuentes renovables, tiene una gran capacidad para aportar y poder cumplir las metas nacionales de obtención de energía limpia. México cuenta con un importante potencial eólico que podría ser aprovechado de manera correcta hasta lograr ser una parte significativa del suministro de energía eléctrica al país.

Turbinas eólicas en el Parque Eólico La Venta; La Ventosa, Juchitán de Zaragoza, Oaxaca, México.
Foto por Laloixx vía Wikimedia Commons.

Datos curiosos

El primer proyecto experimental de parque eólico instalado por la Comisión Federal de Electricidad fue en 1994 en La Venta, en el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, y éste resultó ser también el primero en América Latina.

En la actualidad, la energía producida por el viento equivale a entre el 6 % y 7 % de la producida en el país, y equivale al consumo de 14 millones de hogares.

Al 2020, el aerogenerador más grande es el Haliade-X 12 MW, el cual tiene una altura de 260 metros, un diámetro de rotor de 220 metros y sus palas miden poco más de 100 metros (esto es alrededor de la mitad de la altura de la Torre Latinoamericana).

Algunos aerogeneradores pueden llegar a velocidades por arriba de los 200 km/h en la punta de las aspas.

Referencias

- Forbes. (2023). México incumplirá su meta de energía renovable al final del sexenio. Forbes México. [https://www.forbes.com.mx/economia-mexico-meta-de-energia-renovable-final-sexenio-mdee/#:~:text=M%C3%A9xico%20incumplir%C3%A1%20su%20meta%20de,de%a20Energ%C3%ADa%20E%C3%B3lica%20\(AMDEE\).&text=La%20Secretar%C3%ADa%20de%20Energ%C3%ADa%20](https://www.forbes.com.mx/economia-mexico-meta-de-energia-renovable-final-sexenio-mdee/#:~:text=M%C3%A9xico%20incumplir%C3%A1%20su%20meta%20de,de%a20Energ%C3%ADa%20E%C3%B3lica%20(AMDEE).&text=La%20Secretar%C3%ADa%20de%20Energ%C3%ADa%20)
- Global Wind Energy Council. (2022). Global Wind Report 2022. <https://gwec.net/global-wind-report-2022/>
- Secretaría de Energía. (2016). Energía eólica en México. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/31621/eolico.pdf>
- Secretaría de Energía. (2023). AZEL: Atlas de zonas con alto potencial de energía eólica. <https://dgel.energia.gob.mx/azel/>
- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE). (2004). Potencial eólico en México. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000400002#:~:text=Las%20zonas%20con%20el%20mayor,Zacatecas%20\(CONAE%2C%202004\)](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442006000400002#:~:text=Las%20zonas%20con%20el%20mayor,Zacatecas%20(CONAE%2C%202004))
- Xataka. (2023). Así se batalla para fabricar el aerogenerador más grande del mundo. <https://www.xataka.com/energia/asi-batalla-fabricar-aerogenerador-grande-mundo#:~:text=Sin%20embargo%2C%20actualmente%20el%20aerogenerador,en%20el%20puerto%20de%20Rotterdam>
- Forbes. (2022). Desplome de inversión en energía eólica en México: 61% en 2021. Forbes México. <https://www.forbes.com.mx/economia-mexico-desplome-inversion-de-energia-eolica-61-2021/>
- Secretaría de Energía. (2022). Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2022-2036, Capítulo 5. Gobierno de México. <https://base.energia.gob.mx/prodesen22/Capitulo5.pdf>
- Eastlake, C. N. (2002). An aerodynamicist's view of Lift, Bernoulli, and Newton. The Physics Teacher, 40(3), 166-173. <https://doi.org/10.1119/1.1466553>

Dra. Anabel López Ortiz: plática sobre el secado solar de alimentos

Karen Yoselyn Laguna García



Karen Yoselyn Laguna García, entrevistadora: Buenas tardes, Dra. Anabel López Ortiz. Antes que nada, muchas gracias por aceptar mi invitación para esta entrevista acerca del secado solar de alimentos.

Dra. Anabel López Ortiz: Gracias por la invitación.

KYLG: En principio, para quienes no conocen nada acerca del secado solar de alimentos, ¿podría explicarnos qué es esto exactamente?

ALO: El secado solar de alimentos tiene como objetivo reducir la cantidad de agua de un alimento mediante la energía del Sol para evitar su descomposición, reducir su volumen, volverlo fácil de transportar, entre otras cosas. Es como extender la vida de algo al secarlo, pues, como sabemos, si no los preservamos, los alimentos pierden sus propiedades por la acción bacteriana y se descomponen o se echan a perder. Entonces, el secado solar de alimentos sirve para que los frutos, las verduras o cualquier otro tipo de alimentos se puedan tener disponibles más tiempo. Por ejemplo, las frutas estacionales pueden deshidratarse tras la cosecha para estar disponibles el resto del año.

KYLG: ¿En algunas regiones cambia la necesidad de secar un tipo de alimento específico?

ALO: Sí, como sabemos, cada región del país posee un clima diferente y, por lo tanto, produce frutos diferentes que se desarrollan en ese clima específico. Entonces, el fruto que más se produce en una región según el clima es también el que, en general, más se puede desperdiciar. Por ejemplo, hemos trabajado en la región de Los Reyes, Michoacán, donde el clima es frío y también es una zona montañosa. Este tipo de región es idónea para la siembra de zarzamora; por ende, este fruto es de los que más se desperdician. Asimismo, en la costa de Oaxaca, el clima es muy cálido, lo que lo vuelve propicio para la producción de mango y, por lo tanto, se desperdicia mucho este fruto. Es entonces que necesitamos deshidratar aquellos alimentos que más se desperdician debido a que son los más producidos en su región.

De hecho, existen dos tipos de desechos de alimentos: el desperdicio y la merma. El desperdicio se da cuando un alimento se echa a perder porque no se consumió, mientras que la merma se refiere a la descomposición de

un alimento debido a la mala manipulación en su proceso de producción; por ejemplo, apretar una fresa durante su transporte o interrumpir la refrigeración de la misma, puede llevar a que se eche a perder.

KYLG: ¿Hay factores sociales o económicos que pueden determinar qué alimento se va a secar y cómo?

ALO: Sí, depende del tipo y de la cantidad de alimento que se produzca: a mayor producción, mayor cantidad de alimento posible a deshidratar. Desde el punto de vista social, muchas familias productoras en el sur de México cultivan maíz, frijol y calabaza. Sin embargo, a veces sólo producen lo suficiente para su autoconsumo, por lo que la cantidad de alimentos disponibles para deshidratación es menor. Por otro lado, en el norte del país existen muchos más cultivos a gran escala, lo que permite deshidratar mayor cantidad de alimento, hasta para exportación. En el aspecto económico, el costo de la electricidad de nuestro país es un factor que influye en decidir si utilizar un deshidratador eléctrico o uno solar.



Por ejemplo, aunque la electricidad sí es más barata en las comunidades rurales, en la actualidad, hay algunas que no tienen electricidad; entonces, eso hace que el uso de tecnologías como secadores eléctricos sea complicado. Por otro lado, para deshidratar una tonelada de material alimenticio, se requieren aproximadamente 8600 MJ, que es casi la energía que una familia promedio consume en un mes. Por lo tanto, si ponemos un deshidratador eléctrico grande en una comunidad, quizás no sería viable, pues podría ser más caro deshidratar que lo que ellos van a obtener por el producto.

KYLG: ¿Cuáles son los beneficios del secado solar?

ALO: Uno de los beneficios más importantes es que no necesitamos energía eléctrica para calentamiento, pues estos 8600 MJ están disponibles con la energía del Sol. En el territorio nacional, tenemos aproximadamente 760 W/m², lo que es suficiente para deshidratar un kilogramo de fruta en un metro cuadrado. Los diseños de secado solar pueden ser optimizados y mejorados, de tal manera que podemos reducir el área que ocupa un secador, captar de esta forma una mayor cantidad de energía, generar un

efecto invernadero, y así poder deshidratar los alimentos. Esto es lo que nos gusta hacer en el IER-UNAM y trabajamos para desarrollar soluciones que beneficien a las comunidades.

El beneficio es que no se requiere electricidad o algún otro tipo de energía para poder deshidratar el material, puede deshidrarse mediante convección natural o utilizar una cantidad mucho menor de energía para impulsar los ventiladores (necesarios para extraer la humedad dentro del secador). Adicionalmente, estos ventiladores pueden ser impulsados con paneles fotovoltaicos, lo que reduce muchísimo el pago de la energía de operación en cuanto a electricidad. Así se reducen muchísimo los costos.

KYLG: ¿Y cualquier persona puede hacer su propio secador solar?

ALO: Sí, lo pueden hacer. De hecho, justo es lo que hemos tratado de hacer con el trabajo de mi estudiante Iván, pues hemos recolectado diferentes estudios teóricos y experimentales de donde derivan diferentes estrategias para mejorar el diseño de un secador. Si utilizamos ciertas estrategias, podemos llegar a deshidratar hasta 5 kilogramos por metro cuadrado; es decir, 5 veces lo que se tiene de forma natural, y eso es mucho mejor.

Ahora se están utilizando estrategias de diseño, y con la información que hemos recopilado, buscamos que las personas puedan escoger un diseño y sepan implementarlo eficientemente.

Este es el nuevo paso que estamos dando con las inteligencias artificiales, pues todo apunta a que se tiene que buscar una sistematización de los datos para que se pueda optimizar un diseño; no mediante la experiencia humana solamente, sino por un aprendizaje en conjunto con una inteligencia artificial.

KYLG: ¿Qué otros productos aparte de alimentos pueden ser secados?

ALO: Como ejemplo, en las costas de Quintana Roo, hemos deshidratado sargazo, generado por el exceso de acidez del océano, que es un problema para la industria hotelera, ya que genera exceso de materia orgánica en las playas. También causa afectaciones a las comunidades locales porque, generalmente, las personas que viven en Quintana Roo se dedican a actividades de turismo o de pesca, actividades que se ven imposibilitadas por la presencia de sargazo. Como un caso personal, la Asociación Mexicana de Ingeniería Química, a la cual pertenezco, realiza un congreso cada año en zonas de playas generalmente.



Sin embargo, en los últimos 10 años ya no se ha hecho en Cancún porque ya hay demasiado sargazo. Es, por lo tanto, un problema que se puede resolver de diferentes formas. Por nuestra parte, hemos propuesto un tren de tratamiento que consiste en deshidratación solar sin uso de energía fósil. Al mismo tiempo, en colaboración con el grupo de termosolar y li-cuefacción hidrotermal del Instituto, la Dra. Heidi Villafán y el Dr. Camilo Arancibia, buscamos resolver el problema del exceso de sales que contaminan los mantos freáticos mediante la deshidratación hidrotermal del sargazo.

En colaboración con la Dra. Dulce Arias, hemos secado también microalgas, y esas microalgas provienen del tratamiento de aguas residuales. Esto es interesante porque es posible obtener productos de las microalgas, como el biodiésel, pero necesitamos que la materia (las microalgas) esté seca. Para esto podemos usar el secador solar que tenemos aquí en el Instituto de Energías Renovables.

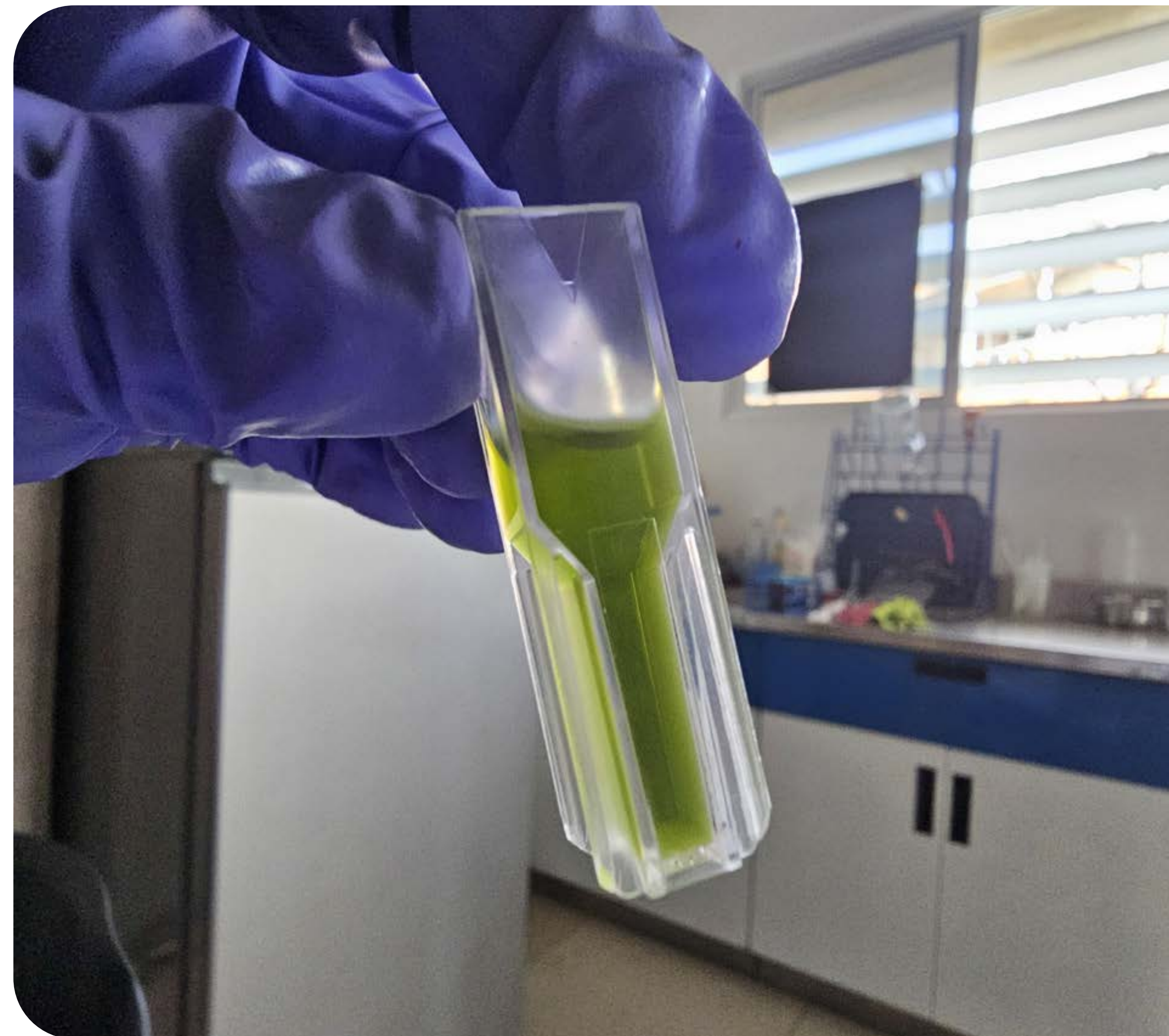
KYLG: Y, bueno, ahora pasamos a las preguntas sobre su experiencia. ¿Usted cómo inició a adentrarse en esta línea de investigación y qué es lo que más le gusta?

ALO: Pues yo estudié Ingeniería Química en el Instituto Tecnológico de Oaxaca e hice mi maestría y mi doctorado en Conservación y Aprovechamiento de Recursos Naturales en la especialidad de Ingeniería de Procesos y la línea de investigación que me gustó fue el secado de alimentos debido a sus propiedades que pueden ser benéficas para la salud.

Después, llegué al Instituto de Energías Renovables debido a la invitación de la Dra. Marina Rincón y del Dr. Isaac Pilatowsky para incorporarme a un programa que en ese entonces se llamaba Cátedras CONACyT. Es así que disfruto mucho trabajar en el secado de alimentos; y dentro de esto, una de mis actividades favoritas es hacer divulgación de la ciencia dirigida a niños de preescolar, primaria y secundaria.

KYLG: Muchas gracias por su tiempo y por la información brindada.

ALO: Gracias a ti.



Reseña

El secreto de Julia

Gabriela Ruiz Rendón

El cuento *El secreto de Julia para secar alimentos con el Sol* de Octavio García Valladares, Amaranta Leyva, Isaac Pilatowsky y Patrick Pilatowsky (2022) es una obra de divulgación científica ilustrada en español y en náhuatl creada para acercar a niños y jóvenes al aprovechamiento del secado solar de alimentos.



La historia sigue a “El club de los científicos inventores y comelones”: Julia, Pedro, Sofía, Pepe, la perrita y la abuela de Julia. Juntos, emprenden una aventura para aprovechar los frutos de su huerto, enfrentándose a un desafío: ¿cómo preservar los alimentos a pesar de las condiciones ambientales? En este proceso, la energía solar se convierte en su mejor aliada, permitiendo a Julia y a su abuela introducir de manera sencilla y aplicada conceptos como la transferencia de

calor, principios de la energía solar térmica y propiedades térmicas de los materiales.

La abuela de Julia juega un papel fundamental al despertar la curiosidad científica en los niños, incentivándolos con retos y preguntas que los llevan a explorar soluciones. Esta dinámica no sólo mantiene el interés del lector, sino que también promueve el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas y el trabajo en equipo e involucra a los jóvenes en un proceso activo de aprendizaje. Los autores logran explicar estos conceptos con un lenguaje claro y accesible, complementado con las vibrantes ilustraciones de Rodrigo Vargas, quien da vida a los personajes y al colorido huerto lleno de frutas y verduras.

El cuento no sólo transmite conocimientos teóricos, sino que también invita a los lectores a construir su propio secador solar e incluso a comercializar los productos secados con el sol, combinando la enseñanza con la experimentación

Este tipo de lecturas es sumamente valioso en la formación temprana de los niños y adolescentes, ya que no sólo los introduce al mundo de la ciencia de manera divertida, sino que también los prepara para comprender conceptos fundamentales de la física y la tecnología. El secreto de Julia es, sin duda, una excelente herramienta didáctica que acerca a los jóvenes a una de las tecnologías más accesibles y amigables de la energía solar, mientras resalta la importancia de la sostenibilidad, aspecto esencial en la educación ambiental moderna. Además, se convierte en un recurso invaluable como material de apoyo escolar.

Al final, el conocimiento que Julia y su abuela revelan y comparten es un reflejo de cómo la ciencia debe ser accesible, inclusiva y aplicable a la vida cotidiana.

Pueden encontrar el libro en este enlace: <https://librosoa.unam.mx/handle/123456789/3828>



UNAM
Nuestra *gran*
Universidad



IER

Instituto de Energías
Renovables



📍 Privada Xochicalco S/N, Col. Centro Temixco, Morelos, México C.P. 62580.

<https://www.ier.unam.mx/LaRenovable.html>