

# El futuro energético se construye también en los talleres universitarios: prototipos didácticos para la enseñanza de las energías renovables

The energy future is also built in university workshops: didactic prototypes for teaching renewable energy

Nidia Aracely Cisneros-Cárdenas<sup>1</sup>, Víctor Manuel Maytorena Soria<sup>1</sup>, Rubén Alejandro Varela Tapia<sup>1</sup>, José Mario Zamorano Voguel<sup>1</sup>, Alberto López Rosas<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia, Facultad Interdisciplinaria de Ingeniería, Universidad de Sonora. Blvd. Luis Encinas Johnson S/N, 83000, Centro, Hermosillo, Sonora, México

Palabras clave: Desarrollo sostenible, energías renovables, prototipos didácticos.

DOI: 10.59730/rer.v12n59a4

## INTRODUCCIÓN

La crisis energética global actual se debe a un desequilibrio entre la oferta y la demanda. Esta situación es causada por diversos factores vinculados entre sí como la alta demanda energética, la escasez de combustible, el aumento de la pobreza, la desaceleración de la economía, entre otros [1]. Los efectos de la crisis energética permean en distintos ámbitos como el social, el económico y el ambiental. Éste último con implicaciones severas sobre los ecosistemas principalmente por el aumento de los gases de efecto invernadero que agrava el calentamiento global provocando climas extremos. Por otro lado, la demanda energética global creció 2.2% con respecto al 2024 por efectos del clima extremo [2]

y, aunque el aporte de las energías renovables para satisfacerla ha incrementado en los últimos años, mantener esta tendencia de crecimiento de las energías renovables es un reto significativo para reducir los efectos del cambio climático y lograr la transición energética.

Con el aumento del uso de fuentes de energía renovables, se incrementa la necesidad de profesionistas de alto nivel para satisfacer los requerimientos actuales y futuros. A nivel global, se realizan esfuerzos a través de tratados internacionales para que los países brinden educación de calidad que permita el desarrollo de profesionistas [3]. Desde el ámbito académico, se proponen estrategias para potenciar el aprendizaje estudiantil mediante prototipos didácticos demostrativos. Pero ¿cómo puede un prototipo sencillo ayudar a la transición energética?

## INTRODUCCIÓN (CONT...)

Según el neuroaprendizaje, las experiencias modifican la organización neuronal y, por lo tanto, influyen en la capacidad de aprender y retener información [4]. Este enfoque señala la necesidad de adaptar las estrategias de enseñanza-aprendizaje a las capacidades cognitivas, fomentando un aprendizaje efectivo. Por ello, el desarrollo e implementación de prototipos didácticos en la enseñanza universitaria son cruciales para que las y los estudiantes comprendan no solo la teoría, sino que experimenten con sistemas reales. Dicho de otra forma, los prototipos didácticos contienen un valor pedagógico profundo en el método de enseñanza que permite conectar conceptos complejos con experiencias concretas.

Aunado a esto, las universidades y la educación práctica desempeñan un papel fundamental en la transición energética mediante la formación de profesionistas de alta calidad. En ese sentido, la colaboración entre docentes y estudiantes para el diseño, la construcción y la operación de prototipos fortalece los esfuerzos en esa dirección.

En respuesta a los desafíos y oportunidades mencionados, estudiantes y docentes del programa de Ingeniería en Energías Renovables de la Universidad de Sonora han emprendido el desarrollo de prototipos didácticos con múltiples propósitos. Por un lado, estos prototipos contribuyen al servicio social, ya que se convierten en herramientas de enseñanza disponibles para que futuras generaciones los operen, los mejoren y profundicen en los conceptos teóricos aprendidos en clase. Por otro lado, ofrecen a los estudiantes la oportunidad de aplicar sus conocimientos de ingeniería en el diseño y la construcción de tecnologías renovables, fortaleciendo su confianza, habilidades prácticas y motivación para contribuir al desarrollo tecnológico nacional.

Además, estos dispositivos permiten materializar conceptos fundamentales de energías renovables como la energía solar térmica, el aprovechamiento de la biomasa y las estrategias de almacenamiento energético. En este trabajo, se presentan dos prototipos desarrollados por estudiantes: un secador solar y una batería térmica de arena alimentada por colectores solares, los cuales se describen en detalle en las siguientes secciones.



# PROTOTIPOS DIDÁCTICOS

## SECADOR SOLAR

Un secador solar/deshidratador solar es un dispositivo que utiliza la energía del Sol para eliminar la humedad de diversos materiales con el fin de conservarlos. Los secadores solares se emplean principalmente para la deshidratación de alimentos de forma segura y ecológica, ya que son muy útiles para conservar frutas, verduras, hierbas, especias e incluso carnes, prolongando su vida de anaquel sin necesidad de refrigeración [5]. También encuentran aplicación en el secado de productos agrícolas como semillas, plantas medicinales y forrajes, e incluso en materiales como la madera en pequeños volúmenes. Al usar la energía solar, estos secadores no requieren combustibles fósiles ni electricidad durante el proceso, lo que reduce los costos energéticos y las emisiones contaminantes. Entre sus ventajas destacan: ahorro de energía, bajo costo de operación, y la mejora de la calidad e higiene del producto final. En comunidades rurales pueden mejorar la seguridad alimentaria, ya que permite conservar excedentes de cosechas que de otra forma se perderían, generando además oportunidades de comercializar alimentos deshidratados a mejor precio [6].

Estos dispositivos suelen ser estructuras semicerradas que aprovechan la radiación solar de forma más controlada y eficiente. Se trata de una tecnología sencilla basada en energía renovable, limpia y de bajo costo operativo. Existen dos tipos de secadores solares: directos e indirectos.

En los secadores solares directos, el material a deshidratar se coloca en el interior de una caja o cámara con cubierta transparente (vidrio o plástico) que permite la entrada de la radiación solar y crea un efecto invernadero. La superficie interior suele pintarse de negro para absorber más calor, calentando el aire y el producto a secar. En cambio, en los secadores indirectos la radiación solar calienta primero un colector solar, generando aire caliente que luego se conduce hacia la cámara de secado donde están los alimentos. En ambos casos, dentro de la cámara, el aire caliente (seco) circula a través de las bandejas con el producto y absorbe la humedad; el aire húmedo finalmente se expulsa a través de ventilaciones o una chimenea en la parte superior, llevando consigo el vapor de agua extraído [7].

En la Figura 1 se muestra el diagrama del prototipo de un secador solar directo diseñado por estudiantes de la licenciatura en Ingeniería en Energías Renovables.

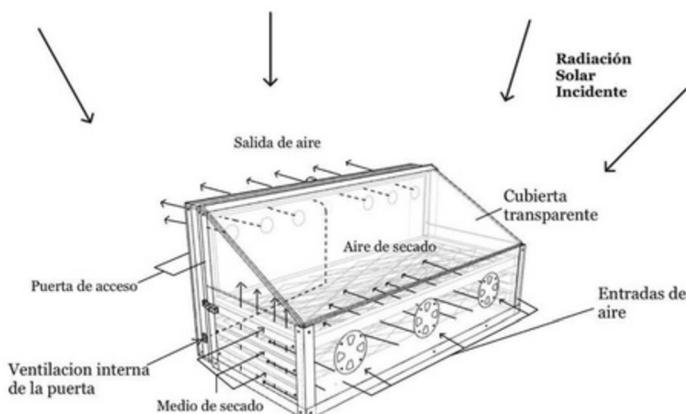


Figura 1. Diagrama esquemático de un secador solar, indicando sus elementos principales. (Imagen propia)

Aunque existen diseños variados, la mayoría de los secadores solares comparten componentes básicos:

- Colector solar o superficie absorbente – área pintada de negro o panel solar térmico donde incide la radiación solar y se calienta el aire.
- Cámara de secado – compartimiento donde se colocan los productos a secar. Suele estar aislado térmicamente y provisto de una cubierta transparente.
- Bandejas o rejillas – estantes en el interior de la cámara sobre los cuales se distribuyen los alimentos en capas delgadas. Facilitan que el aire caliente circule a su alrededor y extraiga la humedad.
- Entradas y salidas de aire – aberturas o ductos que permiten la circulación del aire. Una entrada permite que el aire (ambiental o calentado en el colector) ingrese al secador, y una salida (como una chimenea o ventanas superiores) permite que escape el aire húmedo, completando el ciclo de convección.
- Estructura y soporte – armazón de madera, metal u otros materiales que sostiene los componentes. Debe ser estable y orientar adecuadamente el colector o la superficie transparente hacia el sol.

En la Figura 2 se muestra una fotografía del prototipo de secador solar tipo invernadero para el desarrollo de prácticas de laboratorio, así como a los estudiantes construyendo el prototipo, que partió de su propio diseño basado en revisiones de literatura.

Figura 2. Prototipo físico del secador solar tipo invernadero. Los estudiantes Rubén A. Varela y José Mario Zamorano trabajando en la construcción del prototipo. (Fotografía propia)



## BATERÍA TÉRMICA PARA ALMACENAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES

Los sistemas de energía solar generan energía durante las horas de disponibilidad solar y, se asocian a problemas de intermitencia con respecto a la demanda energética. El almacenamiento de la energía responde a la necesidad de reducir la discrepancia entre la demanda y el suministro de energía, normalmente producido a partir de fuentes renovables de energía. Existen diferentes formas de almacenar energía como la forma térmica, química, mecánica, termoquímica, entre otras.

En los sistemas de almacenamiento de energía térmica, la energía se almacena aumentando la energía interna de un medio de almacenamiento con respecto a la variación de temperatura. La energía térmica puede almacenarse en forma de calor sensible, calor latente o una combinación de ambos [8]. El sistema de almacenamiento de calor sensible está relacionado con el cambio de temperatura del medio de almacenamiento, mientras que el de calor latente está asociado al cambio de fase de dicho medio. Los sistemas de almacenamiento de calor sensible presentan varias ventajas como una construcción sencilla y menor costo del medio de almacenamiento, que comúnmente se utiliza rocas, hormigón o arena.

Estos sistemas funcionan en dos etapas: carga y descarga. Durante la carga, el medio de almacenamiento eleva su energía mediante el suministro de energía externo, mientras que, durante la descarga, se retira energía para utilizarse en diversas aplicaciones como calefacción, generación de electricidad, etc.

Para establecer una conexión entre la teoría y la práctica para los estudiantes de la ingeniería en Energías Renovables, se desarrolló un prototipo de un sistema de almacenamiento térmico de calor sensible basado en una batería térmica. Su estructura es sencilla: un recipiente metálico en forma de prisma, con un volumen aproximado de 0.05 m<sup>3</sup>, fabricado en lámina de acero (Figura 3).



*Estos sistemas funcionan en dos etapas: carga y descarga. Durante la carga, el medio de almacenamiento eleva su energía mediante el suministro de energía externo, mientras que, durante la descarga, se retira energía para utilizarse en diversas aplicaciones como calefacción, generación de electricidad, etc.*

En su interior se colocaron tubos cilíndricos distribuidos de manera uniforme, rodeados por arena, que funciona como medio de almacenamiento térmico. El sistema se conecta a un colector solar, que produce agua caliente que entra por la parte superior de los tubos. A medida que el agua desciende, transfiere su calor a la arena, quedando así almacenada la energía en forma de calor. El agua fría sale por la parte inferior y regresa al colector para repetir este proceso. Este ciclo se repite hasta que la temperatura de la arena se estabiliza.

Cuando la batería ha acumulado suficiente energía, se utiliza un sistema de válvulas para purgar el agua y permitir la entrada de aire atmosférico, que se calienta al pasar por los tubos que están en contacto con la arena caliente. Este aire caliente se conduce hacia un sistema de deshumidificación y luego al secador solar, donde ayuda a acelerar el proceso de secado de distintos materiales.

El propósito didáctico de este sistema es permitir que los estudiantes interactúen con sistemas de almacenamiento térmico y descubran sus posibles aplicaciones en el aprovechamiento de energía solar.

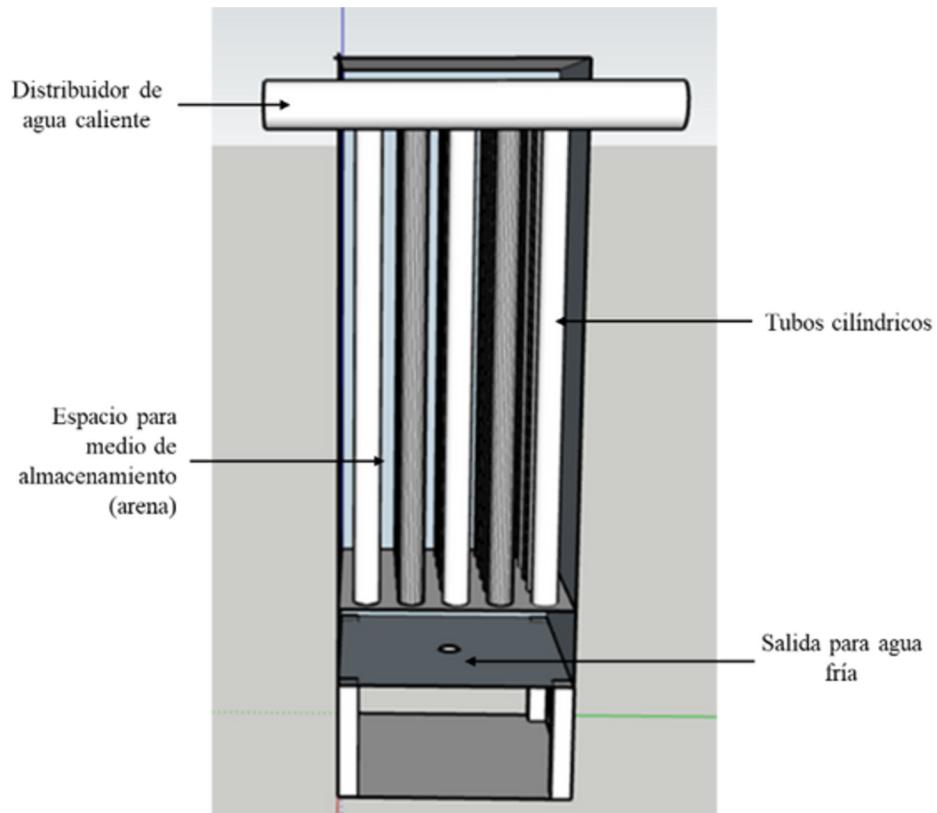


Figura 3. Esquema de la batería térmica desarrollada por el estudiante Alberto López Rosas.

## CONCLUSIONES

El desarrollo y la implementación de prototipos didácticos en la enseñanza universitaria son fundamentales para la formación de recursos humanos en energías renovables. A través de ellos, se refuerza el aprendizaje teórico mediante la experimentación de cómo la energía se transforma y se aprovecha de manera sostenible. Estos dispositivos logran entrelazar la teoría y la práctica promoviendo la innovación, la colaboración, la creatividad y el pensamiento crítico, preparando así a las futuras ingenieras e ingenieros que enfrentarán desafíos energéticos.

No obstante, se espera continuar con esta línea de trabajo en nuevas aplicaciones de energías renovables, como la energía solar fotovoltaica acoplada a sistemas de producción de hidrógeno verde, el almacenamiento de energía mediante materiales de cambio de fase, el aprovechamiento de la energía eólica con pequeños aerogeneradores, la desalinización de agua mediante energía solar, y el uso de concentradores solares para generación de calor de procesos, entre otras tecnologías emergentes que fortalezcan la transición energética desde la educación superior.

Los esfuerzos desde la educación práctica aportan al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, en este caso en particular, logrando una educación de calidad que permita la formación de recursos humanos de alto nivel como agentes sociales de cambio. Las energías renovables no sólo provienen de los recursos naturales, sino también de la creatividad de las manos que aprenden a aprovecharlas.

**En síntesis, los prototipos didácticos son una herramienta pedagógica clave para la enseñanza en las energías renovables y el fortalecimiento de la formación de profesionistas comprometidos con la transición energética.**

## REFERENCIAS

- [1] International Energy Agency, ¿Qué es la crisis energética?, (2025).
- [2] Global Energy Review 2025, n.d. [www.iea.org](http://www.iea.org).
- [3] Naciones Unidas, Objetivos de Desarrollo Sostenible, (2025).
- [4] P. Calvo, J. Gracia-Caladín, eds., Moral Neuroeducation for a Democratic and Pluralistic Society, Springer International Publishing, Cham, 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-22562-9>.
- [5] Y.B. Chauhan, P.P. Rathod, A comprehensive review of the solar dryer, International Journal of Ambient Energy 41 (2020) 348–367. <https://doi.org/10.1080/01430750.2018.1456960>.
- [6] L. Bennamoun, A. Belhamri, Design and simulation of a solar dryer for agriculture products, J Food Eng 59 (2003) 259–266. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00466-1](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00466-1).
- [7] C.I. César Bergues-Ricardo, L.I. Bérriz-Pérez, P.I. Griñán-Villafaña, Secadores solares directos: Una experiencia para su extensión y generalización en la zona oriental de Cuba Direct Solar Dryers: An Experience for Its Size and Widespread in Eastern Cuba, 2013.
- [8] C. Suresh, R.P. Saini, Thermal performance of sensible and latent heat thermal energy storage systems, Int J Energy Res 44 (2020) 4743–4758. <https://doi.org/10.1002/er.5255>.