Imagen: Adobe Stock

DEL LABORATORIO AL SOL: CÓMO UN NUEVO MATERIAL PODRÍA RESOLVER EL TALÓN DE AQUILES DE LA ENERGÍA SOLAR

Razonar con evidencia

por Adriana Santamaria Padilla

Cómo citar este artículo en APA 7.ª edición
Santamaria-Padilla, A. (2026). Del laboratorio al Sol: cómo un nuevo material podría resolver el talón de Aquiles de la energía solar. . *Expresiones UVM, 14(3)*. 19-22.

La ciencia no es una colección de respuestas: es una historia que continúa, y alguien con curiosidad puede escribir el siguiente capítulo

¿Te has preguntado por qué, si el Sol nos manda tanta energía, seguimos sin poder usarla de noche? Cada día recibimos luz de sobra. Para ponerlo en perspectiva: la Tierra intercepta radiación solar con una potencia de aproximadamente 174 petavatios (PW). Esta cifra es cerca de 8,700 veces mayor que la potencia media equivalente asociada al consumo energético de la humanidad, del orden de 20 teravatios (TW).

Visto de otra manera, el consumo mundial de energía primaria ronda los 650 exajulios (EJ) al año; en poco más de una hora, la Tierra recibe del Sol una cantidad de energía comparable a la que toda la humanidad consume en un año entero. No toda puede aprovecharse, una parte se refleja o la absorbe la atmósfera, y otra llega a mares o zonas de difícil acceso, pero incluso una fracción bastaría para cubrir nuestras necesidades. El verdadero problema es otro.

Y, sin embargo, al anochecer, justo cuando encendemos las luces, la televisión y cargamos el celular, esa energía ya no está. Es el equivalente a cuando llueve mucho en verano y meses después enfrentamos sequía: el problema no es que falte el recurso, sino que llega cuando no lo necesitamos y falta cuando sí.

Este es, precisamente, el punto de partida de nuestra investigación: encontrar la manera de guardar el calor del Sol de forma estable

Figura 1. Guardar el sol para la noche. La energía solar del día, guardada en una "batería molecular" para usarla cuando cae la noche.
Fuente: La ilustración se realizó con la asistencia de Claude (Anthropic, 2026).

y reversible, con un material que no se degrade después de cientos de ciclos a alta temperatura.

El talón de Aquiles: guardar el Sol

El verdadero reto de la energía solar ya no es captarla; si bien los espejos y paneles lo hacen cada vez mejor y más barato, el reto es guardarla. Es como intentar acarrear agua con una cubeta agujereada, si no tenemos dónde almacenarla, todo lo que sobra se pierde antes de que caiga la noche. Para el calor existen varias soluciones.

Las plantas solares actuales usan tanques de sales fundidas que funcionan como un termo gigante: conservan el calor por algunas horas, pero poco a poco lo dejan escapar, así como pasa con la taza de café que tomamos por las mañanas y que poco a poco se enfría. Hay una alternativa más poderosa, y también más difícil de dominar: el almacenamiento termoquímico, que en lugar de guardar el calor "caliente", lo guarda en forma química. Es la más prometedora de todas, siempre y cuando se logre que los materiales aguanten.

La idea es sencilla y elegante: usar una reacción química reversible como si fuera una batería. Cuando el calor del Sol separa los componentes de un material, la energía queda atrapada en sus enlaces químicos: la batería se carga. Cuando volvemos a juntarlos, la reacción devuelve todo ese calor: la batería se descarga. A diferencia del termo de sales fundidas, esta "batería molecular" no se descarga sola: la energía puede esperar días, semanas o meses, casi sin pérdidas, hasta que la necesitemos. Suena perfecto, pero hay una trampa: ningún material se carga y descarga infinitas veces sin degradarse. Ciclo tras ciclo se va degradando poco a poco, y solo algunos materiales pueden sobrevivir a ese trato repetido a altas temperaturas.

El material que se estabiliza solo

Ahí empezó nuestra historia. Para generar electricidad, estas plantas necesitan temperaturas altas: alrededor de 1000°C. Y a esas temperaturas, todo material se enfrenta a un enemigo silencioso, un fenómeno llamado sinterización: sus partículas se van fundiendo y aglomerando entre sí, como los chocolates que se derriten dentro de la bolsa olvidada al Sol. El material se compacta, el gas ya no puede entrar y, tras unos cuantos ciclos, la batería molecular deja de funcionar. Durante años, la estrategia fue añadir aditivos para impedir que el material cambiara, con resultados limitados. Nosotros decidimos darle la vuelta al problema: en lugar de luchar contra el cambio, lo convertimos en aliado.

Buscando un compuesto capaz de resistir el calor repetido, encontramos algo inesperado en una familia de óxidos metálicos (los que en química llamamos del tipo $A_3B_2O_6$). Cuando este material reacciona con dióxido de carbono para liberar su calor, solo una parte del óxido participa en la reacción; el resto forma, en ese mismo instante, un andamio resistente que sostiene toda la estructura. Y en cada ciclo, el andamio se desarma y se vuelve a construir. El material se estabiliza solo, sin ningún aditivo externo.

Para comprobarlo sometimos el material a ciclos repetidos de carga y descarga y seguimos lo que ocurría con varias técnicas de laboratorio: termogravimetría acoplada a calorimetría (TGA-DSC), que mide en tiempo real cuánta masa gana y pierde al reaccionar con el CO2, difracción de rayos X (DRX), que identifica las fases que se forman; microscopía electrónica de barrido (SEM), que muestra su estructura por dentro; y fisisorción de nitró-

geno (método BET), que mide su superficie interna.

Los resultados nos sorprendieron: 80 ciclos de carga y descarga entre 985 °C y 1,020 °C manteniendo una respuesta estable en la ganancia y pérdida de masa durante cada ciclo. Este comportamiento es notable, ya que materiales de este tipo suelen perder reactividad durante los primeros ciclos.

Y lejos de compactarse, ocurrió lo contrario: desarrolló una estructura porosa que bajo el microscopio parece un coral marino, con canales por donde el gas circula libremente. Su superficie interna, en lugar de reducirse, se duplicó. Podría decirse que el material evolucionó en cada ciclo hasta desarrollar una estructura más favorable para almacenar energía.

¿Y esto qué significa para el mundo?

Este tipo de materiales está pensado para las plantas de energía solar de concentración: torres rodeadas de miles de espejos que concentran la luz como una lupa gigante. Como nuestro material trabaja a temperaturas muy altas, es compatible con las turbinas de nueva generación, capaces de producir electricidad limpia de manera más eficiente, incluso de noche. Si esta química logra escalarse a nivel industrial, las plantas solares del futuro podrían guardar el Sol del mediodía y entregarlo al anochecer, cuando más lo necesitamos: energía solar de noche, sin quemar una sola gota de combustible.

La ciencia como historia que continúa

Figura 2. La cubeta agujereada: perder o conservar la energía. Sin almacenamiento, la energía solar se pierde; con una "batería molecular" se conserva casi sin pérdidas.
Fuente: La ilustración se realizó con la asistencia de Claude (Anthropic, 2026).

Esto solo es un paso en el laboratorio, no la solución definitiva. Aún falta un camino por recorrer, como es escalar la síntesis, probar el material en reactores reales y confirmar que resiste miles de ciclos. También conviene ser honestos con las limitaciones actuales: todavía no sabemos si la estructura porosa seguirá siendo estable y permeable más allá de los ciclos que hemos probado; alcanzar y mantener temperaturas cercanas a los 1000 °C exige una gestión cuidadosa del calor; y falta evaluar a fondo el costo y la disponibilidad de los materiales a gran escala. Pero este trabajo nos dejó algo más valioso que un material: un principio de diseño. La estabilidad no tiene que estar en la estructura inicial de un compuesto, sino en la reacción misma. Y eso abre una pregunta que sigue abierta sobre nuestra mesa: ¿funcionará igual con todos los elementos alcalinotérreos de la tabla periódica? Todavía no lo sabemos, y eso es lo emocionante. Porque la ciencia no es una colección de respuestas: es una historia que continúa, y alguien con curiosidad puede escribir el siguiente capítulo.

Figura 3. .- Del coral al material poroso. Inspiración natural: la estructura porosa de un coral marino frente a la micrografía real (SEM) del material desarrollado, que evoluciona hacia una arquitectura porosa semejante.
Fuente: La ilustración se realizó con la asistencia de Claude (Anthropic, 2026).

Glosario

Petavatio (PW): Unidad de potencia igual a 1015 vatios (mil billones de vatios). El prefijo peta (P) representa un factor de 1015 en el Sistema Internacional de Unidades.
Teravatio (TW): Unidad de potencia igual a 1012 vatios (un billón de vatios). El prefijo tera (T) representa un factor de 1012 en el Sistema Internacional de Unidades.
Exajulio (EJ): Unidad de energía igual a 1018 julios (un trillón de julios). El prefijo exa (E) representa un factor de 1018 en el Sistema Internacional de Unidades.
Óxidos metálicos: Compuestos químicos constituidos por oxígeno y un elemento metálico. Muchos son estables a altas temperaturas y sirven como base de materiales para almacenar energía.
Elementos alcalinotérreos: Elementos químicos pertenecientes al grupo 2 de la tabla periódica: berilio (Be), magnesio (Mg), calcio (Ca), estroncio (Sr), bario (Ba) y radio (Ra).

Declaración sobre uso de inteligencia artificial

Para la elaboración de las figuras de este artículo se emplearon herramientas de inteligencia artificial generativa. Las ilustraciones conceptuales de las Figuras 1 y 2, así como el diseño y la composición de la Figura 3, se realizaron con la asistencia de Claude (Anthropic, 2026). La imagen de referencia del coral utilizada en la Figura 3 se generó con ChatGPT (OpenAI, 2026). La micrografía electrónica de barrido (SEM) que aparece en la Figura 3 corresponde a resultados experimentales propios de la autora y no fue generada mediante inteligencia artificial. La autora revisó, editó y validó todo el contenido final.

Listado de referencias

Alami, A. H., Olabi, A. G., Mdallal, A., Rezk, A., Radwan, A., Rahman, S. M. A., Shah, S. K., & Abdelkareem, M. A. (2023). Concentrating solar power (CSP) technologies: Status and analysis. International Journal of Thermofluids, 18, 100340. https://doi.org/10.1016/j.ijft.2023.100340

Anthropic (2026). Claude [modelo de lenguaje de gran tamaño]. https://claude.ai
Bureau International des Poids et Mesures. (2026). Le Système international d'unités/The International System of Units [Brochure]. 9th edition. https://doi.org/10.59161/AUEZ1291

OpenAI (2026). ChatGPT [modelo de lenguaje de gran tamaño]. https://chat.openai.com

Literatura para explorar más sobre el tema:

He, Y., Qiu, Y., Wang, K., Yuan, F., Wang, W., & Li, M. (2020). Perspective of concentrating solar power. Energy, 198, 117373. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117373

Kopp, G., & Lean, J. L. (2011). A new, lower value of total solar irradiance: Evidence and climate significance. Geophysical Research Letters, 38(1), L01706. https://doi.org/10.1029/2010GL045777

Santamaria Padilla, A., Romero-Paredes, H., Sánchez-Jiménez, P. E., & Perejón, A. (2026). SnO_2-stabilized $SrCO_3$/SrO chemical looping material for high-temperature thermochemical energy storage. ACS Applied Energy Materials, 9, 9132–9143. https://doi.org/10.1021/acsaem.6c00706

Adriana Santamaria Padilla

Soy Doctora en Ciencias (Energía y Medio Ambiente) por la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I), donde soy profesora e investigadora visitante. Mi investigación se enfoca en el desarrollo y la caracterización de materiales capaces de almacenar energía solar mediante procesos termoquímicos, en colaboración con el Centro Ibérico de Investigación en Almacenamiento Energético (CIIAE), en España. La pregunta y la curiosidad me han acompañado desde siempre, y hoy las oriento a un reto que me apasiona: aprender a guardar el calor del Sol para usarlo cuando más lo necesitamos. Estoy convencida de que comprender el comportamiento de los materiales a altas temperaturas será clave para el desarrollo de las tecnologías energéticas del futuro.

aspenergia@izt.uam.mx

https://orcid.org/0000-0002-3048-5219