

Image not found

Frescura en verano, calor en invierno: todo a través de una sola ventana inteligente

Enfriar en verano y calentar en invierno hogares, tiendas y otros espacios interiores consume aproximadamente el 15% del suministro energético mundial, lo que subraya la necesidad de sistemas mejorados para el control térmico estacional.

Investigadores del ICFO proponen un nuevo tipo de ventanas inteligentes para un control térmico eficiente, con propiedades ajustables que permiten aprovechar mejor el calor en invierno y liberarlo en verano. Estos resultados, publicados recientemente en *Nanophotonics*, son clave para reducir el consumo energético global destinado a la climatización de espacios interiores. Estas ventanas podrían llegar a disminuir en más de un 40% la demanda energética de los edificios en Barcelona.

July 18, 2025

Una estrategia prometedora para controlar el calor en espacios interiores es usar ventanas térmicamente inteligentes: ventanas cuyas propiedades de absorción, emisión y/o transmisión de radiación pueden ajustarse a voluntad. Existen dos rangos de frecuencia de especial interés para la regulación térmica: el infrarrojo cercano (donde se concentra la radiación solar y, por tanto, se puede aprovechar para calefacción) y el infrarrojo medio (donde la absorción atmosférica se reduce casi a cero, lo que permite irradiar el calor hacia el universo para enfriar).

La investigación previa en ventanas térmicamente inteligentes es limitada, y la mayoría de los estudios se enfocan en el infrarrojo cercano o en el medio, pero rara vez en ambos a la vez. En una reciente publicación en *Nanophotonics*, el investigador del ICFO **Dr. Julien Legendre** y la Profesora del ICFO **Dra. Georgia Papadakis** investigan una ventana inteligente que opera simultáneamente en estos dos rangos de frecuencia. Analizan los beneficios en términos de la demanda eléctrica para calefacción y refrigeración, y demuestran que estos dispositivos podrían construirse con arquitecturas existentes que ya se pueden fabricar en laboratorio.

Tomar distancia para detectar vacíos en la investigación sobre ventanas inteligentes

El campo de las ventanas inteligentes -que se refiere, principalmente, a ventanas que pueden

volverse transparentes u opacas respecto a la luz visible- surgió hace menos de 15 años y ha crecido rápidamente desde entonces. Este auge ha dado lugar a múltiples líneas de investigación, aunque la interacción entre ellas ha sido bastante escasa.

¿Pensamos que era un buen momento para dar un paso atrás y entender adecuadamente las diferentes direcciones hacia las que se mueve la investigación, recuerda el Dr. Julien Legendre, primer autor del estudio. ¿Y descubrimos que, en realidad, casi nadie había investigado diseños que combinen la modulación del infrarrojo cercano y medio, a pesar de que esto podría suponer mejoras significativas en la regulación térmica. El equipo se puso manos a la obra, analizando en profundidad el potencial de controlar cada rango espectral para la regulación térmica. Finalmente, propusieron un diseño que combina materiales de cambio de fase y cristales líquidos. **Las ventanas resultantes podrían reducir en más de un 40% la demanda energética de los edificios situados en latitudes como la de Barcelona**, en comparación con el vidrio de sílice tradicional.

No obstante, los investigadores también identifican limitaciones estructurales y de materiales que podrían obstaculizar el rendimiento de la ventana y que, por tanto, deberían guiar futuras investigaciones. El equipo señala que el principal obstáculo es la escasa capacidad de modulación en el rango del infrarrojo cercano, mientras que la escalabilidad de la fabricación, los costos y la sostenibilidad de los materiales también emergen como retos clave a tener en cuenta. ¿Creemos que mejorar estos aspectos será fundamental para democratizar el uso de ventanas inteligentes, afirma el Dr. Legendre. Aunque la gestión térmica es la principal motivación para desarrollar este tipo de ventanas, los autores también contemplan otras aplicaciones, como el camuflaje térmico. El camuflaje térmico consiste en ajustar las propiedades radiativas en el infrarrojo de los dispositivos, permitiendo que estos se integren con el entorno al tomar imágenes térmicas. Según la profesora Georgia Papadakis, autora senior del artículo y líder del grupo de Fotonica Térmica en el ICFO: ¿De hecho, comenzamos a trabajar en camuflaje térmico a principios de este año, a través del proyecto europeo CATHERINA. Con ello, esperamos crear sinergias valiosas entre estas distintas áreas de investigación.

Referencia:

Legendre, Julien and Papadakis, Georgia T. "Energy-efficient thermally smart windows with tunable properties across the near- and mid-infrared ranges" *Nanophotonics*, 2025.

DOI: <https://doi.org/10.1515/nanoph-2025-0219>

Agradecimientos:

This work was supported by the Fundació Mir-Puig, the Fundació Cellex, the Generalitat de Catalunya (2021 SGR 01443), the Ministerio de Ciencia e Innovación (CEX2019-000910-S, PID2020-112625GB-I00, PID2021-125441OA-I00), and the European Union (CATHERINA,

101168064).