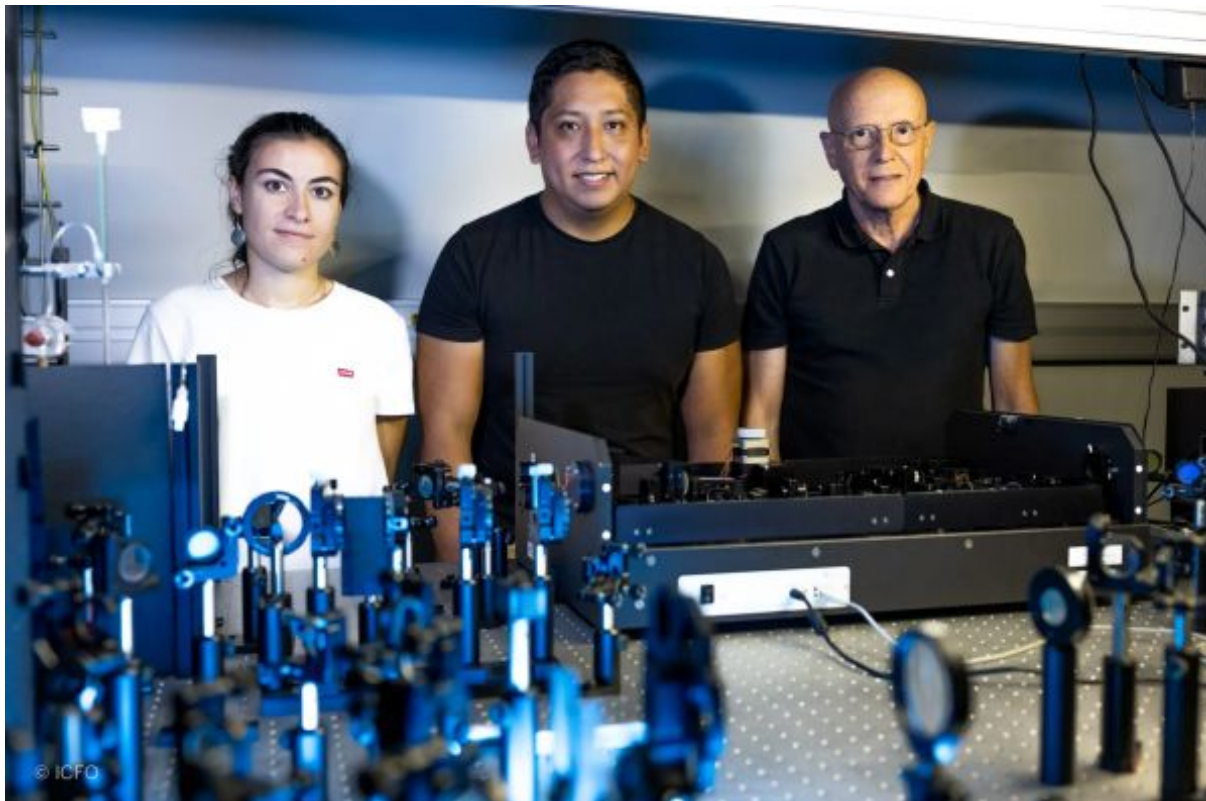




Las celdas solares ganan eficiencia al emitir luz en menos direcciones

Investigadores del ICFO han aumentado la eficiencia de las células solares orgánicas a la hora de convertir energía restringiendo los ángulos en los que emiten luz. La estrategia, presentada en *Energy & Environmental Science*, ofrece una vía prometedora para superar el límite teórico de eficiencia de las células solares de unión simple.

October 05, 2026

Las células solares absorben la luz del sol y la convierten en electricidad. Sin embargo, este proceso no es perfecto, por lo que gran parte de la energía solar se pierde por el camino. Una parte se disipa en forma de calor, mientras que los fotones sin energía suficiente atraviesan la célula sin generar electricidad. Estas son las fuentes de pérdida que la mayoría de los científicos del campo intentan minimizar, pero existe otra fuente importante, conocida como la **pérdida de Boltzmann**.

Las pérdidas de Boltzmann se producen porque los materiales que absorben luz también pueden emitirla. En una célula solar, esta emisión es una parte inevitable del proceso de

conversion de energía; el problema, sin embargo, reside en cómo eso ocurre. Dado que el Sol se ve muy pequeño en el cielo, la luz llega a la célula en unas direcciones muy concretas, dentro de un cono estrecho. La célula solar, en cambio, emite en todas direcciones, en un cono amplio que prácticamente cubre todo el hemisferio que tiene encima. Esta discrepancia entre el cono estrecho de la luz incidente y el cono amplio de la luz emitida se traduce en una reducción del trabajo útil que puede extraerse del dispositivo.

Investigadores del ICFO, el **Dr. Francisco Bernal Texca**, **Chiara Cortese**, la **Dra. Mariia Kramarenko**, y el **Dr. Quan Liu**, dirigidos por el **Profesor del ICFO y la UPC Jordi Martorell**, han encontrado ahora una manera de reducir experimentalmente las pérdidas de Boltzmann. En el estudio, publicado recientemente en *Energy & Environmental Science*, el equipo utilizó una célula solar orgánica invertida basada en la mezcla PM6:Y6 y, al convertir la célula en una **cavidad óptica, inhibió la emisión de fotones a ángulos grandes**, haciendo así el cono de emisión más estrecho.

¿Nuestro estudio supone un avance significativo en el campo de la conversión de energía solar, ya que abre una vía completamente inexplorada para superar el límite de Shockley-Queisser? afirma el Dr. Francisco Bernal Texca, primer autor del artículo. Este límite de eficiencia, que tiene en cuenta todos los mecanismos de pérdida intrínsecos contemplados en el modelo de Shockley-Queisser, se sitúa teóricamente en el 33,16 %. Si reducimos el cono de emisión para que se ajuste mejor al cono de absorción de la luz solar incidente, que es precisamente lo que nuestro trabajo demuestra experimentalmente, **celulas solares podran, en principio, alcanzar eficiencias cercanas al 43 %**. El profesor Jordi Martorell, investigador principal del estudio, añade que aunque aquí se demuestran mejoras en una célula solar orgánica, el principio subyacente no es exclusivo de los materiales orgánicos y, en principio, es aplicable a todas las tecnologías fotovoltaicas. La clave para hacer el cono de emisión más estrecho es el uso de un metal como electrodo frontal, lo que permite que la luz emitida en ángulos amplios se refleje fuertemente. Una estructura multicapa rodea este electrodo de plata para formar, junto con el electrodo de plata situado en la parte posterior de la célula, una cavidad óptica. Esto permite combinar una reflectividad en un amplio rango de ángulos con una alta transmisión en la dirección de la luz solar incidente, lo cual estrecha eficazmente el cono de emisión. Además, la sencillez del diseño de la célula con cavidad no añade ninguna complejidad adicional a la fabricación, a diferencia de muchas de las estrategias que se están explorando actualmente para superar el límite de Shockley-Queisser, explica Bernal Texca. En conjunto, este marco deja **un camino general para mejorar la eficiencia fotovoltaica y acercarla a sus límites teóricos**. Según el Prof. Martorell: ¿Lograr mayores eficiencias es fundamental, porque se traducen directamente en un menor coste por vatio y en un uso más eficiente del suelo y de los materiales necesarios para el despliegue de la energía solar?

Referencia:

Francisco Bernal-Texca, Chiara Cortese, Mariia Kramarenko, Quan Liu, Jordi Martorell;
Inhibited photon emission to overcome Boltzmann losses in an organic solar cell with a cavity
configuration. Energy Environ. Sci. 2026.
DOI: <https://doi.org/10.1039/d6ee03772k>

Agradecimientos:

The authors acknowledge the financial support by the European Commission through the SOREC2 project (101084326). Additionally, the authors acknowledge the financial support from the Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades through the CROPS project (grant no. PID2024-161397OB-I00). Also, the work was partially funded by Ministerio de Ciencia e Innovación (grants nos. CEX2019-000910-S and PID2020-112650RB-I00), Fundació Cellex, Fundació Mir-Puig, and Generalitat de Catalunya through Centres de Recerca de Catalunya.



Francisco Bernal Texca en el laboratorio. Credito: ICFO.

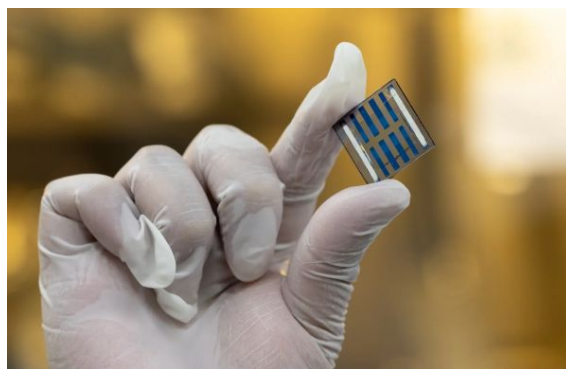


Imagen del dispositivo. Credito: ICFO.