

# Salto mortal: de la tortillería a las nanoantenas

**CRéditos:** Denise Estrada Wiese

Instituto de Investigación en Ciencias Básicas y Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos

**Jesús Antonio del Río Portilla**

Instituto de Energías Renovables, Universidad Nacional Autónoma de México

Miembro de la Academia de Ciencias de Morelos

## Un calentador solar

Voy saliendo de la tortillería y veo a Ingrid sentada en el cafecito de enfrente. Le hago señas para saludarla pero no voltea. Parece distraída viendo algo sobre la mesa -típico de Ingrid. Le grito ¡Ingrid, hey güera! No recibo respuesta alguna. Ya me intrigó saber qué tiene a mi amiga tan clavada así que decido acercarme. Siempre tiene cosas interesantes que platicar. Al fin, todavía tengo un ratito antes de ir por mi hija a la escuela.

¡Hola güera!... ¿por qué tan pensativa? ¿Estás leyendo el periódico?... ¿Ahora qué pasó? ¡Ay, hola Beto! No, no pasó nada. Estoy tratando de entender este artículo sobre *nanoantenas* para cosechar la energía solar.

Ahhh... mmmm... ¿nanoantenas? Ya sabes, me gusta leer esos artículos que aparecen los lunes en el periódico La Unión de Morelos [1].

Si... y mira, explica cómo se captura la luz solar en microscópicas antenas... Pero estaba tratando de ver la diferencia entre la captura de la luz solar para calentar agua con calentadores solares o en utilizar esta energía para convertirla en electricidad con sistemas fotovoltaicos y ahora me doy cuenta que también la luz solar se puede capturar con antenas.

¿No son los mismos aparatos? No, fíjate que todos son diferentes y funcionan de forma distinta.

A ver explícame cómo es que son diferentes.

Precisamente estoy tratando de entenderlo. Mira, Beto, un calentador solar funciona de la siguiente manera: primero recuerda que la materia está formada por átomos y que en los sólidos, como los metales, los átomos están colocados en arreglos ordenados. Los físicos dicen que están en estructu-

ras cristalinas. Así, cuando un rayo de luz golpea a esa red de átomos la pone a vibrar y se calienta.

A ver explícame cómo al ponerse a vibrar se calienta.

Podemos decir que cuando los átomos de un material se mueven tienen una energía cinética y mientras más se muevan pues más energía tienen. De acuerdo con la teoría cinética de la materia, mayor energía cinética se traduce en mayor temperatura. Así, cuando la luz incide sobre el metal, en particular sobre el cobre, material del que están hechos muchos calentadores solares, sus átomos se mueven más rápidamente calentándose el metal, y del metal, el calor se transfiere al agua que se encuentra dentro de los tubos del calentador solar.

Entonces, los calentadores solares están formados por tubos de cobre.

Sí, la mayoría están contruidos así. Mira este artículo sobre las cosas importantes que debes saber si quieres comprar un calentador solar [2]. A mí me ayudó mucho cuando compré el mío.

Excelente, mándame la liga y lo revisaré.

## Las nanoantenas.

De pronto me doy cuenta de que las tortillas recién hechas empiezan a quemarme las manos. Las pongo sobre la mesa

¿No quieres una tortilla calentita?

No, gracias, con el café estoy bien.

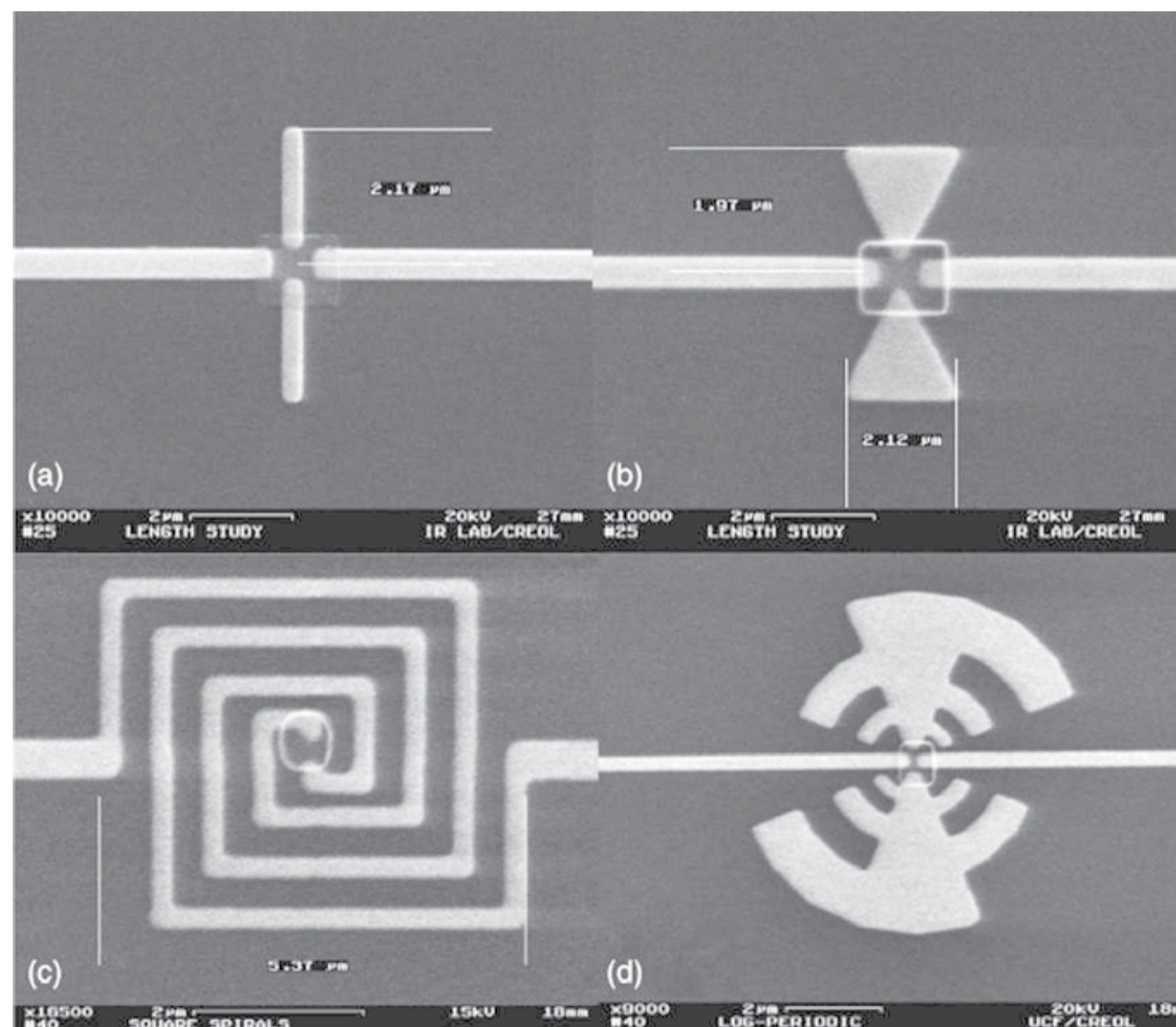
Como quiero saber de qué hablaba mi amiga al mencionar las nanoantenas, decido sentarme y pedir una limonada. Pongo las tortillas en una bolsa de plástico para que no se vayan a enfriar.

A ver güerita, entonces ya entendí como funciona un calentador solar, pero ahora explícame ¿cómo es que usando la misma energía solar es posible generar electricidad?

Pues mira, un sistema fotovoltaico opera en forma diferente que los calentadores. En este caso la luz solar golpea a uno de los electrones que están dentro de los átomos de la superficie de la celda fotovoltaica. La longitud de onda de estos fotones es más pequeña y por eso interacciona con un electrón en lugar de interaccionar con toda la red de átomos, como en el caso de los calentadores. Cuando este fotón golpea al electrón lo hace pasar a un nivel energético mayor y entonces, el electrón queda libre y se puede mover entre los átomos formando una corriente eléctrica. Luego te paso otro artículo donde explican más a detalle los procesos en las celdas fotovoltaicas [2].

¡Wow! ¿o sea que dependiendo del tamaño de la longitud de onda de la luz, ésta va a interactuar de manera diferente con los materiales? Recuérdame, pero eso de la longitud de onda tiene que ver con el color ¿verdad?

Casi exacto Beto, los colores son mucho más complicados que la longitud de onda; pero precisamente el tamaño de las nanoantenas selecciona la longitud de onda de la luz que puede aprovechar. En el artículo dice que son dispositivos metálicos tan pequeños como la longitud de onda de la luz infrarroja, o sea millones de veces más pequeños que esta silla, por ejemplo, ¡imagínate!, pero más grandes que las longitudes de onda de la luz visible. Mira esta imagen donde se ven algunas de las diferentes nanoantenas que se han fabricado (ver figura 1).



**Figura1:** Nanoantenas fabricadas usando litografía por haz de electrones. Se muestran diferentes geometrías: (a) dipolo, (b) corbata, (c) espiral, (d) antena log-periódica [3].

# as solares

¿Y cómo es que algo tan pequeño puede capturar la energía solar?

Pues yo entiendo lo siguiente: cuando la luz interacciona con una nanoantena sus electrones de conducción pueden empezar a vibrar todos a la vez. Esta vibración colectiva sólo se da para frecuencias especiales, es decir, está "cuantizada" y cuando la luz que incide en la nanoantena tiene alguna de esas frecuencias, el diminuto dispositivo empieza a resonar debido al efecto de la vibración de sus electrones. Hoy aprendí que a este efecto

se le llama *resonancia plasmónica* ya que como los modos de vibración están *cuantizados* los podemos "ver" como partículas llamadas *plasmones*.

A ver, entonces la luz empuja a un electrón como si fuera un columpio, ¿no? y cuando la luz tiene una longitud de onda o frecuencia específica todos los electrones se impulsan, como en el columpio en forma sincronizada y llaman a eso resonancia plasmónica-¿sabe-qué ¡ah! *resonancia plasmónica*, pero ¿y eso de qué sirve?

Pues resulta que el efecto de resonancia altera los campos electromagnéticos de la luz y podemos aprovecharlo por ejemplo para amplificar una señal, o combinarlo con un dispositivo fotovoltaico para generar electricidad...

¡A ver, a ver... espera amiguita... pausa! Me habías dicho que las nanoantenas y los sistemas fotovoltaicos son dos cosas diferentes ¿y ahora me dices que los quieren combinar?

Sí, Beto, se trata de aprovechar las propiedades de ambos dispositivos. Cuando las nanoantenas capturan la energía solar en infrarrojo pueden transferirla al sistema fotovoltaico, que no absorbe en longitudes de onda infrarrojas, y éste la convierte en electricidad. Entonces al poner muchísimas nanoantenas sobre las celdas fotovoltaicas se aprovecha un rango mayor de longitudes de onda de la radiación solar mejorando la eficiencia de los dispositivos.

¿Y habrá alguna otra propiedad de las antenitas que se pueda usar para mejorar estos dispositivos?

Que perspicaz me saliste querido Beto, pues fíjate que sí, precisamente era lo que estaba analizando cuando llegaste. Otra manera de construir estos dispositivos compuestos es aprovechando que las nanoantenas son muy buenas para dispersar la luz, pero no entiendo cómo funciona.

Ahh, mi hija me contó sobre la dispersión de la luz, en la escuela hicieron un experimento con un prisma: cuando un rayo de luz pasa a través de él cambia el tamaño de su longitud de onda y la dirección con la cual entró al prisma. Entiendo que aquí quiere decir que la luz que entra a la nanoantena también cambia de dirección y longitud de onda al salir de ella...

¡Sí, Beto, creo que así funciona! Entonces dice en el artículo que estaba leyendo, que se puede atrapar la luz solar en la celda fotovoltaica usando la dispersión. Mira este esquema (figura 2), ahora lo entiendo. Cuando la luz es dispersada por las nanoantenas, la luz que no es absorbida por la celda lo hará nuevamente, "rebotando" entre éstas hasta que sea absorbida.

Entonces, de esta manera también se aprovecha más la energía solar y se mejora la eficiencia del sistema fotovoltaico, ¿estás de acuerdo? Creo que resolvimos el misterio mi querida Ingrid.

Es verdad Beto, muchas gracias por tu ayuda para comprender todo esto.

No hay de que Ingrid, la verdad me asombran todas las locuras que los científicos descubren para mejorar el mundo en que vivimos. Ojalá pronto podamos comprar en el Super dispositivos portátiles con nanoantenas para cosechar energía.

Ya, Beto, no te claves tanto, ya te pareces a mí. Tienes razón güera ¡Oh no, mi hija ya salió de la escuela! ...ya me tengo que ir de todos modos, la ida por las tortillas ya se prolongó demasiado.

Mientras voy corriendo con mis tortilla, voy pensando, seguro esas nanoantenas podrían capturar la energía disipada en la tortillería y convertirla en electricidad.

Referencias:

- [1] M. López y F. J. González <http://acmor.org.mx/?q=content/cosechando-sol>
- [2] N. Ortega y J.A. del Río <http://www.acmor.org.mx/?q=content/%C2%BFqu%C3%A9-aspectos-son-importantes-para-comprar-un-calentador-solar>
- [3] P.K. Nair <http://acmor.org.mx/?q=content/la-energ%C3%AD-solar-una-riqueza-para-todos>
- [4] P. Bharadwaj, et al., *Advances in Optics and Photonics* 1, 438–483 (2009).
- [5] V. Giannini et al., *Chemical Review* 111, 3888–3912 (2011).

Los autores estamos trabajando en colaboración con el Dr. Francisco Javier González de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí para incrementar la eficiencia en la cosecha de radiación infrarroja mediante nanoantenas soportadas en silicio. Este proyecto de colaboración está apoyado parcialmente por la Red Temática de Energía Solar de CONACyT. Así en un futuro cercano podríamos tener dispositivos que aprovechan la energía térmica y convertirla en electricidad mediante nano o microantenas.

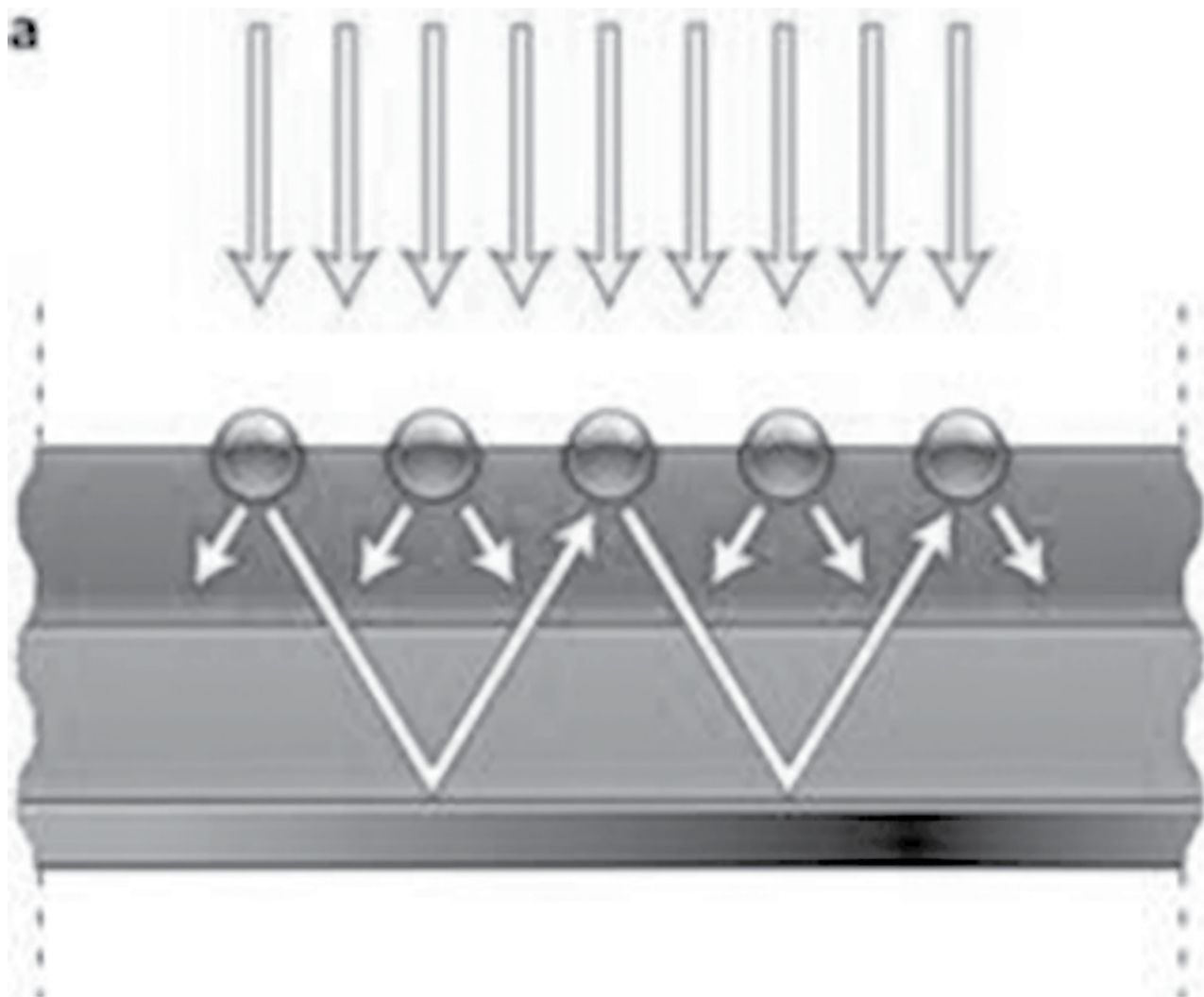


Figura2: La luz incidente es dispersada por las nanoantenas aumentando las regiones de captación de la luz en la celda fotovoltaica, mejorando así su eficiencia [4]