



San Sebastián / Madrid, martes 22 de diciembre de 2015

## Fotones y electrones ‘dialogan’ en la nanoescala

- **Un equipo con participación del CSIC propone una solución tecnológica para controlar con corrientes eléctricas la transmisión de información entre fotones y electrones**
- **El trabajo conceptual logra que el intercambio de información sea más rápido y eficiente**

El trasvase de información entre los fotones de la luz, portadores de información, y los electrones de los dispositivos electrónicos miniaturizados es un reto tecnológico que podría encontrar una solución a partir de ahora gracias a una nueva propuesta de un equipo internacional con participación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

El trabajo, publicado en la revista *Science Advances*, ha sido elaborado por investigadores del Centro de Física de Materiales (CSIC-Universidad del País Vasco), el Donostia International Physics Center en San Sebastián, el Instituto de Ciencias Moleculares de Orsay (Francia), la Universidad de los Andes (Columbia) y el Laboratorio de Nanofotónica de Houston (Estados Unidos).

Los fotones de la luz y los electrones de numerosos dispositivos electrónicos hablan idiomas diferentes, aunque estén destinados a entenderse. La luz, actualmente utilizada en las comunicaciones modernas, es un medio rápido y muy fiable de transmisión de información. Sin embargo, la mayor parte de esta información fotónica debe ser luego procesada y tratada por electrones en componentes electrónicos miniaturizados, como por ejemplo, los transistores que miden unos pocos nanómetros.

Debido al régimen tan distinto de dimensiones y velocidad, surge un problema al transferir la información de los fotones a los electrones, y viceversa. Igual que si estuvieran en una diminuta torre de babel. Los campos eléctricos asociados con el fotón oscilan muy deprisa (del orden de mil billones de veces por segundo) y además, al tratarse de una onda, se esparcen y se extienden en el espacio debido al efecto que se conoce como límite de difracción. Por otro lado, los electrones, impulsados por campos estáticos y constantes, se mueven mucho más despacio y en dimensiones mucho más reducidas. La imposibilidad de que fotones y electrones se comuniquen en dimensiones reducidas es actualmente un cuello de botella tecnológico.

## Una “nanohabitación” para atrapar la luz

Esta nueva propuesta conceptual plantea explotar el régimen de transporte cuántico de los electrones en una cavidad metálica de escala nanométrica, que puede ser entendida como una "nanohabitación" que podría actuar como foro donde los electrones y los fotones se encuentran y pueden hablar el mismo idioma, transmitiéndose así la información de manera rápida y efectiva. En esta nanocavidad, los fotones son atrapados en las mismas dimensiones que los electrones, gracias a una excitación colectiva de la materia denominada plasmón, que ayuda a "capturar" la luz en esta "habitación en miniatura".

El trabajo propone a su vez que la excitación de esta "luz atrapada" depende de la corriente estática inducida entre los dos electrodos de la nanocavidad, es decir, entre las paredes de la "habitación", gracias al mecanismo de efecto túnel que permite que los electrones pasen de una pared a otra. Javier Aizpurua, investigador del CSIC y científico asociado del Donostia International Physics Center, explica: "Es como poner juntos en una habitación minúscula los electrones y fotones, y estos últimos sólo brillan o se apagan dependiendo de que los primeros se muevan rebotando por las paredes de la habitación o no. Es un diálogo en la nanoescala a base de movimiento atrapado".

El control de la activación y desactivación de las oscilaciones rápidas de la luz con corrientes eléctricas estáticas a este nivel de miniaturización es únicamente posible debido a la dependencia que presenta esta luz atrapada al régimen de túnel cuántico de los electrones a través de la nanocavidad. Por primera vez, este equipo de investigadores propone una solución tecnológica para crear un modulador electroóptico en la nanoescala.

“Sería una especie de nanotraductor para electrones y fotones. El principio de acción presentado en este trabajo requiere de una fabricación muy precisa de la nanocavidad donde la luz queda atrapada, así como la aplicación muy precisa y simultánea de un potencial externo entre los electrodos de la cavidad para controlar la corriente túnel. Solamente en estas condiciones es posible la modulación electroóptica en la nanoescala”, agrega Aizpurua.

El nivel de modulación se puede mejorar en futuros diseños más sofisticados, pero este concepto electroóptico en la nanoescala introduce una nueva vía para el desarrollo de nuevas tecnologías de la información. En ellas, los electrones y fotones se comunicarían más rápido, de manera más compacta, y por tanto, consumirían menos energía por bit de información intercambiado.

D. C. Marinica, M. Zapata, P. Nordlander, A. K. Kazansky, P. M. Echenique, J. Aizpurua, y A. G. Borisov.  
**Active quantum plasmonics.** *Science Advances*. DOI: 10.1126/sciadv.1501095