



DIODOS ORGÁNICOS: patente javeriana que innova los dispositivos luminosos

Grupo de investigación del Departamento de Física de la Universidad Javeriana patenta nanodispositivo que mejora la eficiencia energética de pantallas y fuentes luminosas.

Por Lisbeth Fog Corradine
Fotografías: Felipe Abondano Bernal

Desde el fuego y la vela, pasando por lámparas de aceite, bombillos incandescentes y luces fluorescentes, el mundo ahora ilumina sus noches con dispositivos LED —diodos emisores de luz, por sus siglas en inglés. Son más eficientes: emiten más cantidad de luz por vatio de electricidad suministrado y consumen menos energía. Ahora los investigadores incursionan en esos mismos sistemas de iluminación, pero a partir de diodos orgánicos —OLED—, que representan una importante contribución a las tecnologías de alta eficiencia, en el marco de las energías verdes. En ellos, el material encargado de emitir la luz es una molécula orgánica y su uso se

extiende más allá de iluminar el planeta cuando la luna se esconde. La Universidad Javeriana no se queda atrás. Con equipos e insumos de alta tecnología, el mejor personal científico y el acompañamiento de la Dirección de Innovación de la Vicerrectoría de Investigación, el grupo Películas Delgadas y Nanofotónica patentó un dispositivo para la industria de la iluminación que puede ser útil en la fabricación de tabletas, televisores o celulares.

Los antecedentes de la iluminación

“Gracias a los dispositivos LED, el mundo empezó a usar relojes digitales”, dice el físico Juan Carlos Salcedo Reyes, integrante del grupo de investigación; “ya no era necesario mirar las manecillas, simplemente los números electrónicos de color rojo facilitaban la lectura

◀ Este es el resultado final del OLED producido por investigadores javerianos.

de la hora”. Lo mismo ocurrió con los CD y las calculadoras. El reto era buscar materiales que dieran la posibilidad de jugar con otros colores. “Los LED desarrollaron las comunicaciones ópticas. Pero si se pudiera tener LED de los tres colores (RGB por *red*, *green* y *blue*) era posible producir otros colores para hacer televisores, pantallas gigantes, incluso semáforos”. Estos, recuerda Salcedo, se producían con un bombillo y un pedazo de vidrio de color que funciona como un filtro. “Ahora son de LED, funcionan con muy poca energía y producen mucha luz”. El rojo se logró en 1960 y el azul solo se pudo producir hasta 2002.

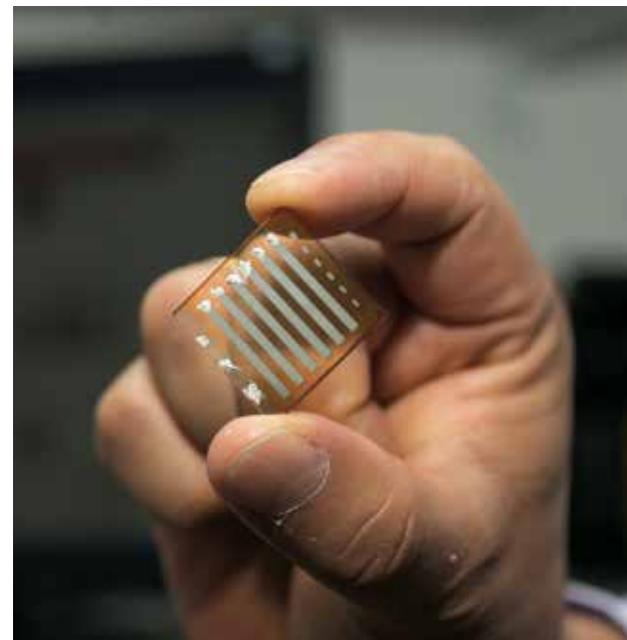
Avances en 'nanoenergías'

Si cada uno de estos inventos lumínicos ha revolucionado la manera de ‘ver’ el mundo, la tecnología LED revolucionó la física. Estos dispositivos funcionan a partir de la teoría cuántica, desarrollada a comienzos del siglo XX, gracias a la cual tenemos pantallas gigantes en estadios y centros comerciales, pantallas táctiles en las tabletas y celulares, pantallas con los tres colores que forman todos los demás. El uso de material orgánico con propiedades de semiconductor —es decir, que es posible controlar la conducción de electricidad a partir de parámetros externos— es una tecnología emergente, pero de rápido desarrollo.

Mediante la incorporación de nanoesferas de dióxido de silicio (SiO_2) de 250 nanómetros de diámetro —un nanómetro equivale a una mil millonésima parte de un metro—, los científicos javerianos evidenciaron una mejora en la eficiencia energética de hasta un 50%.

Los OLED tienen varias ventajas: son de bajo costo de fabricación en comparación con los LED, gastan poca energía, emiten mucha luz y con ellos es posible “producir dispositivos tanto micrométricos, adecuados para fabricar pantallas de alta definición, como de gran área, para producir grandes paneles de iluminación”, explica Salcedo. Su principal desventaja es su

▼ Así se ve una pantalla OLED de 36 pixeles con capas delgadas que forman la estructura mostrada en el panel superior derecho.



corto tiempo de vida (alrededor de mil horas en los más sofisticados), debido a la degradación de las moléculas orgánicas al contacto con el oxígeno. "En eso se está trabajando muchísimo porque se deben garantizar al menos 12.000 horas de vida", continúa Salcedo.

Por medio de nanopartículas de dióxido de silicio, que forman un sistema óptico llamado cristal coloidal, se producen diodos emisores de luz orgánicos de alta eficiencia.

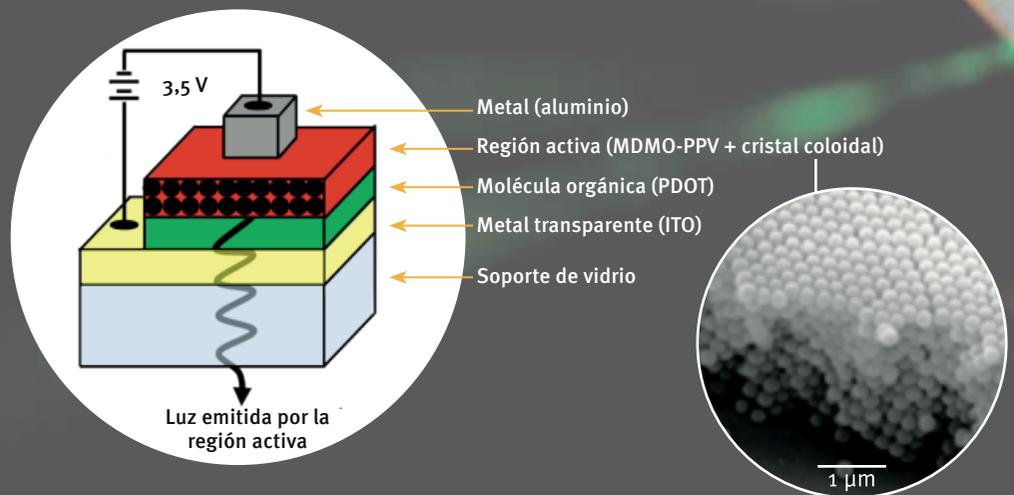
¡Eureka!

La primera vez que los miembros del grupo gritaron ¡eureka! fue cuando les prendió el primer dispositivo en el que incluyeron los cristales coloidales, es decir, los OLED modificados. Hubo luz. Literalmente, se les prendió el bombillo. "Ocurrió en 2010 cuando, en el marco de la tesis de grado de los estudiantes de ingeniería electrónica Diana Pardo y Juan Pablo Cuellar, quienes fueron galardonados con el premio Otto de Greiff a la segunda mejor tesis en ciencias del país, se logró encender el primer OLED fabricado en Colombia con base en polímero luminiscente. Paralelo a esto, el estudiante de maestría en ingeniería electrónica Octavio Alejandro Castañeda reportó, en su tesis de maestría con mención meritoria, el crecimiento del primer cristal coloidal formado por esferas de sílice. El segundo eureka fue comprobar, por medio de mediciones directas, que efectivamente salía más potencia lumínica que en el OLED tradicional, dice Salcedo. Esta fue su innovación: un OLED modificado con cristales coloidales. En 2012, a partir de una serie de estudios teóricos sobre el acoplamiento de la

▼ Miembros del grupo de investigación en Películas Delgadas y Nanofotónica en el área de fotolitografía del laboratorio.



DIAGRAMA DE LA ESTRUCTURA DE UN OLED QUE TRANSFORMA ENERGÍA ELÉCTRICA EN LUZ



Ubicado en algo así como un 'nanosanduche', el componente orgánico del OLED forma parte de un dispositivo de varias capas superdelgadas. La base es un vidrio donde se pone un metal que equivaldría a la primera tajada de pan; como la idea es que la luz la atraviese, debe ser transparente y por eso se usa óxido de indio dopado con estaño, mejor conocido como ITO. La siguiente nanocapa corresponde a una molécula orgánica, también transparente, encima de la cual se 'riega' un polímero luminiscente orgánico —MDMO-PPV—, que contiene las nanoesferas o cristal coloidal. Finalmente, se cubre el dispositivo con una capa metálica que lo corona: el pan que completa el nanosanduche. En el caso de la patente de invención javeriana, la novedad ha sido la mejora en la eficiencia de la luz que emite al utilizar cristales coloidales, los cuales funcionan como una lente que concentra la luz y la enfoca para un mismo lado, en lugar de que salga dispersa hacia todas partes.

luz emitida por el MDMO-PPV con los cristales coloidales de sílice, se iniciaron las primeras pruebas con el fin de establecer el método de fabricación de los OLED modificados.

¿Investigar o innovar?

Frente a esta pregunta, la respuesta de Salcedo no se hace esperar: "a nosotros nos interesa estudiar, explicar y modificar los fenómenos físicos básicos bajo los cuales funcionan este tipo de dispositivos optoelectrónicos y, en paralelo, ir perfeccionando las técnicas". Habla el científico que está en el laboratorio con sus colegas proponiendo, manipulando, experimentando, buscando respuestas a los interrogantes. "Cuando se tiene suficientemente fortalecida la investigación básica, la innovación surge de forma natural. Lo importante es hacer las dos cosas".

Pero la novedad puede tener aplicaciones comerciales muy promisorias en la industria de la iluminación y en la fabricación de pantallas planas, láseres y LED discretos. "Como ya la Universidad tiene una patente concedida por la Superintendencia de Industria y Comercio, contamos con la protección y el derecho exclusivo sobre la invención; podemos publicarlos y darlos a conocer", explica Helena Jiménez, de la Dirección de Innovación, Vicerrectoría de Investigación de la Universidad Javeriana. La idea es valorar y comercializar la tecnología, diseñar una estrategia, estructurar el modelo de negocio, buscar posibles clientes. "Ese es

un proceso que tenemos que hacer porque necesitamos que las patentes no se queden en el anaquel, sino que salgan y generen impacto en el sector productivo y en la sociedad". Pero también es, de acuerdo con Salcedo, el clásico ejemplo de cómo la investigación básica puede desarrollar mucho tiempo después tecnologías innovadoras.

Vendrán más patentes, de acuerdo con Jiménez, porque ya empieza a verse la cultura de la innovación en la Universidad. "El Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación del país ha venido reforzando esos incentivos a los investigadores para generar y proteger las invenciones derivadas de la actividad investigativa... y la Javeriana le apuesta a la innovación".

Para leer más

- Méndez, H., Heimel, G., Winkler, S., Frisch, J., Opitz, A., Sauer, K., ...Salszmann, I. (Octubre, 2015). Charge-transfer crystallites as molecular electrical dopants. *Nature Communications*, 6.
- Salcedo-Reyes, J. C. (2012). Effective refractive index of face centered-cubic and hexagonal close packed 250 nm-SiO₂ based colloidal crystals. *Journal of Nanophotonics*, 6(1).

INVESTIGADOR PRINCIPAL: Juan Carlos Salcedo Reyes

COINVESTIGADORES: Luis Camilo Jiménez Borrego, Henry Alberto Méndez Pinzón

Facultad de Ciencias

Departamento de Física

Grupo de investigación Películas Delgadas y Nanofotónica

PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN: 2010-2016