

06/10/2023

El desarrollo de los puntos cuánticos semiconductores, premio Nobel de Química de 2023



El premio Nobel de Química de este año ha recaído en Alexei Ekimov, Louis Brus y Moungi Bawendi por el desarrollo de puntos cuánticos semiconductores. Estas nanopartículas, que miden entre 2 y 10 nanómetros, ofrecen unas propiedades fascinantes directamente relacionadas con su pequeño tamaño. El profesor del Departamento de Física de la UAB y jefe de grupo del ICN2 Javier Rodríguez-Viejo fue partícipe del desarrollo de estas nanopartículas como estudiante postdoctoral en el MIT.

Variación del color con el tamaño en nanopartículas de seleniuro de cadmio. De azul a rojo aumenta el tamaño, es decir disminuyen los efectos de cuantización. Fotografía tomada por Felice Frankel (MIT) en 1997, *The Journal of Physical Chemistry B*

El viaje del descubrimiento de los puntos cuánticos semiconductores empieza con el físico ruso Alexei Ekimov, que reporta la síntesis en el interior de materiales vítreos dopados mediante procesos de nucleación y crecimiento a elevada temperatura en 1982. Poco tiempo después el químico estadounidense Louis Brus sintetiza nanopartículas (NP) en solución y describe la física que explica la discretización de los niveles de energía. En Bell Labs (EE.UU.) reúne un grupo de jóvenes científicos, entre los que figura Moungi Bawendi, que inician la síntesis de nanopartículas con elementos de los grupos II-VI introduciendo precursores organometálicos. Tras su incorporación al MIT (EE.UU.), Bawendi forma un grupo de trabajo que desarrolla y depura la síntesis de estas nanopartículas utilizando surfactantes especiales que permiten su síntesis con una precisión sin precedentes,

posibilitando el inicio de una nueva era en el ámbito de la nanociencia y la nanotecnología. El artículo de 1993 publicado en la revista *Journal of the American Chemical Society* (JACS) en el que se describe este proceso cuenta con más de 8000 citas, lo que da cuenta de la relevancia que ha tenido este descubrimiento en trabajos posteriores. Este procedimiento permitió la síntesis de nanopartículas con una dispersión de tamaños muy reducida y una gran perfección cristalina, dinamizando el estudio de las propiedades ópticas de la materia de baja dimensionalidad al observarse de forma directa la cuantización de los niveles de energía durante la absorción de luz. Este efecto es debido al confinamiento de los excitones (pares electrón-hueco con interacción coulombiana) que se producen al absorber un fotón.

Un poco más tarde se inicia la carrera por conseguir nanopartículas con mayor eficiencia de emisión y se sintetizan las primeras nanopartículas core-shell. En esa época me incorporé como estudiante postdoctoral en el MIT en el grupo de Klavs F. Jensen e inicié una colaboración estrecha con el grupo de Bawendi, sintetizando y estudiando propiedades diversas de estas core-shell NPs en su laboratorio y junto a algunos de sus estudiantes y postdocs. En ese período logramos sintetizar y estudiar las primeras NP core-shell con un aumento muy significativo de la eficiencia de emisión y que han sido claves para muchos de los estudios y aplicaciones posteriores de estas nanopartículas. El ambiente en el laboratorio de Bawendi era extraordinario y éramos conscientes de que se estaba haciendo ciencia que podría tener un impacto significativo, como así ha sido.

La belleza estética de esas nanopartículas que pueden emitir luz en todos los colores del espectro visible cuando se las irradia con luz ultravioleta con solo modificar su tamaño producía una fascinación añadida que ha sido captada en numerosas imágenes, como la que acompaña esta reseña, tomada en 1997 por Felice Frankel, artista residente en el MIT, con las nanopartículas que sintetizamos algunos de nosotros en el laboratorio de Bawendi. La fotografía fue portada de la revista *The Journal of Physical Chemistry B* y formaba parte del artículo que publicamos con los resultados de la investigación.

Las nanopartículas desarrolladas en el MIT y, posteriormente, en otros muchos laboratorios y empresas, poseen una elevada capacidad de sintonizarse (*tunability*) en energía, eficiencia de emisión y fotoestabilidad, así como una gran pureza espectral, aspectos esenciales en su uso como partículas luminescentes para pantallas o marcadores biológicos. Aun hoy, el futuro de estas nanopartículas es sumamente brillante.

Javier Rodríguez-Viejo

Departamento de Física de la UAB

Instituto Catalán de Nanociencia y Nanotecnología (ICN2)

javier.rodriguez@uab.cat

Referencias

Bashir O Dabbousi, Javier Rodríguez-Viejo, Frederic V Mikulec, Jason R Heine, Hedi Mattoussi, Raymond Ober, Klavs F Jensen, Mounqi G Bawendi, **(CdSe) ZnS core– shell quantum dots: synthesis and characterization of a size series of highly luminescent nanocrystallites**. *J. Phy. Chem. B* 1997 101, 46, 9463–9475

<https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/jp971091y>