

El premio Nobel de Química (2023): Descubrimiento y síntesis de los puntos cuánticos

¿Tiene usted un televisor QLED? Pues ya dispone en su hogar al menos de un producto directísimamente relacionado con los galardonados con el Premio Nobel de Química 2023.

La Q de QLED hace referencia al término cuántico, de quantum dots. Término este que identifica a las partículas, los puntos cuánticos, cuyo descubrimiento y síntesis han sido reconocidos en los galardonados de este año: Mounji G. Bawendi del Massachusetts Institute of Technology, (MIT), Louis E. Brus de la Universidad de Columbia y Alexei I. Ekimov de Nanocrystals Technology Inc.

Los puntos cuánticos, en inglés *quantum dots* (QD), son cristales de unos pocos miles de átomos y cuya dimensión varía entre 2 y 30 nanómetros (un nanómetro es una millonésima de milímetro) lo cual permite estimar su tamaño considerando que son a un balón de fútbol lo que el balón es al globo terráqueo. La reducida dimensión de los QD provoca lo que se denomina confinamiento cuántico: disminución drástica del espacio en que los electrones pueden moverse. Esta situación confiere a estas nanopartículas propiedades exclusivas asociadas a la dimensión y que no son, por tanto, observadas a escala macroscópica.

La modificación de color que incorporan a un vidrio partículas de sales metálicas era conocido desde la antigüedad; en los siglos XIX y XX se comprobó que un mismo material puede conferir colores distintos a un mismo vidrio dependiendo de la temperatura alcanzada y la velocidad de enfriamiento en la fabricación del vidrio.

En 1983 trabajando de forma independiente Ekimov, desde la Unión Soviética, y Brus desde Estados Unidos descubrieron que partículas presentan propiedades distintas o emiten luz de colores distintos, cuando su tamaño varía.

<https://pubs.aip.org/aip/jcp/article-abstract/79/2/1086/776583/Quantum-size-effects-in-the-redox-potentials?redirectedFrom=fulltext>

Esta es la causa que explica los fenómenos observados en los vidrios: los tratamientos para su elaboración generan nanopartículas de distintos tamaños.

Es una constante en la Ciencia que previsiones teóricas ven contrastada su exactitud con experimentos muchos años después. Así es también en este caso. El físico Herbert Fröhlich en 1937 había predicho que las nanopartículas no se comportarían como las partículas; la disminución del espacio disponible para el movimiento de los electrones “provocaría cambios drásticos del material”.

Siendo relevante el trabajo de Ekimov y Brus queda un punto clave por resolver. ¿Cómo pueden prepararse puntos cuánticos de forma que se controle el tamaño de la nanopartícula y por tanto el color que emite? Bawendi, quien había trabajado en el laboratorio de Brus, prosiguió los trabajos orientados a la mejora de los procedimientos sintéticos. La clave para la preparación de nanopartículas de una dimensión definida está en saturar con precisión una disolución en el disolvente apropiado de modo que se posibilita una formación simultánea de los nanocristales.

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/ja00072a025>

Un elemento que trasciende a estos resultados es el hecho de que además de la composición química de la materia hay una nueva dimensión a considerar, el tamaño. La búsqueda de propiedades derivadas del confinamiento cuántico ha producido una gran expansión de la nanociencia y la nanotecnología.

Controlado el tamaño, y el color de la luz emitida por la nanopartícula, es posible diseñar dispositivos electrónicos, como las pantallas indicadas al principio, que proporcionan una elevada definición de color, asociada al pequeño tamaño de los puntos de luz. La generación de los tres colores primarios, asociados cada uno a su tamaño, y sus combinaciones completan la paleta de color necesaria.

Además de la aplicación indicada en la producción de pantallas los puntos cuánticos han encontrado uso en la modulación de la luz fría de LED y para, mediante su incorporación a biomoléculas, ser utilizados para diagnosis en organismos vivos mediante el reconocimiento y localización de tejidos dañados, por ejemplo, por tumores cancerígenos.

Para el uso en sistemas vivos los originales puntos cuánticos, que químicamente son sales -sulfuros y seleniuros- de metales pesados (principalmente cadmio), tienen graves limitaciones por la toxicidad inherente a los metales pesados. Para estos usos se han desarrollado otro tipo de nanopartículas, los puntos cuánticos de grafeno (GQD), en cuya estructura existen casi exclusivamente átomos de carbono, y algo de oxígeno. Los GQD pueden considerarse como fragmentos nanométricos de grafeno. Por su dimensión presentan las propiedades ópticas debidas al confinamiento cuántico y por su naturaleza sin metales no tiene problemas toxicológicos.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0928493119312640?via%3Dihub>

Con el premio Nobel de este año la nanociencia y la nanotecnología reciben el reconocimiento, fuertemente instalado ya ente la comunidad científica, de una rama de conocimiento que está ampliando las fronteras del saber. Puede verse como una contradicción esta “ampliación de fronteras” basada en la reducción de tamaño, pero esta reflexión ya fue formulada por Richard Feynman, premio Nobel de Física en 1965, quien primero vislumbró el desarrollo de la nanotecnología y de la informática cuántica en 1959 cuando en el marco de la Sociedad Americana de Física afirmó: “hay mucho espacio en el fondo” (“there’s plenty of room at bottom”) https://web.pa.msu.edu/people/yang/RFeynman_plentySpace.pdf

Moungi G. Bawendi (1961, París). Doctor (1988) por la Universidad de Chicago. Professor en el Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, Massachusetts, EEUU.

Louis E. Brus (1943, Cleveland, Ohio, EEUU). Doctor (1969) por la Universidad de Columbia. Professor en Columbia University, New York, EEUU.

Alexei I. Ekimov (1945, Unión Soviética). Graduado (1967) por la Universidad Estatal de Leningrado. Desde 1999 Científico en Nanocrystals Technology Inc., New York, EEUU