

## Cuasicristales coloidales diseñados con ADN

Un estudio, codirigido por Luis Liz Marzán, ofrece en *Nature Materials* un modelo para la síntesis controlada de nanoestructuras complejas hasta ahora inalcanzables

El estudio arroja luz sobre el diseño y la creación de intrincadas estructuras, y abre un mundo de posibilidades para materiales avanzados y aplicaciones nanotecnológicas innovadoras

**Donostia, 3 de noviembre de 2023.** Un equipo de investigadores e investigadoras del Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales CIC biomaGUNE, del Instituto Internacional de Nanotecnología de la Universidad Northwestern y de la Universidad de Michigan ha desvelado una novedosa metodología para diseñar cuasicristales coloidales utilizando ADN. Este estudio, pionero en el campo de la nanotecnología, ha sido publicado en la revista *Nature Materials* con el título "Colloidal Quasicrystals Engineered with DNA".

Los cuasicristales se caracterizan por ser estructuras cristalinas ordenadas pero no repetitivas (que siguen patrones similares a las estructuras de los mosaicos), que han desconcertado a la comunidad científica durante mucho tiempo. La existencia de los cuasicristales ha sido un enigma durante décadas y su descubrimiento fue merecedor del Premio Nobel. "Es muy difícil preparar partículas con esta geometría en tamaños de unos 100 nm y con una uniformidad de tamaños suficientemente buena como para que sea posible generar estas estructuras cuasicristalinas", explica el profesor Ikerbasque de CIC biomaGUNE Luis Liz Marzán, uno de los investigadores principales del estudio.

"Aunque ahora se conocen varios ejemplos, descubiertos en la naturaleza o por vías serendípicas, nuestra investigación desmitifica su formación y, lo que es más importante, muestra cómo podemos aprovechar la naturaleza programable del ADN para diseñar y ensamblar cuasicristales deliberadamente", señala Chad Mirkin, coautor del estudio de la Universidad Northwestern.

El estudio surgió de una propuesta del grupo de [Bionanoplasmónica](#) del CIC biomaGUNE, dirigido por Liz Marzán, pionero en el desarrollo de métodos de fabricación y modificación de la superficie de las nanopartículas para mejorar sus posibilidades de aplicación: "Habíamos encontrado precisamente la forma de sintetizar nanopartículas con geometría decaédrica —partículas con diez lados— y con la calidad suficiente para abordar este estudio. La geometría decaédrica es esencial en este caso por la simetría pentagonal que implica. Los pentágonos son elementos geométricos esenciales en los cuasicristales y esto es lo que ha permitido llegar a esos materiales tan especiales".

El grupo liderado por la profesora Sharon Glotzer de la Universidad de Michigan había predicho ya en 2009 el primer cuasicristal de nanopartículas en capas: "En nuestra simulación original del

cuasicristal, la disposición de los decaedros dejaba espacios muy pequeños entre sí. Aquí, esos huecos los rellenaría el ADN", explica Glotzer, coautora también del estudio.

### **Un enfoque innovador que abre nuevas vías para el diseño en la nanoescala**

El estudio se ha centrado en el ensamblaje de nanopartículas decaédricas utilizando el ADN como estructura guía, en un medio coloidal: "Es decir, en un medio no homogéneo en el que las partículas están suspendidas en un fluido", explica Liz Marzán. Mediante una combinación de simulaciones por ordenador y experimentos meticulosos, el equipo ha descubierto algo extraordinario: estas nanopartículas decaédricas pueden organizarse para formar estructuras cuasicristalinas con fascinantes motivos pentagonales y hexagonales (penta y hexacoordinados), que culminan en la creación de un cuasicristal dodecagonal.

"Las nanopartículas decaédricas poseen una simetría quintuple característica que desafía las normas convencionales de los mosaicos periódicos —explica el profesor Mirkin—. Aprovechando las capacidades programables del ADN, hemos podido dirigir el ensamblaje de estas nanopartículas en una robusta estructura cuasicristalina".

El equipo de investigación ha funcionalizado nanopartículas de oro decaédricas con ADN corto de doble cadena y ha aplicado un proceso de enfriamiento controlado con precisión para facilitar el ensamblaje. Es decir, "hemos unido cadenas de ADN a las nanopartículas, para dirigir su ordenamiento, incluso de forma reversible porque es sensible a la temperatura", explica Liz Marzán. Las superredes cuasicristalinas resultantes han mostrado un orden cuasiperiódico de rango medio, con análisis estructurales rigurosos que confirman la presencia de una simetría de doce pliegues y un patrón de mosaico triangular-cuadrado, características distintivas de un cuasicristal dodecagonal.

"Gracias a la ingeniería de los cuasicristales coloidales, hemos logrado un hito importante en el campo de la nanociencia. Nuestro trabajo no sólo arroja luz sobre el diseño y la creación de intrincadas estructuras a nanoescala, sino que también abre un mundo de posibilidades para materiales avanzados y aplicaciones nanotecnológicas innovadoras", ha declarado el profesor del CIC biomaGUNE.

"Las implicaciones de este avance son de gran alcance, ya que ofrece un posible modelo para la síntesis controlada de otras estructuras complejas que antes se consideraban inalcanzables", señalan los investigadores. A medida que la comunidad científica se adentra en las ilimitadas perspectivas de la materia programable, esta investigación allana el camino para avances y aplicaciones transformadoras en diversos ámbitos científicos.

### **Referencia bibliográfica**

Wenjie Zhou, Yein Lim, Haixin Lin, Sangmin Lee, Yuanwei Li, Ziyin Huang, Jingshan S. Du, Byeongdu Lee, Shunzhi Wang, Ana Sánchez-Iglesias, Marek Grzelczak, Luis M. Liz-Marzán, Sharon C. Glotzer, Chad A. Mirkin

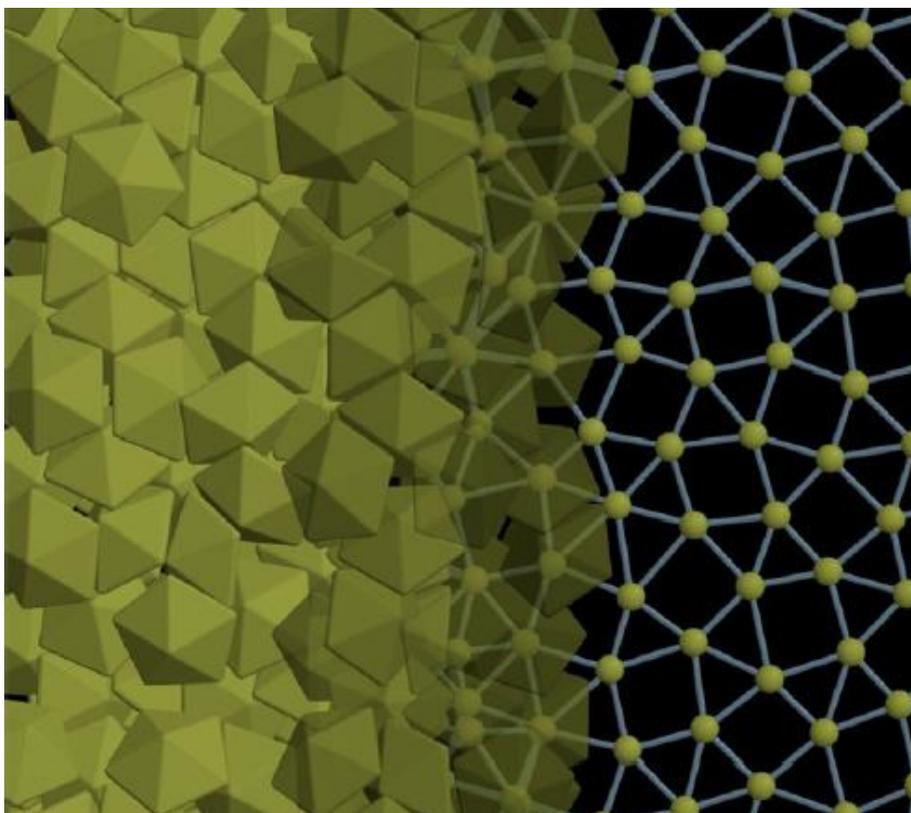
### **Colloidal Quasicrystals Engineered with DNA**

*Nature Materials*

DOI: [10.1038/s41563-023-01706-x](https://doi.org/10.1038/s41563-023-01706-x)

### Sobre CIC biomaGUNE

El Centro de Investigación Cooperativa en Biomateriales, CIC biomaGUNE, miembro de la Basque Research and Technology Alliance ([BRTA](#)), lleva a cabo investigación de vanguardia en la interfaz entre la Química, la Biología y la Física con especial atención en el estudio de las propiedades de las nanoestructuras biológicas a escala molecular y sus aplicaciones biomédicas. Reconocido en 2018 como Unidad de Excelencia “María de Maeztu” por cumplir con requisitos de excelencia, que se caracterizan por un alto impacto y nivel de competitividad en su campo de actividad, en el escenario científico mundial.



**Pie de foto:** Ilustración esquemática de una capa extraída de un cuasicristal dodecaédrico funcionalizado con ADN (Fuente: CIC biomaGUNE, Universidad Northwestern y Universidad de Michigan).