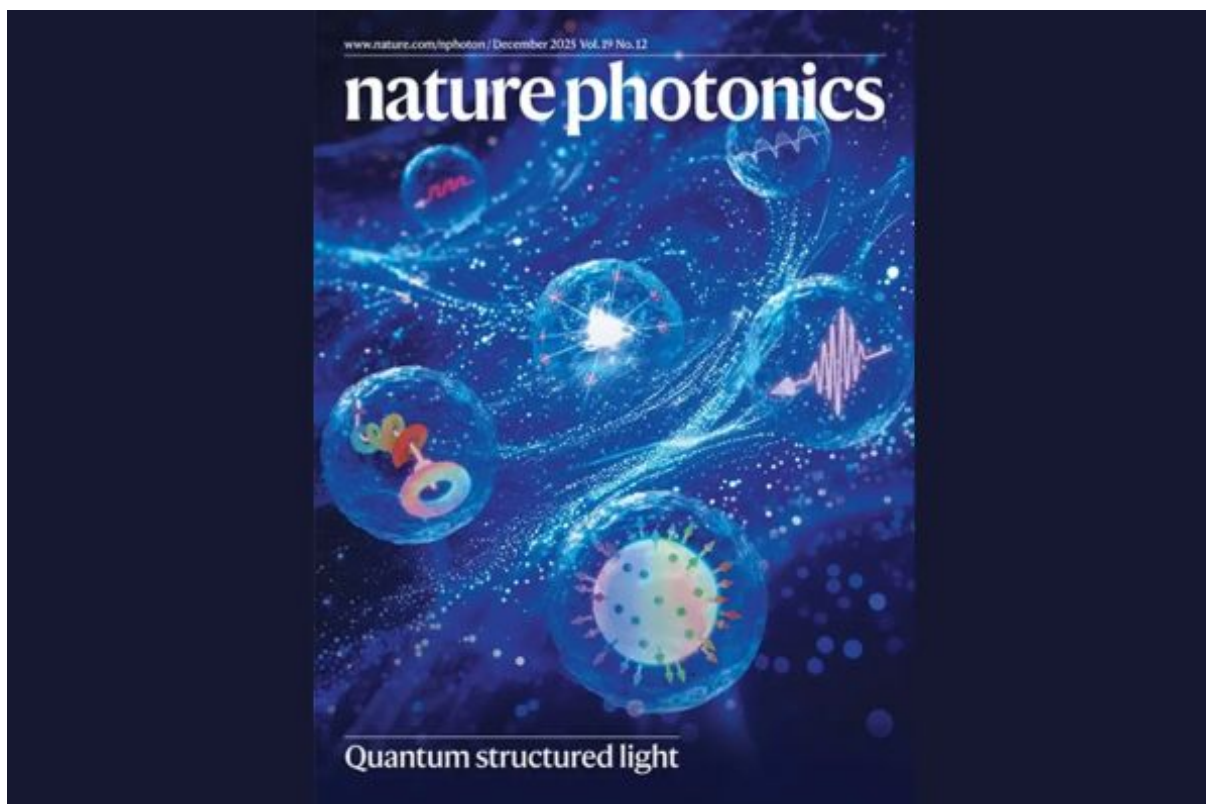




Nuevos avances en luz cuantica estructurada abren la puerta a comunicaciones mas seguras y a computacion ultrarrapida

Investigadores de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) y de la Universidad de Witwatersrand, en Johannesburgo (Sudafrica), trabajando dentro de la [Catalonia Quantum Academy](#), presentan en la revista Nature Photonics una amplia recopilacion de los ultimos avances en luz cuantica estructurada, un campo emergente que permite aumentar la cantidad de informacion que puede transportar la luz. Esta tecnologia tiene aplicaciones potenciales en comunicaciones mas seguras, computacion cuantica mas rapida y sistemas de deteccion de alta sensibilidad.

December 19, 2025

Un equipo internacional de científicos adscrito a la Catalonia Quantum Academy (CQA) ha publicado en Nature Photonics una revision sobre un campo emergente que est

transformando como nos comunicamos y como medimos y procesamos información: la luz cuántica estructurada. Se trata de una tecnología que combina información cuántica con estructuras espaciales y temporales de la luz para crear fotones con una capacidad de información sin precedentes.

Los investigadores destacan como la manipulación de múltiples grados de libertad de la luz, como la polarización, los modos espaciales o la frecuencia, permite generar estados cuánticos de alta dimensionalidad, en los que los ya reconocidos qubits (de dos dimensiones) con los fotones en superposición de dos estados cuánticos) pasan a ser qdits (con más de dos dimensiones).

Estas propiedades abren nuevas oportunidades en varios campos. En el ámbito de las comunicaciones cuánticas, se incrementa la seguridad, ya que hay más información por cada fotón y se abre la posibilidad de tener muchos canales simultáneos de comunicación, con mayor tolerancia a errores y resistencia al ruido. En cuanto a la computación cuántica, la luz estructurada permite circuitos más simples y rápidos, con la posibilidad de crear estados para simulaciones complejas. También abre las puertas a mejoras en imagen y metrología con técnicas de resolución mejorada (como el reciente desarrollo del microscopio cuántico holográfico, que permite obtener imágenes de muestras biológicas delicadas) y sensores ultrasensibles basados en correlaciones cuánticas. Algunas de estas herramientas ya se han implementado en chips que integran fuentes de luz que producen fotones individuales con sistemas de procesamiento óptico para generar luz cuántica estructurada. Por otro lado, la luz estructurada también permite simulaciones de sistemas cuánticos complejos para predecir, por ejemplo, la interacción entre moléculas y redes, con potencial para desarrollar nuevos materiales.

Según el profesor Andrew Forbes, autor correspondiente de la Universidad de Witwatersrand, en Johannesburgo, el campo ha cambiado de forma drástica en dos décadas: «La adaptación de estados cuánticos, en la que la luz cuántica se diseña para un propósito concreto, ha cobrado importancia en los últimos tiempos, empezando por fin a mostrar todo su potencial. Hace veinte años, el conjunto de herramientas para ello era prácticamente nulo. Hoy disponemos de fuentes integradas en chip de luz cuántica estructurada que son compactas y eficientes, capaces de crear y controlar estados cuánticos». «Aunque hemos logrado avances sorprendentes, todavía existen cuestiones difíciles», afirma Forbes. «El alcance en distancia de la luz estructurada, tanto clásica como cuántica, sigue siendo muy limitado, pero esto también representa una oportunidad, ya que estimula la búsqueda de grados de libertad más abstractos que puedan aprovecharse». La publicación, destacada como artículo de portada en *Nature Photonics*, es fruto de una larga colaboración del grupo de investigación especializado en luz estructurada, liderado por el profesor Andrew Forbes, de la Facultad de Física de la Universidad de Witwatersrand, en Johannesburgo (Sudafrica) y el investigador del Grupo de Óptica del Departamento de Física de la UAB Adam Valles, también científico visitante en el grupo de Optoelectrónica del ICFO.

Este ultimo proyecto, finalmente publicado como articulo de revision, ha sido posible tambien gracias al apoyo de la Catalonia Quantum Academy, una plataforma colaborativa coordinada por el ICFO e impulsada por la Generalitat de Catalunya, que trabaja para reforzar la formacion y el desarrollo de talento en ciencias y tecnologias cuanticas en la region.

Articulo de referencia:

Forbes, A., Nothlawala, F. y Valles, A. **Progress in quantum structured light**. Nat. Photon. 19, 1291-1300 (2025). <https://doi.org/10.1038/s41566-025-01795-x>

Acknowledgements:

A.F. thanks SA QuTI for financial support. A.V. acknowledges financial support from the Ramon y Cajal Fellowship RYC2023-043066-I, funded by MICIU/AEI/10.13039/501100011033 and FSE+.