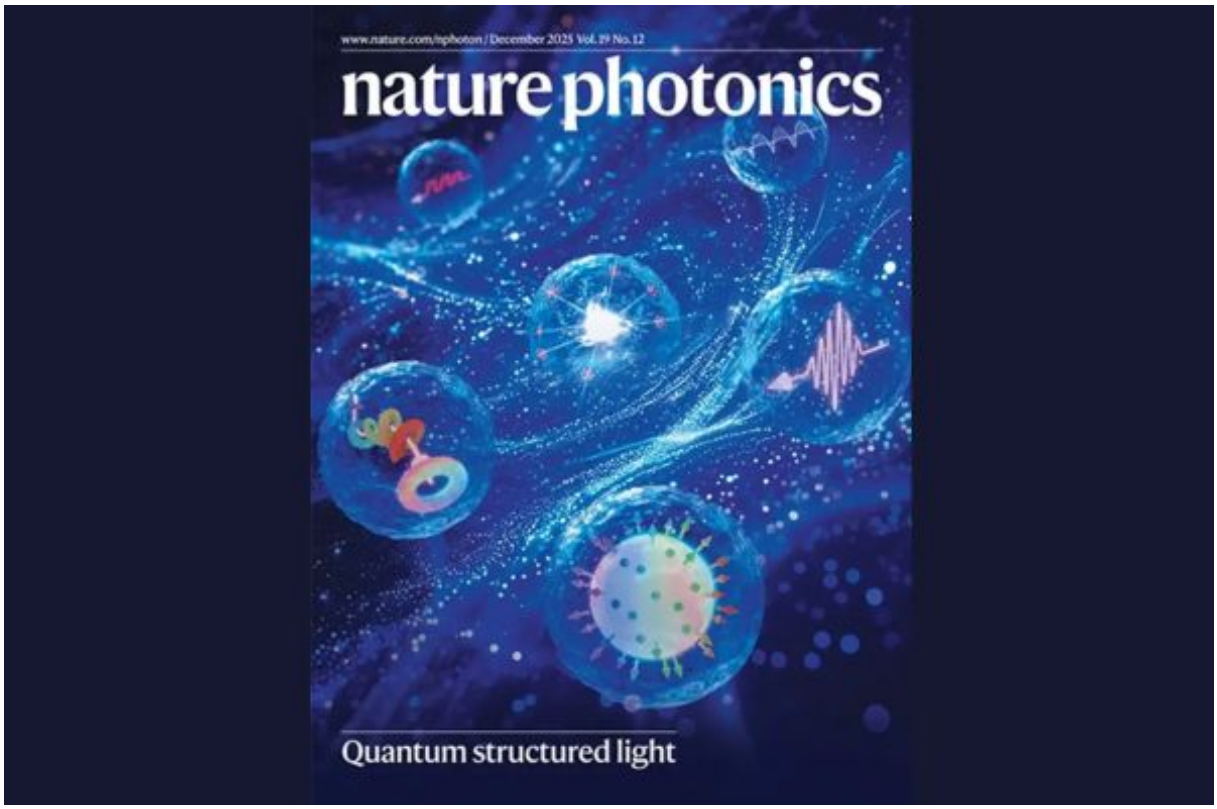


Nuevos avances en luz cuantica estructurada abren la puerta a comunicaciones mas seguras y a computacion ultrarrapida

Investigadores de la Universitat Autonoma 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 cientificos 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 informacion: la lu cuantica estructurada. Se trata de una tecnologia que combina informacion cuantica co estructuras espaciales y temporales de la luz para crear fotones con una capacidad d informacion sin precedentes

Los investigadores destacan como la manipulacion de multiples grados de libertad de la luz como la polarizacion, los modos espaciales o la frecuencia, permite generar estado cuanticos de alta dimensionalidad, en los que los ya reconocidos qbits (de dos dimensiones con los fotones en superposicion de dos estados cuanticos) pasan a ser qdits (con mas d dos dimensiones)

Estas propiedades abren nuevas oportunidades en varios campos. En el ambito de la comunicaciones cuanticas, se incrementa la seguridad, ya que hay mas informacion por cad foton y se abre la posibilidad de tener muchos canales simultaneos de comunicacion, co mayor tolerancia a errores y resistencia al ruido. En cuanto a la computacion cuantica, la lu estructurada permite circuitos mas simples y rapidos, con la posibilidad de crear estado para simulaciones complejas. Tambien abre las puertas a mejoras en imagen y metrologia con tecnicas de resolucion mejorada (como el reciente desarrollo del microscopio cuantic holografico, que permite obtener imagenes de muestras biologicas delicadas) y sensore ultrasensibles basados en correlaciones cuanticas. Algunas de estas herramientas ya se ha implementado en chips que integran fuentes de luz que producen fotones individuales co sistemas de procesamiento optico para generar luz cuantica estructurada. Por otro lado, l luz estructurada tambien permite simulaciones de sistemas cuanticos complejos par predecir, por ejemplo, la interaccion entre moleculas y redes, con potencial para desarrolla nuevos materiales

Segun el profesor Andrew Forbes, autor correspondiente de la Universidad d Witwatersrand, en Johannesburgo, el campo ha cambiado de forma drastica en dos decadas «La adaptacion de estados cuanticos, en la que la luz cuantica se disena para un proposi o concreto, ha cobrado importancia en los ultimos tiempos, empezando por fin a mostrar to o su potencial. Hace veinte anos, el conjunto de herramientas para ello era practicamente nul . Hoy disponemos de fuentes integradas en chip de luz cuantica estructurada que s n compactas y eficientes, capaces de crear y controlar estados cuanticos ?. «Aunque hemos logrado avances sorprendentes, todavia existen cuestiones dificiles», a irma Forbes. «El alcance en distancia de la luz estructurada, tanto clasica como cuantica, sigue siendo muy limitado, pero esto tambien representa una oportunidad, ya que estim la la busqueda de grados de libertad mas abstractos que puedan aprovech rse». La publicacion, destacada como articulo de portada en Nature Photonics, es fruto de una larga colaboracion del grupo de investigacion especializado en luz estructurada, liderado por el profesor Andrew Forbes, de la Facultad de Fisica de la Universidad de Witwatersrand, en Johannesburgo (Sudafrica) y el investigador del Grupo de Optica del Departamento de Fisica de la UAB Adam Valles, tambien cientifico visitante en el grupo de Optoelectronica 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+.