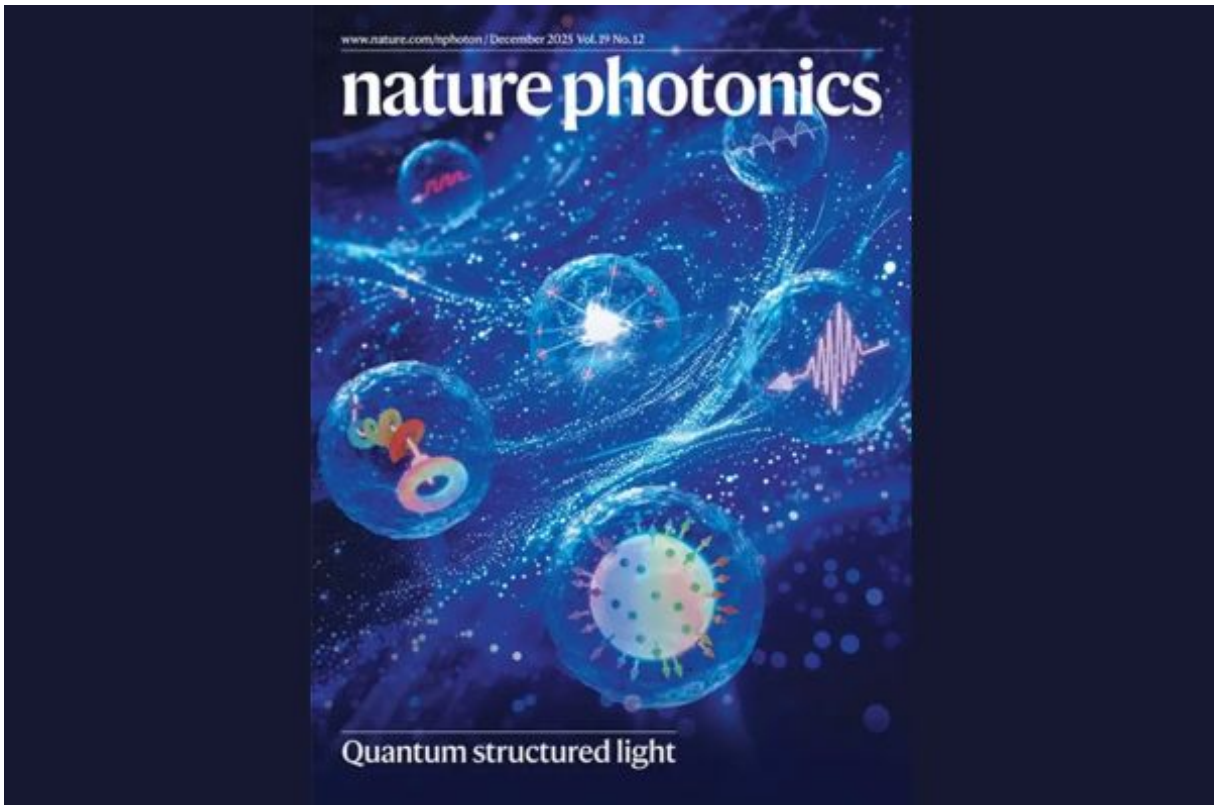


Nous avencos en llum quantica estructurada obren la porta a comunicacions mes segures i computacio ultrarapida

Investigadors de la Universitat Autonoma de Barcelona (UAB) i de la Universitat de Witwatersrand (Sud-africa), treballant dins el marc de la Catalonia Quantum Academy, presenten a la revista Nature Photonics un ampli recull dels darrers avencos en llum quantica estructurada, un camp emergent que permet augmentar la quantitat d'informacio que pot transportar la llum. Aquesta tecnologia te aplicacions potencials en comunicacions mes segures, computacio quantica mes rapida i sistemes de deteccio d'alta sensibilitat. L'estudi ha estat destacat com a article de portada.

December 19, 2025

Un equip internacional de cientifics adscrits a la Catalonia Quantum Academy (CQA) ha

publicat a Nature Photonics una revisio sobre un camp emergent que esta transformant la manera com ens comuniquem, mesurem i processem informacio: la llum quantica estructurada. Es tracta d'una tecnologia que combina informacio quantica amb estructures espacials i temporals de la llum per crear fotons amb una capacitat d'informacio sense precedents.

Els investigadors destaquen com la manipulacio de multiples graus de llibertat de la llum, com ara la polaritzacio, els modes espacials o la freqüencia, permet generar estats quantic d'alta dimensionalitat, en que els ja reconeguts qbits (de dues dimensions, amb els fotons e superposicio de dos estats quantics) passen a ser qdits (amb mes de dues dimensions)

Aquestes propietats obren noves oportunitats en diversos camps. En l'ambit de le comunicacions quantiques, s'incrementa la seguretat, ja que hi ha mes informacio per cad foto i s'obre la possibilitat de tenir molts canals simultanis de comunicacio, amb me tolerancia a errors i resistencia al soroll. Pel que fa a la computacio quantica, la llu estructurada permet circuits mes simples i rapids, amb la possibilitat de crear estats per simulacions complexes. Tambe obre les portes a millores en imatge i metrologia, am tecniques de resolucio millorada (com el desenvolupament recent del microscopi quanti holografic, que permet obtenir imatges de mostres biologiques delicades) i sensor ultrasensibles basats en correlacions quantiques. Algunes d'aquestes eines ja s'ha implementat en xips que integren fonts de llum que produeixen fotons individuals am sistemes de processament optic per generar llum quantica estructurada. D'altra banda, l llum estructurada tambe permet simulacions de sistemes quantics complexos per predir, pe exemple, la interaccio entre molecules i xarxes, amb potencial per al desenvolupament d nous materials

Segons el professor Andrew Forbes, autor corresponent de la Universitat de Witwatersrand, Johannesburg, el camp ha canviat de manera drastica en dues decades. «L'adaptacio de s estats quantics, en que la llum quantica es dissenya per a un proposit concret, ha pr s embranzida darrerament, comencant finalment a mostrar tot el seu potencial. Fa vint anys, l conjunt d'eines per a aquest proposit era practicament nul. Avui disposem de fon s integrades en xip de llum quantica estructurada que son compactes i eficients, capaces e crear i controlar estats quantics

?. «Tot i que hem fet progressos sorprenents, encara hi ha qüestions dificils de resoldre? , diu Forbes. «L'abast en distancia de la llum estructurada, tant classica com quantica, c ntinua sent molt limitat, pero aixo tambe es una oportunitat, ja que estimula la recerca de g aus de llibertat mes abstractes que es puguin exp

otar». L'article, destacat com a article de portada de Nature Photonics, es fruit d'una llarga col·laboracio del grup de recerca especialitzat en llum estructurada liderat pel professo Andrew Forbes, de la Facultat de Fisica de la Universitat de Witwatersrand, a Johannesbur (Sud-africa) i l'investigador del Grup d'Optica del Departament de Fisica de la UAB Ada Valles, tambe cientific visitant del grup d'Optoelectronica de l'ICFO. Aquest darrer projecte

finalment publicat com a article de revisio, ha estat possible tambe gracies al suport de l Catalonia Quantum Academy (CQA), una plataforma col·laborativa coordinada per l'Instit t de Ciencies Fotoniques (ICFO) i impulsada per la Generalitat de Catalunya, que treballa p r reforcar la formacio i el desenvolupament de talent en ciencies i tecnologies quantiques l pai

Article de referencia:

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

Agraiments:

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+.