

Image not found

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 científics 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 llum 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 biològiques delicades) i sensor ultrasensibles basats en correlacions quàntiques. Algunes d'aquestes eines ja s'ha implementat en xips que integren fonts de llum que produeixen fotons individuals amb sistemes de processament òptic per generar llum quàntica estructurada. D'altra banda, la llum estructurada també permet simulacions de sistemes quàntics complexos per predir, per exemple, la interacció entre molècules i xarxes, amb potencial per al desenvolupament de nous materials

Segons el professor Andrew Forbes, autor corresponent de la Universitat de Witwatersrand, Johannesburg, el camp ha canviat de manera dràstica en dues dècades. «L'adaptació de sistemes quàntics, en que la llum quàntica es dissenya per a un propòsit concret, ha progressat embranzida darrerament, començant finalment a mostrar tot el seu potencial. Fa vint anys, el conjunt d'eines per a aquest propòsit era pràcticament nul. Avui disposem de fonts integrades en xip de llum quàntica estructurada que són compactes i eficients, capaces de crear i controlar estats quàntics

?. «Tot i que hem fet progressos sorprenents, encara hi ha qüestions difícils de resoldre», diu Forbes. «L'abast en distància de la llum estructurada, tant clàssica com quàntica, continua sent molt limitat, però això també és una oportunitat, ja que estimula la recerca de nous graus de llibertat més abstractes que es puguin explorar».

L'article, destacat com a article de portada a *Nature Photonics*, és fruit d'una llarga col·laboració del grup de recerca especialitzat en llum estructurada liderat pel professor Andrew Forbes, de la Facultat de Física de la Universitat de Witwatersrand, a Johannesburg (Sud-àfrica) i l'investigador del Grup d'Òptica del Departament de Física de la UAB Ada Valles, també científic visitant del grup d'Optoelectrònica de l'ICFO. Aquest darrer projecte finalment publicat com a article de revisió, ha estat possible també gràcies al suport de la Catalunya Quantum Academy (CQA), una plataforma col·laborativa coordinada per l'Institut de Ciències Fotoniques (ICFO) i impulsada per la Generalitat de Catalunya, que treballa per reforçar la formació i el desenvolupament de talent en ciències i tecnologies quàntiques

Article de referència:

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>

Agraïments:

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+.