



## Dimensions sintètiques: avenços recents i perspectives futures

En una revisió publicada a *Communications Physics*, investigadors de l'ICFO, la UPC, la UAB, el DIPC, l'HRI i la Universitat Adam Mickiewicz presenten els darrers avenços en la utilització de dimensions sintètiques de la matèria quàntica per explorar fenòmens quàntics exòtics.

May 16, 2024

Vivim en un espai amb tres dimensions: llarg, alt i ample. Imaginar objectes 3D es, doncs, molt natural per a nosaltres. No obstant, hi ha alguns fenòmens físics que ocorren en espais de dimensions superiors, la qual cosa provoca que la seva observació directa sigui pràcticament impossible. L'única manera d'esquivar aquest obstacle és dissenyar matèria artificial que es comporti d'acord amb les lleis de la física en el règim d'altres dimensions. Aleshores es pot accedir a aquestes dimensions addicionals, conegudes com a [dimensions sintètiques](#).

Hi ha múltiples plataformes per generar l'esmentada matèria artificial, les quals utilitzen àtoms, molècules o la llum com a ingredient principal. Son particularment útils per a la

simulació quàntica (el camp que, mitjançant l'ús de recursos quàntics, resol problemes específics que són impossibles o extremadament exigents per als ordinadors clàssics), ja que les dimensions sintètiques permeten accedir a aspectes de la matèria quàntica interactuant que, d'altra manera, s'haurien mantingut en la foscor.

Una nova ressenya, publicada a Communications Physics, informa sobre els **darrers avenços en estudis de dimensions sintètiques** desenvolupats en una col·laboració internacional entre la **Prof. ICREA de l'ICFO Leticia Tarruell** i el **Prof. ICREA de l'ICFO Maciej Lewenstein**, amb els investigadors de l'ICFO **Dr. Javier Argüello, Dr. Utso Bhattacharaya, Dr. Tobias Grass, Dr. Marcin Płodzien, Dr. Tymoteusz Salamon, Dr. Paolo Stornati** així com amb la contribució de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), l'Adam Mickiewicz University (UAM), el Donostia International Physics Center (DIPC) i el Harish-Chandra Research Institute (HRI).

És important assenyalar que les dimensions sintètiques tenen aplicacions molt més pràctiques que passar de 3 dimensions a (gairebé) 4 o fins i tot 5 dimensions. En moltes situacions teòriques o experimentals, treballar amb sistemes unidimensionals o bidimensionals és relativament més fàcil. L'enfocament de les dimensions sintètiques consisteix en transformar-los en sistemes (quasi) bidimensionals o (quasi) tridimensionals, respectivament. D'aquesta manera, es pot estudiar, per exemple, la física de l'efecte Hall quàntic bidimensional en una dimensió o la física de bicapes rotades en dues dimensions. L'article proporciona una descripció general completa dels enfocaments d'avantguarda que utilitzen la tècnica de dimensions sintètiques per estudiar fenòmens exòtics i de dimensions superiors amb l'ajuda de passejos aleatoris quàntics o cristalls de temps, entre d'altres. Els autors descriuen les principals aplicacions de les dimensions sintètiques, basades sobretot en plataformes atòmiques, en camps tan diversos com la gravetat quàntica, la física de l'estat sòlid o la física de partícules, **centrant-se especialment en allò que la simulació quàntica pot aportar a totes aquestes àrees quan treu profit de les dimensions sintètiques.**

També detallen diversos experiments que no es van poder dur a terme utilitzant les convencionals realitzacions espacials 3D o per als quals la complexitat experimental era molt més gran, esperant que properament sorgeixin nous esforços experimentals que segueixin aclarint qüestions d'una àmplia varietat de fenòmens físics encara sense resoldre

#### **Referència bibliogràfica:**

Argüello-Luengo, J., Bhattacharya, U., Celi, A. et al. Synthetic dimensions for topological and quantum phases. Commun Phys 7, 143 (2024). <https://doi.org/10.1038/s42005-024-01636-3>