

## Una competició global posa a prova eines per analitzar el moviment de molècules individuals

Dins de les cel·lules vives, les molècules estan en constant moviment: unint-se, difonent-se, interactuant. Comprendre aquests processos és essencial a l'hora d'entendre en profunditat el comportament de les cel·lules. Una competició internacional a la qual l'ICFO ha participat activament ha proporcionat una comparació sistemàtica de mètodes analítics per a l'anàlisi del moviment de molècules individuals, destacant tant les fortaleses actuals com els reptes urgents en aquest camp en ràpida expansió. Els resultats s'han publicat recentment a *Nature Communications*.

July 28, 2025

En el món intricat de l'interior de les cel·lules vives, el moviment molecular revela pistes crucials sobre com les cel·lules funcionen, es comuniquen i, de vegades, fallen. Però extreure

e informació significativa d'aquestes trajectories moleculars complexes es un repete formidable, que ha impulsat una cursa global pel desenvolupament i la millora d'eines analítiques.

Ara, un equip internacional de científics liderat pel Dr. Gorka Muñoz de la Universitat d'Innsbruck, el Prof. Dr. Giovanni Volpe de la Universitat de Goteborg i el Prof. Dr. Carlo Manzano de la Universitat de Vic, amb la col·laboració dels investigadors de l'ICFO, en **Gabriel Fernandez-Fernandez**, el **Dr. Borja Requena** i el **Prof. ICREA Maciej Lewenstein**, ha organitzat una competició per avaluar sistemàticament aquestes eines. Els seus resultats, acabats de publicar a Nature Communications, ofereixen una avaluació sense precedents de les fortaleses i debilitats dels enfocaments existents.

### Posant a prova els mètodes

La captura d'imatges de molècules individuals s'ha convertit en una tècnica essencial en la biologia cel·lular i la biofísica modernes. Mitjançant el seguiment de molècules individuals en cel·lules vives, els investigadors poden estudiar processos fonamentals com les interaccions proteiques, els mecanismes de transport i l'acumulació molecular. Tanmateix, analitzar les dades resultants -ja sigui en forma de trajectories de partícules o de vídeos en brut- requereix mètodes computacionals sofisticats. La majoria d'aquests enfocaments es basen en algorismes d'aprenentatge automàtic que es refinaven continuament per detectar patrons, classificar tipus de moviment i extreure paràmetres significatius a partir de dades experimentals sorolloses.

Per fer front a la manca de referents objectius, l'equip va dissenyar una competició, el **AnDi Challenge**, utilitzant una biblioteca de programari que simula dades experimentals realistes. Aquestes simulacions incorporaven models de difusió i interacció ampliament utilitzats, sota condicions que imiten les dels experiments reals. Grups de recerca d'arreu del món van aplicar les seves millors eines per analitzar el mateix conjunt de dades. A partir dels seus resultats, els equips participants -i, per tant, els mètodes que van desenvolupar- van ser classificats.

### Fortaleses i reptes actuals

La competició va revelar un progrés clar en algunes àrees, però també va posar en evidència limitacions significatives en d'altres. resumeix el Dr. Gorka Muñoz, investigador de la Universitat d'Innsbruck i autor principal de l'article. És important tenir una imatge quantitativa de com funcionen -o no- els mètodes actuals en una varietat d'escenaris realistes.

Més enllà de classificar eines existents, la competició vol impulsar la innovació. En identificar on fallen els mètodes, els investigadors esperen fomentar el desenvolupament de nous enfocaments que puguin desxifrar amb més precisió el món sorollos i heterogeni del moviment molecular.

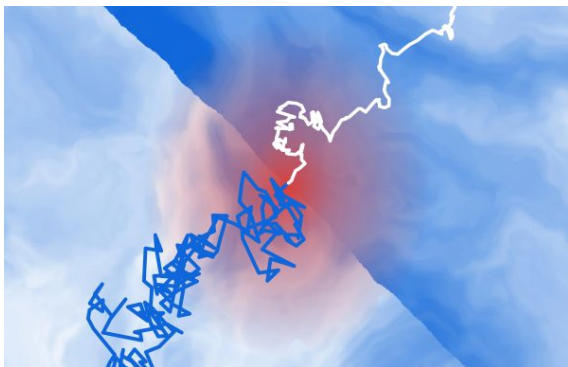
### Guia per a la comunitat

Els resultats ofereixen una guia practica per als experimentadors que busquen les eines adequades per als seus estudis. <sup>1</sup>/<sub>2</sub> Volem ajudar els investigadors a orientar-se dins d l creixent panorama de metodes analitics i escollir aquells que millor s'adaptin a les seves dades <sup>1</sup>/<sub>2</sub>, diu el Prof. Dr. Carlo Manzo, autor senior de l'article de la Universitat de ic. Aquesta no es la primera vegada que la comunitat accepta el repte. La primera edicio de l'AnDi Challenge, centrada en la difusio anomala, va proporcionar informacio clau que va contribuir al desenvolupament del camp. La segona edicio amplia aquest esforc, centran-se ara en els canvis de moviment i en condicions experimentals biologicament rellevants. Amb els rapidos avencos en tecnologies d'imatge i adquisicio de dades, la necessita de metodes d'analisi fiables mai no ha estat tan gran. Iniciatives com aquesta competicio proporcionen una fulla de ruta essencial per a investigadors, desenvolupadors de programari i experimentadors, ajudant a garantir que les histories moleculars capturades sota el microscopi es puguin interpretar de manera precisa i completa. El programari d'acces lliure estableix les bases per a futurs projectes i convida la comunitat a contribuir amb noves innovacions

### Referencia:

Munoz-Gil, G., Bachimanchi, H., Pineda, J. et al. Quantitative evaluation of methods to analyze motion changes in single-particle experiments. Nat Commun 16, 6749 (2025).

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-025-61949-x>



Trayectoria de una partícula biológica que se desplaza a través de dos regiones distintas del espacio, cada una con diferentes propiedades físicas que modifican como se difunde la partícula. Credito: Gorka Munoz-Gil, Universidad de Innsbruck.