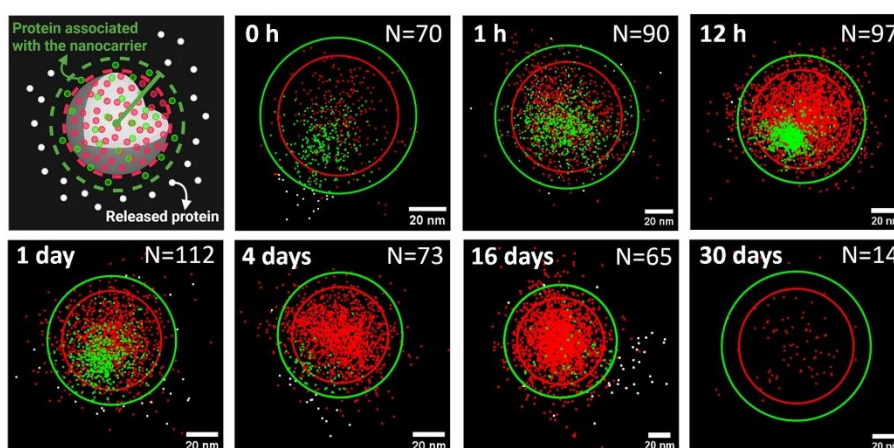


Una nova mirada a l'alliberament de proteïnes encapsulades en nanopartícules

Un estudi liderat per l'ICMAB ha utilitzat una tècnica avançada de microscòpia òptica d'alta resolució per observar, per primera vegada, el comportament individual de nanopartícules amb el temps. Els resultats revelen que, dins d'una mateixa població, les nanopartícules poden alliberar la seva càrrega terapèutica de maneres molt diferents, un fet clau per al desenvolupament de la medicina de precisió.



Evolució de l'alliberament de la proteïna | Autors, [disponible a RCS](#)

Bellaterra, 21 de maig de 2026 – La medicina de precisió busca transportar agents terapèutics, com molècules, proteïnes o ARN, fins al lloc exacte on han d'actuar dins del cos. Una de les estratègies més prometedores és l'ús de nanotransportadors: nanopartícules capaces d'encapsular el fàrmac, protegir-lo, transportar-lo i alliberar-lo de manera controlada on sigui necessari. Actualment, però, el seu comportament s'analitza habitualment mitjançant tècniques basades en mesures mitjanes de grans poblacions, fet que amaga les diferències entre partícules individuals.

Ara, un equip liderat per l'Institut de Ciència de Materials de Barcelona (ICMAB-CSIC), en col·laboració amb l'Institut de Química Avançada de Catalunya (IQAC) i la Universitat de Parma, ha demostrat que és possible fer un seguiment partícula a partícula del procés d'alliberament. "Dins d'una mateixa població el comportament no és homogeni: algunes nanopartícules alliberen la càrrega molt ràpidament, d'altres més lentament, i algunes gairebé no l'alliberen. Si només analitzem la mitjana, aquests extrems queden amagats", expliquen les investigadores Anna Solé i Anna Roig. L'estudi s'ha publicat a la revista *Nanoscale Horizons* en co-lideratge amb la Sílvia Pujals de l'IQAC.

Un seguiment partícula a partícula

L'equip ha treballat amb nanotransportadors basats en un polímer biodegradable anomenat PLGA, àmpliament utilitzat en aplicacions mèdiques. Aquest material pot encapsular diferents tipus de biomolècules, com proteïnes o ARN. En aquest estudi s'ha encapsulat una proteïna comú anomenada albúmina, la qual ha servit com a model de fàrmac. En el futur, però, es podria treballar amb altres biomolècules terapèutiques amb objectius mèdics reals.

Les tècniques convencionals per estudiar l'alliberament de la càrrega requereixen manipular les mostres i ofereixen només informació global, sense captar el comportament individual de cada nanopartícula.

Per superar aquesta limitació, les investigadores han aplicat la tècnica de microscòpia anomenada dSTORM, que permet localitzar molècules fluorescents individuals amb alta precisió. Mitjançant el marcatge fluorescent diferenciat del nanotransportador i de la proteïna encapsulada, han pogut observar simultàniament ambdós components i seguir la seva evolució durant 30 dies.

Aquest seguiment ha permès observar com es transforma cada nanopartícula i quantificar el ritme d'alliberament de la proteïna al llarg del temps. Els resultats mostren un alliberament inicial ràpid durant els primers dies, seguit d'una fase més sostinguda fins a la degradació final del polímer. Paral·lelament, les nanopartícules experimenten un augment de diàmetre i una disminució en nombre, indicant processos d'hidratació, inflament i degradació.

Un dels resultats més rellevants és la identificació de grans diferències entre nanopartícules individuals. Mentre algunes alliberen ràpidament una part important de la càrrega, d'altres en retenen la major part durant més temps. Aquestes diferències, invisibles en els estudis basats en mitjanes, podrien tenir un paper determinant en l'eficàcia terapèutica i en els possibles efectes adversos. "Cada vegada hi ha més evidències que la resposta clínica depèn de quan, on i quanta càrrega s'allibera en cada part del cos", apunten les investigadores.

Una nova eina al servei de la nanomedicina

Aquest nou enfocament obre la porta a una millor comprensió de la complexitat dels sistemes d'alliberament de fàrmacs. "Obre dues vies de recerca", asseguren les investigadores: "d'una banda, la metodologia emprada en aquest estudi es podrà aplicar a altres tipus de nanotransportadors; de l'altra banda, proporciona una visió més acurada del comportament de les poblacions de nanopartícules, aportant informació clau per optimitzar el disseny de futures teràpies."

El treball forma part de la tesi doctoral d'Anna Solé, qui, juntament amb equips mèdics, busca desenvolupar nanotransportadors per a l'administració dirigida a òrgans com el pulmó o el cervell, amb l'objectiu de millorar la regeneració de teixits danyats.

Article de referència

STORM as a tool to track cargo release from polymeric nanocarriers at the single-particle level

Solé-Porta, A., Pujals, S., Delcanale, P., & Roig, A.

Nanoscale Horizons, 2026

DOI: [10.1039/d5nh00855g](https://doi.org/10.1039/d5nh00855g)