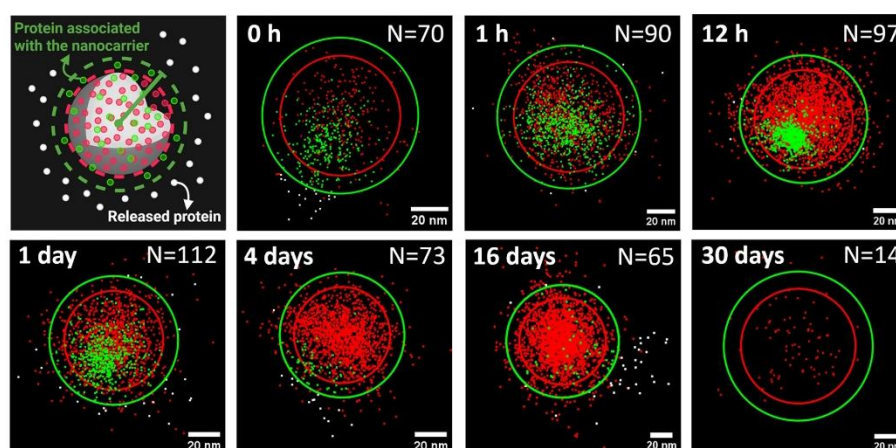


Una nueva mirada a la liberación de proteínas encapsuladas en nanopartículas

Un estudio liderado por el ICMAB ha utilizado una técnica avanzada de microscopía óptica de alta resolución para observar, por primera vez, el comportamiento individual de nanopartículas con el tiempo. Los resultados revelan que, dentro de una misma población, las nanopartículas pueden liberar su carga terapéutica de maneras muy diferentes, un hecho clave para el desarrollo de la medicina de precisión.



Evolución de la liberación de la proteína | Autoras, [disponible en RCS](#)

Bellaterra, 21 de mayo de 2026 – La medicina de precisión busca transportar agentes terapéuticos, como moléculas, proteínas o ARN, hasta el lugar exacto donde deben actuar dentro del cuerpo. Una de las estrategias más prometedoras es el uso de nanotransportadores: nanopartículas capaces de encapsular el fármaco, protegerlo, transportarlo y liberarlo de manera controlada donde sea necesario. Actualmente, sin embargo, su comportamiento se analiza habitualmente mediante técnicas basadas en medidas medias de grandes poblaciones, lo que oculta las diferencias entre partículas individuales.

Ahora, un equipo liderado por el Instituto de Ciencia de Materiales de Barcelona (ICMAB-CSIC), en colaboración con el Instituto de Química Avanzada de Cataluña (IQAC) y la Universidad de Parma, ha demostrado que es posible realizar un seguimiento partícula a partícula del proceso de liberación. “Dentro de una misma población, el comportamiento no es homogéneo: algunas nanopartículas liberan la carga muy rápidamente, otras más lentamente y algunas casi no la liberan. Si solo analizamos la media, estos extremos quedan ocultos”, explican las investigadoras Anna Solé y Anna Roig. El estudio se ha publicado en la revista *Nanoscale Horizons* en coliderazgo con Sílvia Pujals del IQAC.

Un seguimiento partícula a partícula

El equipo ha trabajado con nanotransportadores basados en un polímero biodegradable llamado PLGA, ampliamente utilizado en aplicaciones médicas. Este material puede encapsular diferentes tipos de biomoléculas, como proteínas o ARN. En este estudio se ha encapsulado una proteína común llamada albúmina, que ha servido como modelo de

fármaco. En el futuro, sin embargo, se podría trabajar con otras biomoléculas terapéuticas con objetivos médicos reales. Las técnicas convencionales para estudiar la liberación de la carga requieren manipular las muestras y ofrecen únicamente información global, sin captar el comportamiento individual de cada nanopartícula.

Para superar esta limitación, las investigadoras han aplicado la técnica de microscopía llamada dSTORM, que permite localizar moléculas fluorescentes individuales con alta precisión. Mediante el marcado fluorescente diferenciado del nanotransportador y de la proteína encapsulada, han podido observar simultáneamente ambos componentes y seguir su evolución durante 30 días.

Este seguimiento ha permitido observar cómo se transforma cada nanopartícula y cuantificar el ritmo de liberación de la proteína a lo largo del tiempo. Los resultados muestran una liberación inicial rápida durante los primeros días, seguida de una fase más sostenida hasta la degradación final del polímero. Paralelamente, las nanopartículas experimentan un aumento de diámetro y una disminución en número, indicando procesos de hidratación, hinchamiento y degradación.

Uno de los resultados más relevantes es la identificación de grandes diferencias entre nanopartículas individuales. Mientras algunas liberan rápidamente una parte importante de la carga, otras retienen la mayor parte durante más tiempo. Estas diferencias, invisibles en los estudios basados en medias, podrían tener un papel determinante en la eficacia terapéutica y en los posibles efectos adversos. “Cada vez hay más evidencias de que la respuesta clínica depende de cuándo, dónde y cuánta carga se libera en cada parte del cuerpo”, apuntan las investigadoras.

Una nueva herramienta al servicio de la nanomedicina

Este nuevo enfoque abre la puerta a una mejor comprensión de la complejidad de los sistemas de liberación de fármacos. “Abre dos vías de investigación”, aseguran las investigadoras: “por un lado, la metodología empleada en este estudio se podrá aplicar a otros tipos de nanotransportadores; por otro lado, proporciona una visión más precisa del comportamiento de las poblaciones de nanopartículas, aportando información clave para optimizar el diseño de futuras terapias.”

El trabajo forma parte de la tesis doctoral de Anna Solé, quien, junto con equipos médicos, busca desarrollar nanotransportadores para la administración dirigida a órganos como el pulmón o el cerebro, con el objetivo de mejorar la regeneración de tejidos dañados.

Artículo de referencia

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)