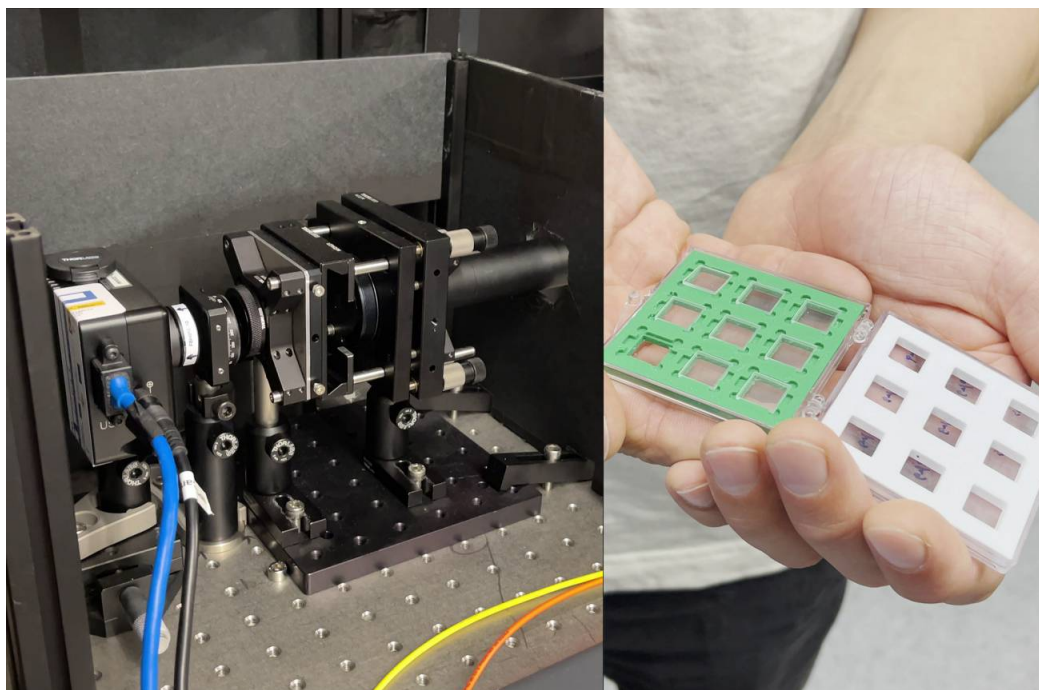


Nuevo microscopio cuántico para muestras fotosensibles

Investigadores del ICFO y otros centros internacionales han fabricado un microscopio que utiliza luz cuántica, con entrelazamiento de fotones, para obtener mejores imágenes de muestras demasiado sensibles a la luz habitual. La técnica se ha probado con éxito para observar proteínas.

SINC

25/11/2021 08:00 CEST



A la izquierda, microscopio cuántico mejorado montado en el laboratorio del ICFO. A la derecha, muestras de proteína A, utilizadas como herramienta de calibración. Se montan en un portaobjetos de vidrio, espaciadas de manera equidistante y luego se insertan en el microscopio para su análisis. / ICFO

El **microscopio** fue creado hace más de 350 años y considerado un descubrimiento pionero en su momento. Hoy es omnipresente en muchos campos de la ciencia: químicos, biólogos, clínicos, físicos e incluso ingenieros los utilizan para descubrir las estructuras internas de los organismos y la materia que no podemos ver a simple vista.

La mayoría usan **luz** como herramienta primordial para iluminar muestras

transparentes o semitransparentes y ver lo que sucede en su interior. Aunque algunas muestras son capaces de tolerar altos niveles de radiación lumínica, otras (como algunas **moléculas** y **células**) son extremadamente delicadas y se dañan o incluso mueren con mucha luz, lo que genera problemas a la hora de realizar experimentos de alta precisión.

Algunas moléculas y células son extremadamente delicadas y se dañan o incluso mueren bajo radiaciones intensas de luz

Para evitar esto, la mejor opción es reducir la intensidad de la luz, pero al hacerlo, la imagen tiende a volverse **ruidosa** y **poco nítida**, lo que puede oscurecer detalles críticos que pueden aportar información crucial al observador.

Para superar esta barrera en microscopía, se han buscado técnicas que permitan obtener imágenes de muestras muy pequeñas y sensibles, pero sin modificarlas o dañarlas en el proceso. Una opción muy prometedora es usar **luz cuántica**.

Microscopía cuántica

Desde el año 2018, el proyecto europeo [Q-mic](#) se centra en esta línea de investigación a través de la **microscopía cuántica**. Los resultados del trabajo, en concreto del nuevo microscopio cuántico mejorado que ha desarrollado el consorcio, se han publicado en la revista [Science Advances](#). Los autores pertenecen al Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) y centros de Italia y Alemania.

El estudio demuestra las capacidades que tiene este dispositivo, empleando **luz cuántica de muy baja intensidad** para obtener imágenes de muestras con un campo de visión grande, con una mayor sensibilidad y resolución, en comparación con los microscopios clásicos que se emplean actualmente.

La luz cuántica de muy baja intensidad permite obtener imágenes con una mayor sensibilidad y resolución

“El **microscopio Q-MIC** es único en el sentido de que ha sido diseñado para iluminar la muestra con un tipo especial de luz, una 'luz cuántica'. En lugar de luz normal, donde muchos fotones desordenados llegan a la muestra, la fuente cuántica desarrollada por nuestro equipo utiliza **pares de fotones entrelazados** y los envía en pequeñas cantidades para impactar en la muestra y recuperar información de una manera más detallada y específica”, comenta **Robin Camphausen** del ICFO.

En general, la luz de muy baja intensidad se usa principalmente para evitar cualquier **daño permanente** a la muestra, pero desafortunadamente esto genera un aumento en la cantidad de ruido de fondo en la medición y tiende a ocultar o distorsionar todos los detalles y la nitidez de la imagen.

“Es como cuando llegaron al mercado los primeros teléfonos móviles. Si intentabas hacer una foto de noche con sus amigos, la nitidez de la imagen era realmente mala porque no se capturaban suficientes fotones para formar una imagen clara, por lo que los píxeles se veían indefinidos, y también las luces de fondo perturbaban la calidad de la foto”, aclara el investigador.

“ *Nuestro microscopio utiliza pares de fotones entrelazados y los envía en pequeñas cantidades para impactar en la muestra y recuperar información de una manera más detallada y específica*

Robin Camphausen

”

Sin embargo, este microscopio utiliza **patrones de interferencia de fotones entrelazados** para reconstruir la imagen de la muestra. “El dispositivo que construimos y la técnica que desarrollamos en realidad usa

ese entrelazamiento de fotones para mejorar los patrones de interferencia obtenidos en el proceso de obtención de imágenes y, debido a este **efecto cuántico**, podemos reducir el nivel de ruido y **aumentar la sensibilidad de las mediciones en más del 25 %** en comparación con las medidas clásicas”, comenta **Álvaro Cuevas**, también del ICFO y coautor del artículo.

Lo que registra la cámara no son niveles de intensidad óptica ni eventos de fotones individuales, sino **coincidencias de dos fotones** en todo el campo de visión. Cuando pares de fotones atraviesan el dispositivo, un conjunto de **placas Savart** (cristales que se utilizan para dividir un haz de luz en dos haces con diferentes polarizaciones, uno horizontal y otro vertical) los divide en dos caminos y los guía hacia la muestra.

Si la muestra es plana, la ruta de los fotones será la misma, pero si la muestra tiene diferentes espesores, las rutas individuales de los fotones cambian y se crea un **patrón de interferencia** en el detector. Al repetir este proceso, los investigadores obtienen una imagen de ese patrón sin la necesidad de tener que usar un sistema de escaneo y conteo pixel-a-pixel. Con la ayuda de **algoritmos matemáticos**, pueden reconstruir la imagen para encontrar más detalles en la propia muestra.

Un muestreo de la proteína A

Para poder verificar una mejora en la imagen, los investigadores tomaron una muestra de **proteína A**, que es una solución típica de diagnóstico estándar utilizada como **herramienta de calibración**.

Las proteínas se depositaron sobre celdas de un portaobjetos de vidrio, espaciadas de manera equidistante, y luego se montó en un porta muestras dentro del microscopio. Primero, la muestra se iluminó con luz clásica y luego con luz cuántica. Después, se obtuvieron los respectivos patrones de interferencia y, finalmente, se reconstruyeron las imágenes. El equipo observó que la técnica con luz cuántica recupera una **imagen mucho más suave** en comparación con la clásica.

Con la luz cuántica se reduce el nivel de ruido, por lo que se obtiene una mejor información sobre la imagen, en particular sobre los bordes de la muestra

“Con la luz cuántica **se reduce el nivel de ruido** y por tanto la aleatoriedad, por lo que se obtiene una mejor información sobre la imagen, en particular sobre los bordes de la muestra, que, al final, es fundamental para reconocer concentraciones, profundidades, alturas de las muestras, etc.”, resume Cuevas.

Según los autores, los resultados obtenidos son muy prometedores y dan a conocer una forma completamente nueva de obtener imágenes mediante esta técnica.

“Este dispositivo innovador ha demostrado tener unas capacidades asombrosas que definitivamente se pueden explotar en varias aplicaciones, que van desde la **ciencia de los materiales**, el análisis de superficies transparentes para garantizar la calidad de la electrónica flexible, hasta la **criptografía cuántica** para comunicaciones seguras o incluso, imágenes ultrasensibles de microorganismos, como los virus y las moléculas”, adelanta **Valerio Pruneri**, otro de los coautores del ICFO.

Referencia:

Camphausen et al. "A quantum-enhanced wide-field phase imager". [Science Advances](#), 2021.

En el estudio han participado los investigadores del ICFO Robin Camphausen, Álvaro Cuevas, Luc Duempelmann, Roland Terborg y Ewelina Wajs, dirigidos por el profesor ICREA Valerio Pruneri, en colaboración con Simone Tisa y Alessandro Ruggeri de Micro Photon Devices (MPD) e Iris Cusini de la Universidad Politécnica de Milán (Italia) y Fabian Steinlechner del Instituto Fraunhofer de Óptica Aplicada e Ingeniería de Precisión (Alemania).

Derechos: **Creative Commons**.

TAGS MICROSCOPIA | CUÁNTICA | LUZ |

Creative Commons 4.0

Puedes copiar, difundir y transformar los contenidos de SINC. [Lee las condiciones de nuestra licencia](#)