

## Resumen del artículo de catedráticos del RUM publicado en la revista *Nature Communications*- abril 2020

Los doctores Sergiy Lysenko, Armando Rúa y Félix Fernández, del Departamento de Física del Recinto Universitario de Mayagüez (RUM), en colaboración con colegas del Instituto Ioffe en Rusia y la Universidad de Nottingham, en Reino Unido, publicaron un artículo en la prestigiosa revista *Nature Communications*. Titulado *Large non-thermal contribution to picosecond strain pulse generation using the photo-induced phase transition in VO<sub>2</sub>*, por I.A.Mogunov *et al.*, el escrito es de libre acceso y está disponible en <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15372-z>

En este trabajo, los investigadores demostraron una manera de producir pulsos elásticos ultra-cortos en sólidos, iniciados por pulsos de luz láser que no llegan a producir calentamiento indeseado del material. El resultado es de gran interés para la generación y detección de ultrasonidos de frecuencia mucho más alta que la utilizada en dispositivos convencionales. La meta general es extender significativamente el rango de aplicaciones para los ultrasonidos, incluyendo observaciones de alta resolución en el interior de materiales y el control ultra-rápido de dispositivos ópticos y electrónicos. La fabricación y caracterización del material activo utilizado en el dispositivo, crucial para convertir pulsos de luz en pulsos elásticos, estuvo a cargo de los profesores Lysenko, Rúa y Fernández.

Los ultrasonidos son ondas acústicas con frecuencias mayores de 20 Kilohertz (KHz) y no son normalmente audibles por humanos. Además de sus bien conocidas aplicaciones en diagnóstico y terapia médica, se emplean en la industria y la investigación científica para inspecciones no-destructivas y mediciones en materiales. En estas aplicaciones, la onda acústica es transmitida hacia el objeto estudiado y la onda reflejada (el eco) o transmitida por el objeto, es detectada para construir entonces una “imagen sónica” del interior del objeto. El detalle o “resolución” de la imagen depende principalmente de la frecuencia de la onda utilizada. El sonido audible no es muy útil para este propósito porque las imágenes sónicas posibles resultarían muy borrosas. Los murciélagos, que pueden escuchar en un rango de frecuencias de hasta 200 KHz (10 veces más altas que el máximo para los humanos) aprovechan esta capacidad para localizar objetos escuchando el eco de chillidos de alta frecuencia que ellos mismos emiten (“ecolocalización”). En cambio, el rango de frecuencias ultrasónicas normalmente utilizadas en equipos médicos e industriales es de hasta 20 Megahertz (MHz): o sea, cien veces más que los murciélagos y mil veces mayores que el límite audible humano. Este rango permite imágenes ultrasónicas con detalles observables de hasta décimas de milímetro (en medios acuosos, como el cuerpo humano).

Existen actualmente microscopios ultrasónicos con resolución comparable a la de microscopios ópticos comunes (hasta de una milésima de milímetro o poco menos), pero requieren ultrasonidos con frecuencias de hasta ~500 Mhz (0.5 Gigahertz). Es

de gran interés la aplicación de ultrasonidos con frecuencias de hasta tres órdenes de magnitud mayores (i.e., hasta  $\sim 1$  Terahertz = 1,000 Gigahertz) para lograr, por ejemplo, observaciones con resolución nanométrica en materiales. Sin embargo, para poder trabajar con ultrasonidos de frecuencias tan altas las técnicas y dispositivos previamente desarrollados son inadecuados. En el trabajo realizado por el grupo de investigadores del RUM, el Instituto Ioffe y la Universidad de Nottingham, se utilizaron pulsos de luz láser con duraciones menores que 1 picosegundo ( $1 \text{ ps} = 10^{-12}$  segundos) para provocar cambios de fase ultra-rápidos en una película de dióxido de vanadio ( $\text{VO}_2$ ) depositada sobre un cristal de zafiro ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), como se muestra en la figura. Este cambio a su vez genera pulsos elásticos que viajan hasta el otro extremo del zafiro, que está recubierto con cromo. La reflexión de luz láser en esta superficie se utilizó entonces para medir las vibraciones elásticas y estudiar así en detalle la respuesta dinámica del dispositivo. Los resultados obtenidos son un avance importante para extender las aplicaciones de los ultrasonidos.

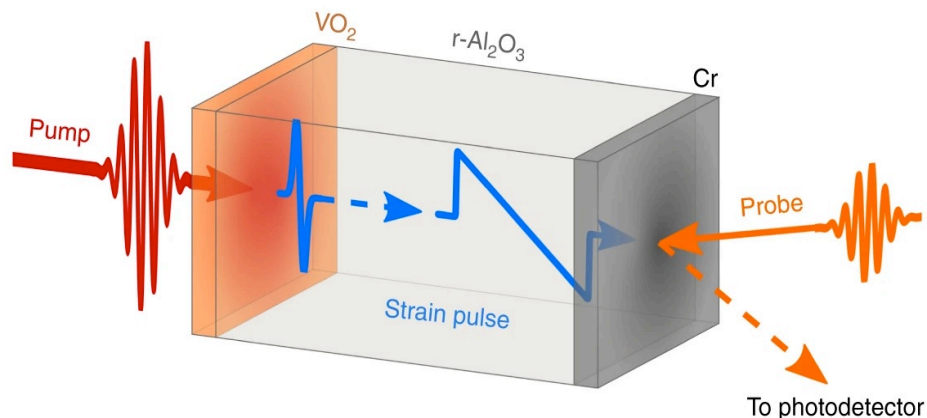


Diagrama esquemático del experimento realizado para la detección de los pulsos elásticos utilizando películas de dióxido de vanadio sobre zafiro. Comenzando por la izquierda en el diagrama, un pulso de luz láser ultra-corto incide sobre una película de  $\text{VO}_2$  y provoca un cambio de fase en fase sólida. Este cambio, que es reversible y muy rápido, causa una expansión momentánea que es transmitida al cristal de zafiro como un pulso elástico ultrasónico. La llegada del pulso a la cubierta de cromo en el otro extremo del zafiro provoca un movimiento oscilatorio que es detectado por reflexión de otro pulso láser utilizado como sonda.