

El Nobel se ilumina

›**Física** / El comité del Nobel ha premiado en 2018 las pinzas ópticas de Arthur Ashkin y la emisión láser de pulsos de alta intensidad ultra cortos de Donna Strickland y Gérard Mourou, dos herramientas de luz que hacen realidad la ciencia ficción. **Elena Soto**

Ha pasado más de medio siglo desde que se consiguiera fabricar el primer láser operativo, un logro que marcó el inicio de una nueva era científica y tecnológica, aunque por aquel entonces la humanidad ni siquiera lo sospechaba. Del artilugio, denominado *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (LASER), se decía que era «una solución en busca de un problema», porque no se sabía exactamente qué aplicaciones prácticas podría llegar a tener. Y es que, en el caso de este invento, como ya ha sucedido con otros que han cambiado el mundo, nadie intuyó ni de lejos sus posibilidades. Quizás los más visionarios fueran los ilustradores y escritores de ciencia ficción que, en series como *Star Trek*, ya imaginaron haces de luz moviendo objetos.

La historia del láser está marcada por las ideas de científicos, como Albert Einstein, que en 1917 predijo el fenómeno de 'emisión estimulada' o Rudolf Landenburg que, en 1928, obtuvo la primera evidencia de este fenómeno, y continúa con las aportaciones de numerosos físicos e ingenieros, como Charles Townes, Projorov y Nicolai Basov (Nobel de Física 1964) y Theodor Maiman, que dirigió, en 1960, la primera demostración pública de que el concepto funcionaba en la realidad.

Visto con perspectiva, el láser, más que un invento, es la llave que ha abierto la posibilidad de crear otros muchos y esta luz coherente que, en principio, solo fue un postulado teórico ha resultado ser una solución para multitud de problemas en prácticamente todas las áreas de la ciencia y la tecnología, con aplicaciones que se

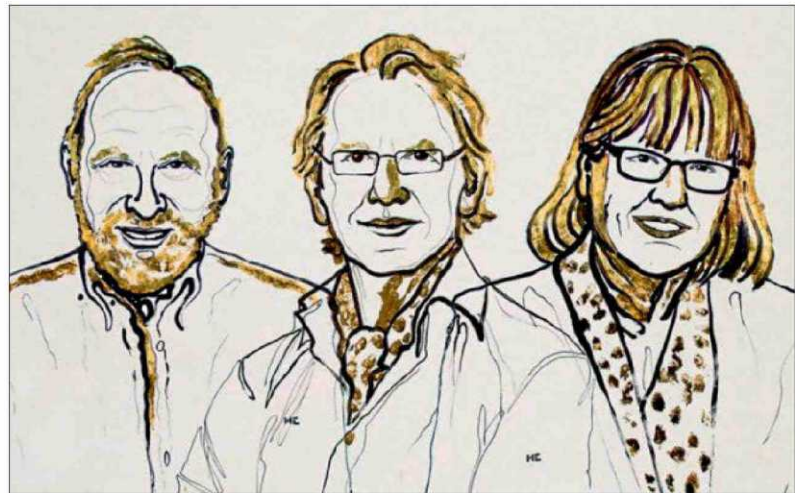
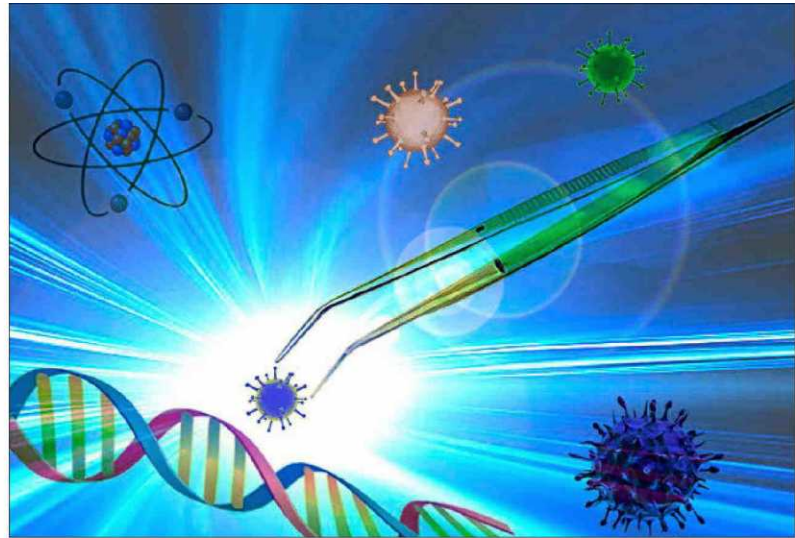
cuentan por miles.

Tras el primer Nobel otorgado en 1964 al descubrimiento de los principios del láser, la óptica tuvo un renacimiento, desde entonces la Academia sueca ha reconocido a más de una docena de científicos que han desarrollado aplicaciones relacionada con él, los tres últimos este mismo año. Los físicos Arthur Ashkin, Gérard Mourou y Donna Strickland, han sido galardonados por sus rompedoras invenciones, calificadas como herramientas de luz, y entre los méritos se destaca que «las innumerables áreas de aplicación de estos descubrimientos aún no han sido exploradas por completo».

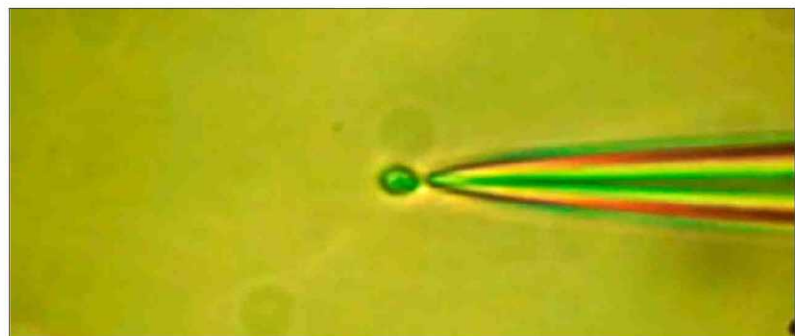
Ashkin ha sido premiado por las pinzas ópticas y Mourou y Strickland por la emisión láser de pulsos de alta intensidad ultra cortos, dos tecnologías que permiten ver objetos extremadamente pequeños y procesos increíblemente rápidos, manipulándolos y cambiando las propiedades de la materia. El comité del Nobel describe estas ideas como «la ciencia ficción que se hizo realidad».

«En ambos casos, aunque se trata de técnicas que se remontan a los años 80, destacaría su progreso, ya que, desde que se inventaron, sus creadores han continuado mejorándolas y, además, son dos ejemplos de investigación fundamental con aplicaciones inmediatas y directas que han producido grandes avances, sobre todo en el campo de la biología y la medicina», comenta el físico Miguel Cornelles Soriano, investigador del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC, UIB-CSIC).

SIGUE EN PÁGINA 2



Arthur Ashkin, Gérard Mourou y Donna Strickland galardonados con el Premio Nobel de Física 2018.



Célula de levadura atrapada por una pinza óptica, herramienta muy usada en el estudio de sistemas biológicos.



-VIENE DE PORTADA

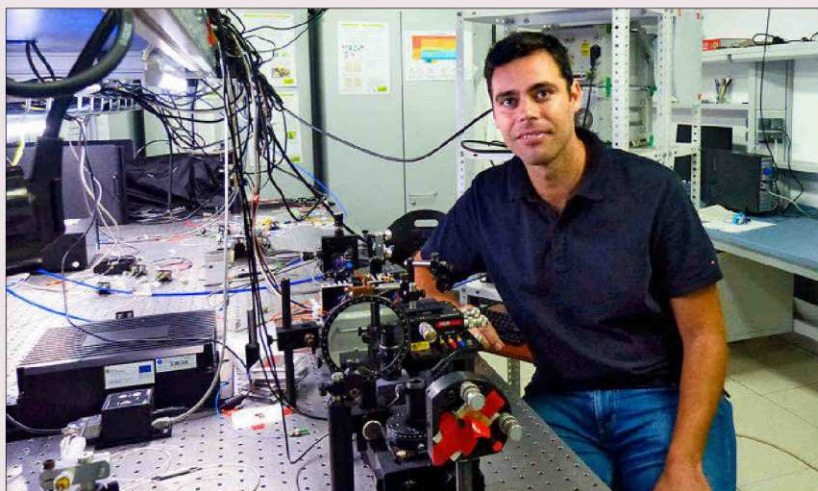
«La luz del láser tiene mayor intensidad en el centro que en los bordes y cuando ilumina un objeto muy pequeño éste siente una cierta presión y tiende a moverse al punto con más luz; si añades una lente consigues que el haz se focalice y que la partícula vaya hacia donde la intensidad es máxima», añade, «logrando que quede atrapada y colocarla donde quieras; evidentemente, siempre estamos hablando de objetos microscópicos. A esta técnica que aprovecha la 'fuerza' de la luz para sujetar y mover bacterias o virus sin dañarlos, para después examinarlos y manipularlos, es lo que se denomina pinza óptica».

Ashkin, que a sus 96 años es la persona con más edad que gana el Nobel, comenzó en la década de los setenta a desarrollar nuevas técnicas de captura óptica y, en esta época, inventó las pinzas hechas de luz en los Laboratorios Bell. Pero su trabajo más relevante es de 1987, cuando demostró que con la emisión de un láser infrarrojo podía capturar tejido biológico vivo sin dañarlo, lo que permitía no sólo atrapar y manipular diferentes tipos de células vivas, sino también observar sus procesos in vivo. Gracias a este avance se puede estudiar el funcionamiento de los motores moleculares, ver cómo se mueven las proteínas en la superficie de un orgánulo celular o estirar una molécula de ADN, entre otras cosas.

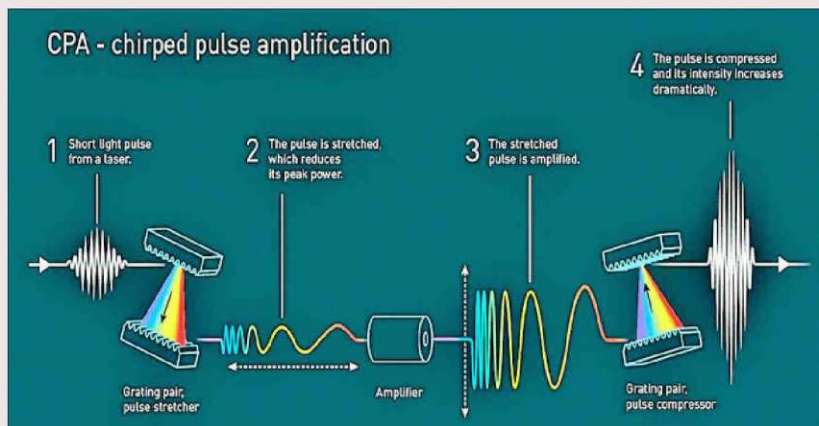
Hoy en día esta técnica es fundamental en disciplinas como la biología celular y molecular, la biofísica o la medicina reproductiva y no es de extrañar que se haya comparado a la pinza óptica con el rayo tractor de *Star Trek*, pero a escala microscópica, ya que ha hecho realidad el sueño humano de manipular objetos sin tocarlos, empleando solo la luz.

La física Donna Strickland y el físico Gérard Mourou recibieron la otra mitad del Premio Nobel de Física «por su método de generación de pulsos ópticos ultra cortos

TECNOLOGÍAS QUE ABREN ÁREAS DE INVESTIGACIÓN INEXPLORADAS



Miquel Cornelles, investigador del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (IFISC, UIB-CSIC).



La técnica CPA en lugar de amplificar el pulso de luz directamente, primero lo estira en el tiempo, reduciendo su potencia máxima, luego lo amplifica y cuando se comprime puede recoger más luz en el mismo lugar, por lo que el pulso se vuelve mucho más intenso. / THE ROYAL ACADEMY OF SCIENCES

de alta intensidad», un proceso conocido como *Chirped Pulse Amplification* (CPA). En estos pulsos la energía se concentra en un brevísimo lapso de tiempo, tan corto que es del orden de picosegundos o femtosegundos –el picosegundo

equivale a la billonésima parte de un segundo y el femtosegundo a la milbillonésima parte, como comparar un segundo con 100 millones de años-, intervalos de tiempo inconcebibles para la mente humana.

«Desde la invención del láser, en 1960, se iba aumentando la potencia de cada pulso, pero en la década de los 70 se llegó a un límite y parecía que de ahí no se podía pasar», explica Cornelles. «Lo que sucedía era que cuando se intenta-

ban amplificar los pulsos, el material se dañaba, porque la potencia que se necesitaba era tan alta que destruía los aparatos».

«La situación estaba estancada hasta que a Strickland y Mourou se les ocurrió aprovechar el fenómeno de dispersión», añade. «En un pulso, aunque sea corto, hay diferentes frecuencias, y lo que se puede hacer es que unas se muevan más rápido que otras, consiguiendo que un pulso estrecho se haga más ancho. Su idea fue, primero, ensanchar un pulso estrecho, cuando ya lo tenían ancho, lo amplificaban y, a partir de ahí, con un elemento, como puede ser una lente de difracción, compensar la dispersión y el pulso ancho y amplificado, hacerlo estrecho, consiguiendo mucha más intensidad que la que tenía inicialmente, sin dañar los componentes ópticos. Desde que se descubrió en 1985 es la técnica estándar y gracias a ella la intensidad de los láseres ha seguido aumentando».

«Estos pulsos se usan en gran número de aplicaciones, y quizás las más conocidas son las de cirugía ocular, ya que al ser tan cortos son muy precisos y pueden penetrar sin dañar el tejido colindante», apunta Cornelles, «pero se emplean en multitud de campos y sobre todo en ciencia fundamental, para estudiar procesos que ocurren en tiempos muy cortos. Si se quiere ver una reacción biológica que es muy rápida, se necesita una luz que vaya a mayor velocidad que el propio proceso, sino se pierde cómo ha sido la evolución».

Esta generación de pulsos cada vez más rápidos se traducirá en importantes avances en la investigación, porque nos permitirán observar los procesos más rápidos de la naturaleza. Las moléculas rotan en el rango de picosegundos, sus átomos vibran en el rango de femtosegundos y los electrones se desplazan en el rango de attosegundos, y para estudiarlos son precisas señales que operen en estos rangos de tiempo. Al láser le espera un futuro brillante.