

La virtud caótica de la luz láser

► **Física/** Investigadores del IFISC (UIB-CSIC) estudian sobre este fenómeno de 'caos' que abre nuevas vías en el desarrollo de tecnologías de la información y las comunicaciones innovadoras. **Elena Soto**

En poco más de medio siglo el láser ha transformado el mundo hasta tal punto que, en la actualidad, nos sería difícil imaginar nuestras vidas sin este invento. Soportes como el CD, el DVD o el *Blu ray*; lectores de códigos de barras, de impresoras láser o la fibra óptica tienen su base en esta tecnología. Los láseres de semiconductores o diodos láser mueven y almacenan gran parte de la información que maneja la

sociedad, pero ¿son fiables?

«En principio, lo que se busca con estos dispositivos es que no haya errores en su modo de operar», explica Claudio Mirasso, investigador del Instituto de Física Interdisciplinar y Sistemas Complejos (CSIC-UIB), «ya que cuando éstos se producen desaparecen muchos de sus beneficios. El problema es que son muy sensibles, a veces basta que una mínima cantidad de la luz emitida vuelva al propio

láser (*feed-back* óptico) o que le llegue luz de otro láser para que dejen de ser fiables. Cuando esto sucede, la intensidad de la luz en vez de ser constante empieza a fluctuar rápidamente, de forma errática e irregular. El ojo no puede detectarlo –los cambios ocurren a escalas de mil-millonésimas de segundo–, pero con los equipos apropiados puede verse».

Este comportamiento dinámico irregular de la luz láser es

muy negativo para ciertas aplicaciones, como las de los sistemas de comunicaciones ópticas, porque provoca errores. Una forma de evitarlo es incorporar una especie de válvulas que dejen pasar la luz en una sola dirección, bloqueándola en la contraria, –técnicamente se les denomina aislantes ópticos–, y es uno de los componentes más caros en los sistemas emisores de luz utilizando diodos láser. De hecho, desde que se conoce

el fenómeno, hace unos 25 años, investigadores e ingenieros se han empeñado en solucionarlo. Pero ¿podría este inconveniente convertirse en una ventaja? ¿Puede surgir algo positivo de esta luz caótica?

Y como viene siendo habitual, el láser no ha dejado de sorprendernos ya que, cuando en teoría no es 'fiable', puede ser 'seguro' para muchas áreas como la criptografía o la tele-detección. SIGUE EN PÁGINA 2

**VIENE DE PORTADA**

Esta innovadora perspectiva, publicada en un artículo de la revista *Reviews of Modern Physics*, aborda nuevas aplicaciones de la luz compleja o caótica, realizando una revisión de lo que se ha estudiado sobre este tema y mostrando, como, lejos de ser un problema, este comportamiento puede convertirse en una 'virtud'.

«Primero hay que entender cómo se genera, por qué ocurre, cuáles son los mecanismos que llevan al láser a emitir esta luz», comenta Mirasso, «y una vez que se han dado estos pasos, puedes optar por utilizarla para otras aplicaciones. Una de las primeras fue la encriptación de información utilizando portadoras caóticas y que dio lugar a un experimento realizado en Atenas

«Entre las nuevas aplicaciones está la generación de números aleatorios»

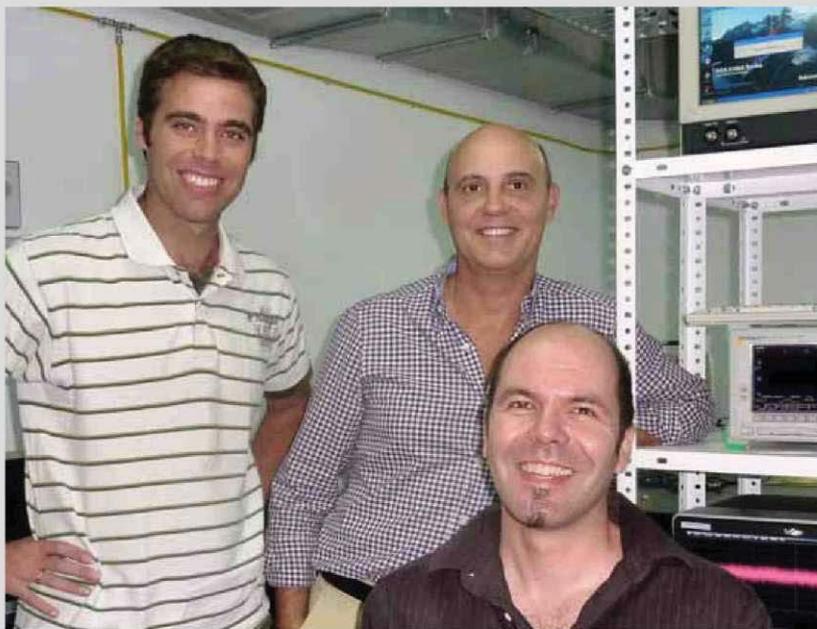
en el marco del proyecto europeo *OCCULT*».

«Lo que hicimos fue realizar una transmisión de información encriptada utilizando luz caótica a través de la red metropolitana», añade, «demostrando que funcionaba bien y a alta velocidad –mil veces más rápido que la tecnología actual disponible comercialmente–».

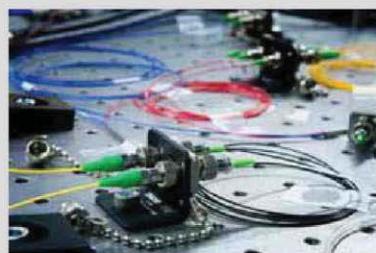
En los últimos años han comenzado a surgir nuevas aplicaciones como el intercambio de claves en criptografía para facilitar transacciones seguras, la tele-detección o la generación de números aleatorios, necesaria para los juegos online. «Si se quiere crear un juego de ruleta por ordenador, los números no pueden seguir un patrón», aclara Mirasso, «con la luz caótica, como no sabes cuando la intensidad está alta o baja, se puede hacer».

Por último, copiando sistemas con capacidad de aprendizaje,

EMISORES DE LUZ LÁSER CAÓTICA, TECNOLOGÍA NOVEDOSA



Miguel Cornelles Soriano, Claudio Mirasso e Ingo Fischer, investigadores del IFISC (CSIC-UIB). / UIB



Fotónica. A la izquierda, un investigador observa un osciloscopio. A la derecha, mesa de trabajo con láseres de semiconductor. Ambas imágenes pertenecen al laboratorio del IFISC, donde se llevan a cabo los ensayos.

como las redes neuronales, los investigadores del IFISC han desarrollado una técnica para procesar información a gran velocidad. Este trabajo, publicado a comienzos de 2013 en la revista

Nature Communications, propone un nuevo método para procesar datos empleando componentes ópticos estándar.

En el estudio se muestra cómo un sistema que use un láser de

semiconductor, con *feed-back* para generar los estados transitorios, y un bucle de fibra óptica, como la que se utiliza en las comunicaciones ópticas tradicionales, puede ser adecuado para el

procesamiento de secuencias temporales de información, así como tareas de clasificación, por ejemplo el reconocimiento de voz, imitando la forma en que lo hace nuestro cerebro, a velocidades de gigabytes por segundo.

Este enfoque, conocido como *reservoir computing*, utiliza los estados transitorios de un sistema no lineal como base, de forma similar a lo que se hace en una red neuronal tradicional. «La diferencia es que la red neuronal tiene normalmente 500 o 1.000 nodos, aquí solo hay uno», informa Mirasso. «Un único elemento con una cierta memoria *feed-back* es suficiente para imitar redes mayores y las prestaciones son igual de buenas».

Los emisores de luz láser caótica ofrecen una infraestructura

Han desarrollado un sistema para procesar información a gran velocidad

tecnológica novedosa que puede resolver importantes problemas en los sistemas de comunicación y en la tecnología de la información, incluyendo la privacidad, la eficiencia computacional y el consumo de energía.

En el trabajo publicado en *Reviews of Modern Physics* los físicos Ingo Fischer y Claudio Mirasso revisan sus 15 años de investigación en este campo, así como sus colaboraciones junto con Miguel Cornelles y García Ojalvo, éste último de la Universitat Pompeu Fabra. Destacar que la revista científica, publicada por la Sociedad Americana de Física desde el año 1929, contiene artículos de revisión que ofrecen un tratamiento en profundidad de diferentes áreas de investigación y trabajos recientes. Desde España, a lo largo de su historia, tan sólo se han publicado 37 artículos, y este trabajo es el primero que se publica desde la UIB.