

# GRABAR CON LA LUZ

## De la “catástrofe del ultravioleta” al nacimiento del láser

La mecánica cuántica, junto con la relatividad general, difuminaron la frontera entre la materia y la energía, cambiando radicalmente la manera de entender qué es la luz y cómo interacciona con la materia. De esta nueva visión nació una luz que revolucionó el mundo audiovisual: el láser.

Por **Luis Carlos PARDO/Munich**, doctor en Ciencias Físicas por la UPC  
luis.carlos.pardo@upc.edu

La idea de grabar y leer con luz es extremadamente sencilla. Pero, detrás de este simple concepto, se esconde un esfuerzo tecnológico en muchos frentes a la vez: desde el desarrollo de superficies reflectantes sobre las que grabar y borrar la información, hasta la creación de un nuevo vocabulario digital, sin olvidarnos de lo más importante, el diseño de una nueva fuente de luz. De hecho, los CD, DVD y Blu-ray en el formato compacto que los ha hecho famosos, no podrían existir si se utilizase luz “normal” para leerlos.

Entre otros problemas, el uso de luz blanca nos complicaría enormemente la tarea de concentrarla en un punto, puesto que los rayos de luz salen radialmente de una bombilla en todas direcciones, y deberíamos usar un complejo sistema de lentes y espejos para poder concentrarlos en un punto. El segundo problema es debido, precisamente, a que la luz es blanca. Las lentes funcionan desviando los rayos de luz mediante un proceso llamado refracción (ver “VideoPopular” 116).

El problema radica en que este cambio en la trayectoria de los rayos de luz depende de su color, de manera que una lente normal desvía la luz roja y azul de maneras diferentes, causando la llamada aberración cromática. Esto se puede corregir en los objetivos utilizando lentes compuestas, pero en el pequeño tamaño que se dispone en la cabeza lectora de discos compactos, esto representa-



Las empresas siguen explorando posibles nuevas aplicaciones para los rayos láser

ría un problema nada despreciable. Es decir, necesitamos luz de un color muy determinado y que se produzca en una dirección determinada, y para encontrar esta nueva luz debemos remontarnos nada menos que a Kiel en 1858, donde nació Max Planck.

### LA CLAVE DEL ULTRAVIOLETA

A finales del siglo XIX se creía que todos los fenómenos se podían explicar con la física de aquel entonces: las leyes de la mecánica de Newton y las leyes de la electricidad de Maxwell explicaban desde el movimiento de la Tierra alrededor del Sol hasta los colores del arco iris. Sólo quedaban algunos pequeños cabos

sueltos, y entre ellos estaba una cuestión tan sencilla como explicar la manera en que un cuerpo incandescente emite luz. La teoría clásica predecía que un cuerpo debería emitir intensamente con luz ultravioleta a temperaturas altas (de unos 5.000°C), pero los experimentos demostraban inequívocamente que no lo hacía. Por esta razón, a este problema se le llamó la “catástrofe del ultravioleta”. Max Planck se dio cuenta de que todo se solucionaba si se suponía que sólo era posible emitir luz en pequeños paquetes de energía, lo que ahora llamamos fotones. El secreto del láser reside precisamente en cómo estas pequeñas “partículas de luz” interaccionan con la materia.

## EL COLOR DE LOS ÁTOMOS

Podemos imaginarnos un átomo como un núcleo de protones y neutrones rodeado de una nube de electrones alrededor de él. Podemos asignar a estos electrones una energía que es mayor cuanto más lejos del núcleo están. Pero, al igual que sucedía con la luz, la energía de los electrones sólo puede tomar ciertos valores, determinados por las leyes de la teoría cuántica. Dicho de otra forma, tanto la luz como la energía de los electrones está *cuantizada*. Si ahora, de algún modo, damos una determinada cantidad de energía a un electrón

// El láser es un tipo de dispositivo que amplifica la luz gracias a una propiedad cuántica de la materia

del átomo, pasado un tiempo, volverá a "caer" al estado anterior. Al hacerlo, se desprende de su exceso de energía emitiendo un fotón, es decir, emitiendo luz. A este fenómeno se le llama *emisión espontánea*. En él se basa el funcionamiento, por ejemplo, de las lámparas de sodio, que emiten su característica luz anaranjada debido a que el salto que dan los electrones de los átomos de sodio en el gas de la lámpara entre dos estados tiene una energía igual a los fotones de la luz naranja que vemos.

## EL LÁSER

Supongamos ahora que todos los electrones de un material han saltado de alguna manera de un estado de energía baja, a otro de energía más alta. Si ahora iluminamos dicho material con fotones de energía igual a dicho salto, los electrones volverán a "caer" al estado de energía inferior emitiendo un fotón, es decir, luz. A este proceso se le llama *emisión estimulada*, y en él radica toda la potencia del láser: el nuevo fotón



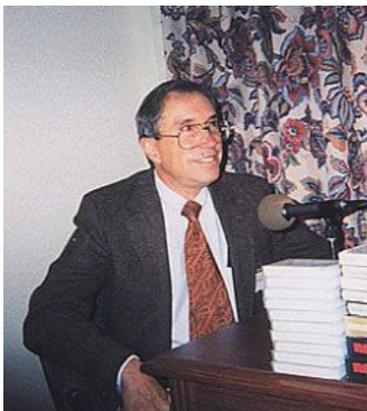
Tecnologías como el CD y el DVD serían imposibles de utilizar sin la invención del láser

tendrá exactamente el mismo color y la misma dirección que el fotón incidente. Si a este material le damos una forma cilíndrica, y en un extremo ponemos dos espejos, uno que refleje totalmente la luz, y otro que lo haga sólo en parte, tendremos fotones rebotando entre los dos espejos, es decir, a lo largo de la dirección alargada del tubo, que arrancan cada vez más fotones, creando un proceso en cadena, mientras unos cuantos se escapan por el extremo del cilindro con el espejo semitransparente. De esta manera, conseguimos con el láser un flujo muy intenso de fotones (debido a la reacción en cadena), en la dirección del eje del cilindro (debido a los espejos), y

de un color determinado (debido a que el salto de energía es para todos los electrones igual).

El LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) es, por tanto, un dispositivo que amplifica luz, utilizando una propiedad cuántica de la materia llamada "emisión estimulada de radiación", que se produce cuando hacemos caer un electrón de un átomo de un nivel energético superior a otro inferior iluminándolo con un fotón de una energía igual a la de ese salto. Los CD, DVD y Blu-ray nacieron, pues, de una catástrofe, la del ultravioleta, que además dio vida a la teoría cuántica que ha revolucionado el mundo de la tecnología ■

## EL RAPTO DEL LÁSER



Se considera que el láser fue inventado por Gordon Gould (1920-2005), que, de hecho, fue quien bautizó al nuevo invento con este nombre. De todos modos, el recién nacido láser fue rápidamente raptado por empresas tan importantes como los Bell Laboratories o la empresa Westinghaus. Desde entonces, Gordon Gould se enzarzó en una lucha legal de 35 años, que finalmente ganó, para que se le reconociera la paternidad del nuevo dispositivo.