

# TEORÍAS DE LA LUZ

## De Aristóteles a la física cuántica

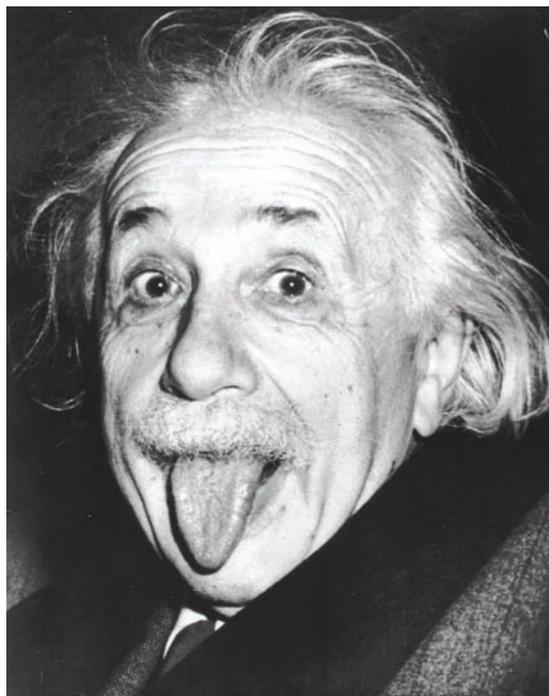
Celebramos el año de la física, que coincide con el centenario del Nobel concedido a Einstein por su teoría fotoeléctrica, con el lanzamiento de esta nueva sección destinada a repasar los fundamentos que determinan, de una u otra forma, la actual tecnología audiovisual.

Luis Carlos PARDO. La luz ha ocasionado no pocos quebraderos de cabeza a científicos de la talla de Newton, Einstein o Planck, por citar sólo a tres. De hecho, la historia empezó hace unos 2.500 años, de la mano de Aristóteles, quien afirmó que la luz surgía de los ojos e iluminaba los objetos para volver después a ellos. Pero hubo que esperar a Newton, nacido el mismo año en que murió Galileo (el primer científico de la humanidad), para tener una teoría científica sobre la luz.

Evidentemente, Newton fue un gran experimentador y, además de inventar una técnica para construir telescopios con espejos (usada actualmente en el Hubble), realizó una serie de pruebas con prismas con el fin de descomponer la luz en colores, y volviéndola a juntar para obtener luz blanca. Determinó que no había por un lado una "luz blanca" y por otro "uces de colores", sino que la luz blanca estaba formada por luces de colores, o mejor dicho: la luz son pequeñas partículas de color, que juntas forman la luz blanca, y mezcladas entre ellas forman nuevos colores. Esta teoría de la luz como partículas explicaba, entre otras cosas, los fenómenos de reflexión y refracción (cambio de dirección de la luz al pasar de un material a otro). Newton aprovechó su importante posición en la academia de ciencias (y en la casa de la moneda) para acallar las voces que se alzaron en contra de su discurso.

Con el paso del tiempo la luz pasó de nuevo a ser vista como una onda, motivo por el cual cabe preguntarse entonces, ¿qué es pues lo que vibra? En el caso del sonido es el aire, en el caso de las olas, el agua, pero, ¿y en el caso de la luz? Hubo que esperar hasta 1860 a que el científico escocés James Clerk Maxwell diera una respuesta: lo que vibra es el campo electromagnético. ¿Y qué es un campo electromagnético?

La teoría electromagnética se puede simplificar, excesivamente, en dos máximas concernientes a quién crea y quién siente un campo electromagnético:



Einstein explicó el efecto fotoeléctrico hace 100 años

- Una partícula quieta siente sólo los campos eléctricos, mientras que en movimiento, siente también los campos magnéticos.

- Una partícula en movimiento crea un campo eléctrico y un campo magnético, pero quieta crea únicamente un campo eléctrico

Por lo tanto podemos afirmar que el campo magnético es fruto del movimiento de partículas cargadas eléctricamente. Dicho de otro modo, un imán atrae a otro imán porque los electrones de dentro de cada uno se "ponen de acuerdo" para moverse en el mismo sentido alrededor del núcleo atómico. Por esta razón un campo magnético ha de ir acompañado obligatoriamente de un campo eléctrico, y a la combinación de ambos se le llama precisamente campo electromagnético. Lo que resulta increíble (y esta tarea la dejamos a genios de la talla de Maxwell) es que se pueda relacionar un imán y una carga eléctrica con una teoría de la luz. Con un ingenioso sistema de vórtices actuando como engranajes, Maxwell, para su sorpresa, llegó a una ecuación llamada "de ondas" en la que vibraban dichos campos electromagnéticos. Pero

mayor aún fue su sorpresa cuando la velocidad de propagación de aquella onda, obtenida a partir de imanes y cargas eléctricas... ¡coincidió con la velocidad de la luz! Por fin todo estaba claro. Sólo quedaba explicar todos los experimentos del momento mediante esta nueva explicación. Pero el nuevo siglo traería sorpresas que oscurecerían los éxitos de esta nueva teoría.

### TODO ENCAJA, EXCEPTO LA LUZ

A finales del siglo XIX, todavía había experimentos que se resistían a ser explicados por las teorías físicas al uso. Por ejemplo, al calentar un objeto, éste, por el simple hecho de estar a una cierta temperatura, emite radiación electromagnética. En el caso de que esta temperatura sea de unos 5000°C, por ejemplo, la radiación electromagnética se aprecia en forma de luz visible, como en el caso de las brasas que quedan al apagarse un fuego. Si esta es mayor, el cuerpo emite en ultravioleta, como en el caso del sol.

Pues bien, la manera en que irradia energía un cuerpo a una cierta temperatura no concordaba con la teoría electromagnética de Maxwell. La explicación correcta a este fenómeno la dio un tímido científico de nombre Max Planck. Su timidez, de hecho, no le ayudó excesivamente a defender una nueva teoría, absolutamente revolucionaria, en que el intercambio de energía en cualquier proceso, se hacía mediante cantidades fijas de energía: los cuantos. Que la energía este cuantificada (se intercambie en pequeños paquetes) implica, por ejemplo, que un péndulo sólo pueda oscilar a unas frecuencias determinadas, estando el resto prohibidas.

Esto es evidentemente falso para cualquier peso que cuelgue de una cuerda, pero sería en cambio cierto si peso y cuerda fueran de tamaño atómico. Había empezado una nueva era de la física, y en un momento, una explicación global de todo el universo que se veía inmediata, pasó a verse, del otro lado del telescopio, lejana.

Otra teoría nació también por aquel entonces respecto a la luz gracias a otro genio de nuestro siglo: Albert Einstein, quien tenía una pregunta con toda una teoría como respuesta: ¿Qué vería una persona que viajara encima de un rayo de luz?

Esta cuestión, reformulada por un Einstein ya formado en física, se tradujo en: ¿Qué pasa con las ecuaciones de Maxwell al viajar casi a la velocidad de la luz? La respuesta implicó la creación de dos nuevas teorías: la teoría de la relatividad especial y la de la relatividad general. Los resultados de ambas teorías (aún hoy en día parecen más cercanos a una película de ciencia ficción que a la realidad): partículas que envejecen más lentamente cerca de la tierra que en ausencia de campo gravitatorio, cuerpos que se contraen al viajar rápidamente... Pero sencillamente, son ciertas.

De todos modos, éstas dos teorías, aunque creadas para acomodar la luz a las teorías científicas, nos alejan un poco de la pregunta inicial: ¿es la luz una onda o un flujo de partículas? La respuesta salomónica de la teoría cuántica es tan sencilla como increíble: jambas cosas a la vez!

## CIENCIA, QUE NO FICCIÓN

Una vez formulada la hipótesis cuántica diversos científicos fueron completando esta teoría. Einstein, hace exactamente 100 años (por esta razón en 2005 se celebra el año internacional de la física) explicó el efecto fotoeléctrico: fue por esta razón, y no por su teoría de la relatividad, que se hizo merecedor del premio Nobel. Junto a él Paul Dirac, Erwin Schrödinger y Werner Karl Heisenberg crearon un cuerpo matemático para la nueva teoría. La mecánica

## “PARTÍCULAS MUY PEQUEÑAS, COMO ELECTRONES, SE PUEDEN COMPORTAR COMO ONDAS”

cuántica, resultado de todos estos esfuerzos unidos, parece empeñada en eliminar el sentido común en el mundo atómico. A pequeña escala la mecánica cuántica permite que las partículas puedan atravesar paredes, que los electrones pasen por dos sitios a la vez, que las partículas se conviertan en ondas... pero nos proporciona una descripción nueva de la luz. En la teoría cuántica no hay distinción entre ondas y partículas, siempre que los objetos

sean suficientemente pequeños. Esto implica que partículas muy pequeñas, como electrones, se pueden comportar como ondas, y de hecho son utilizados como la luz en un microscopio electrónico.

De la misma manera, también implica que ondas se puedan comportar como partículas, como por ejemplo al poder mover la luz pequeñas masas mediante choques. A estas partículas de luz se les ha dado el nombre de fotones, y su comportamiento, tanto como pequeños cuerpos como ondas, se ha comprobado experimentalmente dando lugar a la llamada dualidad onda-corpúsculo de la luz. Por lo tanto, la luz se comporta de una manera u otra, según las propiedades que estemos estudiando.

En este siglo los descubrimientos científicos han permitido un gran avance de la tecnología, que no es más que ciencia aplicada a la vida diaria. De todos modos, sólo hace falta esperar hasta que algún detalle no se amolde a las teorías anteriores, para necesitar nuevas leyes y reinventar de nuevo la física. Quién sabe, a lo mejor ese detalle es precisamente la capacidad del hombre para reinventar esas leyes ■



6º MERCADO AUDIOVISUAL DE CATALUNYA

[www.mercataudiovisual.com](http://www.mercataudiovisual.com)

**Roca Umbert**  
GRANOLLERS

Del 12 al 14 de mayo de 2005

lo último en TELEVISIÓN LOCAL

MAC TECNOLÓGICO · MAC PUBLICIDAD · MAC PROGRAMACIÓN