

# LA VISIÓN DEL COLOR

## Cómo ven los colores las cámaras y las personas

El azul del mar, casi violeta, se mezcla con los amarillos y rojos del cielo que derivan a un granate intenso en el que destaca la blancura de algunas nubes... Pero, ¿por qué y cómo vemos estos colores? ¿Por qué necesitamos precisamente tres colores primarios y no dos o cuatro? La respuesta se encuentra en una sorprendente mezcla de física cuántica y biología.

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

Después de una violenta tormenta, el arco iris, con su sucesión de colores (del azul al rojo, pasando por el amarillo y el verde) aparece en el cielo. Este fenómeno, además de ser muy bello, trajo de cabeza a numerosos científicos, entre ellos a Newton. ¿Estaba producido por las gotas de lluvia que de alguna manera estaban coloreadas, o estos colores los poseía la propia luz del sol? Newton demostró que era la luz del sol la que contenía estos colores, gracias a un famoso experimento con un par de prismas.

Con el primero consiguió separar la luz en colores (hasta aquí nada nuevo: el mismo prisma podía contener dichos colores), pero, utilizando un segundo prisma, consiguió reunirlos de nuevo y recuperar la luz blanca. De esta manera quedó demostrado que los colores estaban contenidos de algún modo en la misma luz del sol. A partir de entonces empezó un largo camino que ya recorrimos en un artículo anterior, cuya meta nadie esperaba: la luz es un "personaje" extraño con doble personalidad, que a veces se comporta como una onda y, a veces, como una partícula llamada fotón.

### EL COLOR DE LAS COSAS

Esta misma teoría de la dualidad de la luz, afirma además que todo cuerpo, sin excepción, por el hecho de estar caliente emite luz, y lo hace con unas energías (o frecuencias) tanto mayores cuanto más caliente está dicho cuerpo. Es fácil comprobar este fenómeno al calentar un trozo de hierro. Éste emite luz roja al llegar a una temperatura de unos 4000° C, pero al seguir aumentando se torna amarilla. Es decir, el trozo de hierro emite luz por el simple hecho de estar caliente y, además, el color rojo está asociado a energías más bajas y el



amarillo a energías más altas, siguiendo el orden del arco iris. Pero entonces esto significaría que nosotros, por el hecho de estar a unos 38° C (sin fiebre) deberíamos emitir luz. Y así es, pero emitimos luz de una energía aún más baja que la luz visible que no podemos percibir: la luz infrarroja. De hecho, este tipo de luz es detectable por algunas cámaras digitales (de video o fotografía), y es posible hacer fotos de la luz que emitimos, detectando así las diferentes temperaturas de nuestro cuerpo. La teoría que explica todos estos fenómenos es un viejo amigo que nos lleva acompañando desde el principio de esta sección: la física cuántica.

Supongamos que sobre una hoja de lechuga incide luz solar, que, como hemos visto, es una mezcla de colores asociados a diferentes frecuencias. La veremos verde por-

que su superficie es capaz de absorber la luz de todos los colores, menos el color verde. Éste es reflejado por la hoja y llega a nuestros ojos, mientras que el resto es utilizado para aumentar su temperatura y hacer la fotosíntesis.

¿Significa esto que si iluminásemos un cuerpo verde (que no refleja los colores rojos y azulados) precisamente con luz roja sería invisible? La respuesta es sí... Pero la luz casi nunca será de un color rojo puro.

De hecho, la única luz de color exclusivamente rojo, es decir, de una frecuencia exacta, es la del arco iris. Por esta razón, a los colores del arco iris se les llama espectrales puros. Continuando con la pregunta, una segunda razón hace casi imposible que la hoja verde sea invisible al iluminarla con luz roja. Por más que un objeto lo veamos verde,

**La tecnología suele adaptar algún éxito de la naturaleza, en este caso el ojo humano**

además de reflejar en su mayor parte la luz de este color, refleja también la de otros en menor proporción. Precisamente gracias a la reflexión de estos colores, podemos distinguir entre verdes de diferentes tonalidades. Todo esto lleva a una importante conclusión, que ha de ser tenida en cuenta por las cámaras de vídeo y de foto, que enunciada de una manera sencilla sería: ni la luz roja es roja, ni las hojas verdes son verdes.

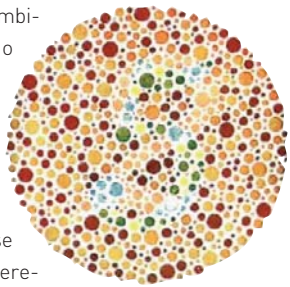
### LOS TRES COLORES PRIMARIOS

Una cámara digital, sea de vídeo o fotografía, se basa en un chip CCD, que es capaz de detectar la cantidad de luz que le llega en cada punto de la imagen, pero que no es capaz de detectar su color. La solución más sencilla para poder detectarlo es utilizar tres CCD diferentes, poniendo delante de cada una filtros de colores azul, verde y rojo, obteniendo de esta manera la información de la intensidad de cada color primario por separado. Para reproducir la imagen en color, nada más sencillo que hacer que cada punto de la imagen esté formado a su vez por tres puntos con los colores primarios.

Para obtener el color de un punto, por tanto, sólo es necesario recuperar la intensidad de cada color primario, que será la misma que hemos recogido con cada uno de los CCD. En el caso de una pantalla, el color vendrá dado por el brillo diferente de cada una de las tríadas de color, y en el caso de una fotografía por el tamaño del punto de color. De todas maneras, debido a que la mezcla de los tres colores primarios en el caso de una foto-

## NO TODO EL MUNDO VE LOS MISMOS COLORES

Lo que el hombre percibe como color no es más que la combinación de la información obtenida por tres receptores o conos diferentes. Por esta razón el hombre es un animal tricrómico. ¿Significa esto que si tuviéramos dos o cuatro tipos de conos necesitaríamos respectivamente dos o cuatro colores primarios?. La respuesta es rotundamente sí. De hecho, existen personas que sólo tienen dos tipos de conos (llamadas daltónicas), para las que un arco iris se podría dibujar con sólo dos colores primarios. Aún más interesante es la existencia de personas tetracrómicas (que son exclusivamente mujeres por razones genéticas), es decir, que tienen cuatro tipos diferentes de conos, de manera que son capaces de ver colores que ni tan siquiera podemos imaginar.



grafía suele dar un grisáceo, se suele añadir además el color negro a fin de poder reproducir los colores con mayor fidelidad. Pero, ¿por qué hay tres colores primarios y no dos o cuatro? Como siempre, los dispositivos electrónicos suelen ser una adaptación de algún éxito de la naturaleza, en este caso del ojo. Los receptores de color del ojo, llamados "conos", captan la luz precisamente de tres colores diferentes, que corresponden a los dos extremos del arco iris y al medio, es decir, aproximadamente al rojo, azul y verde. Las señales de estos tres colores, al llegar al cerebro, producen una sensación que nosotros interpretamos como "color". Además un tercer tipo de receptor, con forma de bastón, recibe información suplementaria sobre la intensidad de la luz. Este receptor sería inútil si no fuera porque es mucho más sensible a la luz que los conos. Así, por la noche los conos son incapaces de trabajar debido a la escasez de luz,

y somos incapaces de distinguir el color de, digamos, un gato: de ahí que se diga que, por la noche, todos los gatos son pardos.

Los colores de un imponente atardecer son, por tanto, fruto de la interpretación por parte del cerebro de las señales recogidas por los tres receptores de luz que se encuentran en la retina de nuestro ojo: los conos. Las cámaras de vídeo o fotografía han conseguido copiar este tipo de sensaciones al captar por separado la información sobre los tres colores que son capaces de percibir los conos. Para reproducir un color, sólo es necesario conseguir que la intensidad de cada uno de estos tres colores aparezca como en la imagen original... Pero todo ello no es más que el fruto de una casualidad: que el sol emita la luz que la atmósfera deja pasar. Quién sabe: a lo mejor el sentido de la vista no es tan importante para los habitantes de algún otro planeta ■