

# CUESTIÓN DE REFRACCIÓN

## Las lentes, **revolución filosófica y tecnológica**

El telescopio espacial Hubble es, probablemente, el mayor exponente de la evolución en el uso de las lentes desde que éstas empezaron a utilizarse para ayudar a leer a los monjes ancianos con problemas de vista cansada en la Edad Media.

Por Luis Carlos PARDO, doctor en Ciencias Físicas por la UPC

"Soy un hombre tan debilitado por la edad que sin unos vidrios llamados anteojos no sería capaz de leer ni de escribir", escribía un escritor italiano llamado Sandro di Popozo en 1289, probablemente una de las primeras personas que utilizó vidrios pulidos como lentes. Desde entonces esas piezas de vidrio, bien solas o combinadas, no sólo han permitido ver a numerosas personas, sino que además han sido causa de una de las mayores revoluciones científicas y filosóficas de este milenio.

El uso del telescopio por Galileo Galilei para observar el cielo permitió constatar las teorías de Copérnico en el siglo XV, trasladando el centro del universo de la Tierra al Sol. De hecho la idea básica del telescopio que usó Galileo, combinar lentes para aumentar el tamaño de objetos lejanos, es exactamente la misma que la que se usa en las más modernas cámaras de video. De todos modos, el desarrollo de la óptica desde las primeras lentes que utilizaba Sandro di Popozo hasta el telescopio espacial Hubble, ha sido posible únicamente tras comprender exactamente cómo se comporta la luz al atravesar un material transparente, esto es, la ley de refracción.

### CAMBIO DE DIRECCIÓN

Supongamos que la curiosidad científica nos asalta después de beber algún refresco, y nos fijamos en cómo la pajita por la que acabamos de beber parece partida si no está dispuesta perpendicularmente a la superficie del líquido (evidentemente, el refresco ha de ser transparente). ¿Por qué los rayos de luz cambian de dirección cuando pasan del aire al agua? Imaginemos, para responder a esta pregunta, un rayo de luz que avanza, como



las ruedas de un coche que pasa de un camino asfaltado, en el que se mueve rápidamente, a un camino de tierra, en el que su velocidad es menor. Si el coche se dirige a la delimitación entre los dos terrenos de manera oblicua, una de las ruedas entrará primero en la parte de la tierra. Como en este nuevo medio la rueda gira más lentamente, obligará al coche a girar hacia su lado, hasta que las dos ruedas delanteras estén en la tierra y se muevan a la misma velocidad.

Aunque parezca mentira, eso es exactamente lo que ocurre con la luz. La velocidad de la luz en el aire es de 300.000 km/s, y en el vidrio es de tan sólo 225.000 km/s. Al pasar de un medio a otro de manera oblicua, no todas las partes del rayo de luz llegan a la vez, y las primeras

en llegar obligan al rayo de luz a girar hacia su lado. Además, cuanto mayor sea la inclinación del rayo, antes entrará una parte respecto a la otra, y por lo tanto, más provocará que el rayo de luz cambie de dirección. A esto es a lo que se le llama refracción. Uno de los fenómenos más románticos que provoca la refracción es la puesta de sol: al pasar los rayos de luz por la atmósfera, éstos se curvan deformando su imagen y haciendo que el sol parezca más achatado de lo que es, ya que sus rayos entran oblicuamente, a diferencia de cómo lo hacen al mediodía.

### ESOS RECHONCHOS VIDRIOS

Una lente es, básicamente, un dispositivo que o bien concentra todos los rayos de

luz en un punto (lentes convergentes) o bien los dispersa desde un punto (lentes divergentes). El punto en que los rayos de luz convergen o desde el que divergen lo llamaremos foco, por lo tanto enfocar es, textualmente, "poner en el foco". Encontrar el foco de una lente, por ejemplo una lupa, es relativamente fácil. Si ponemos la lupa perpendicular a los rayos de sol, y la movemos frente a un papel hacia delante y hacia atrás, llegará un momento en que la imagen del sol formará un punto en el que todos los rayos de sol coinciden, e incluso podrán llegar quemar el papel: ése es el foco.

La cuestión es cómo utilizar las propiedades de refracción que antes hemos comentado para hacer una lente. Imaginemos rayos de luz que inciden perpendicularmente en una lente circular: los rayos que pasen exactamente por el centro de la lente no se deberán desviar. En cambio, cuanto más lejos del centro de la lente pasen los rayos, más los deberemos desviar para que pasen por un punto determinado. Esto lo conseguiremos haciendo que los rayos incidan perpendicularmente a la superficie de la lente en el centro, y más oblicuamente cuanto más lejos nos situemos de su centro, es decir, haciendo una curva.

## CUESTIÓN DE ENFOQUE

Ésa es la base física para fabricar una lente, aunque para terminarla habría que escoger la distancia a la que queremos que se concentren los rayos de luz, es decir, la distancia focal "f", o su inverso "1/f", que en óptica se conoce como las dioptrías de la lente. Si queremos una lente con más dioptrías, es decir, con menor distancia focal, lo único que deberemos hacer es hacer sus bordes más redondeados, para que los rayos incidan más oblicuamente sobre la superficie exterior de la lente o, dicho de otra manera, deberemos hacer la lente más ancha. Exactamente eso es lo que hacen las gafas, cuando la estructura del ojo es tal que los rayos se concentran demasiado lejos, necesitamos una lente que los haga converger un poco antes de entrar en el ojo. Cuanta más convergencia adicional se necesite, más esféricas deberán ser las lentes, es decir, deberán tener más dioptrías. ■

Hemos definido la distancia focal como el punto donde se concentran una serie de rayos que entran perpendiculares a una lente, pero esto se cumple únicamente si los objetos están alejados en el espacio. Si los objetos están cerca los rayos no se concentran en el mismo punto, sino que se concentran más lejos, de manera que no están en el foco de la lente o, lo que es lo mismo, se desenfocan. Para concentrar los rayos de nuevo en el foco, por tanto, deberemos mover la lente hacia delante o hacia detrás respecto al objeto e intentar enfocar.

Pero ¿cómo logra enfocar el ojo si el cristalino no se mueve hacia delante y atrás? Para cambiar el punto de enfoque, recordemos que podemos además variar la curvatura de la lente, y eso exactamente es lo que sucede en nuestro ojo: los músculos ciliares son capaces de deformar el cristalino de manera que enfoquen siempre los rayos de luz en un punto. Pensando en términos de ciencia-ficción (relativa, ya que la técnica avanza a pasos de gigante), podría ser que lleguen a aparecer objetivos para cámaras con biolentes deformables. De esta manera se simplificarían increíblemente las ópticas, reduciendo además las pérdidas de luminosidad por refracciones sucesivas en cada lente. De todos modos, aún no hemos hablado de combinar lentes para hacer tales objetivos: esto lo dejaremos para una segunda entrega sobre el tema.

En resumen, las lentes, no son "nada más" que pedazos de cristal tallados de manera que desvíen los rayos de luz más intensamente cuanto más lejos del centro de la lente inciden, haciendo que todos coincidan en un punto llamado foco. El problema es que el punto donde estos rayos se concentran cambia con la distancia al objeto, por lo que se debe mover la lente si se quiere que éstos vuelvan a concentrarse en el mismo punto: es decir, deberemos enfocar. Si al principio mencionábamos a Sandro di Popozo, podemos mencionar a otro ilustre escritor famoso por sus gafas, llamadas en su época "impertinentes" por su insoportable tendencia a caer de la nariz. De hecho, el uso de estos anteojos por dicho personaje, que vivió a una nariz pegado, logró que tomaran el nombre de "quevedos" ■

SENSITIVE  
TECHNOLOGY



VIDEO & SOUND PROFESSIONAL  
BROADCAST

Cables Multimedia/Broadcast  
Conectores  
Accesorios  
Fibra Optica  
Patch Panels Audio-Video-Datos  
HDTV

percon

WWW.PERCON.ES  
TEL. 93 451 78 30

PATCH PANELS PROFESIONALES



WWW.AVP-EUROPA.COM