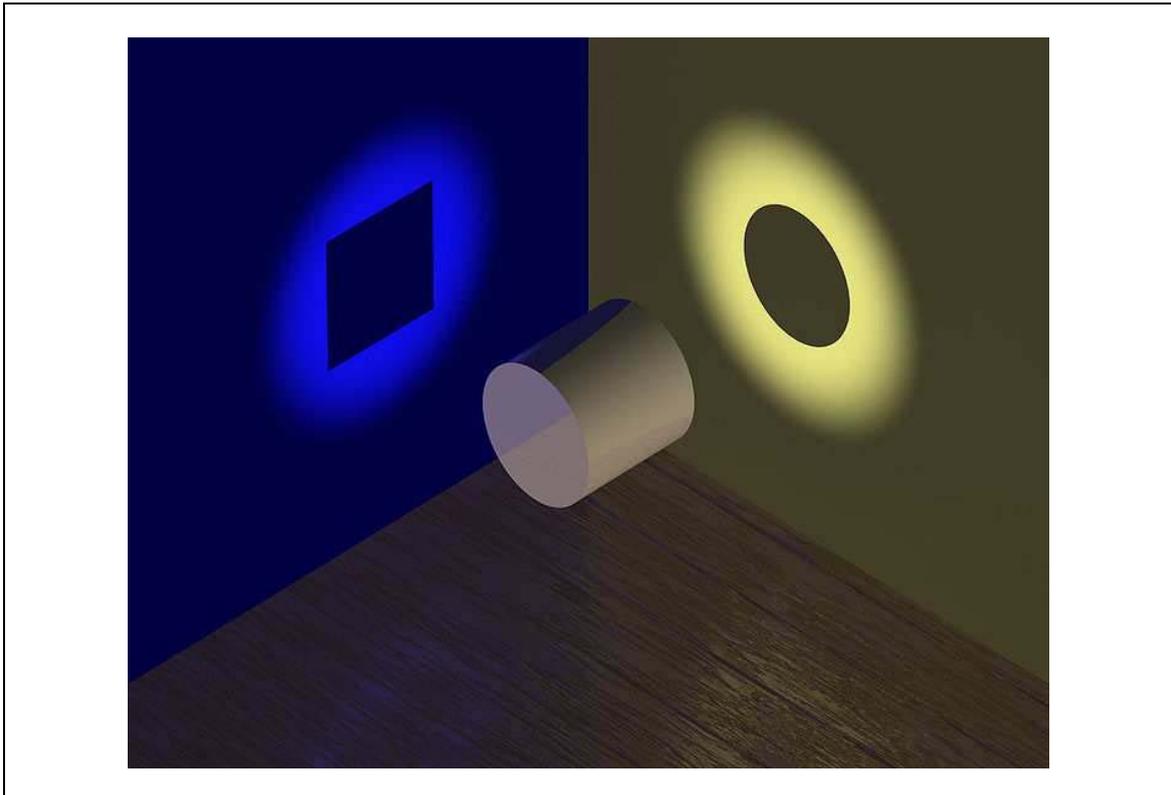


LA NATURALEZA DE LA MATERIA

A veces las cosas se pueden ver desde muchos puntos de vista, tienen muchas interpretaciones. Imagínate qué pasaría si ilumináramos un cilindro desde dos ángulos diferentes, tal como vemos a la figura:



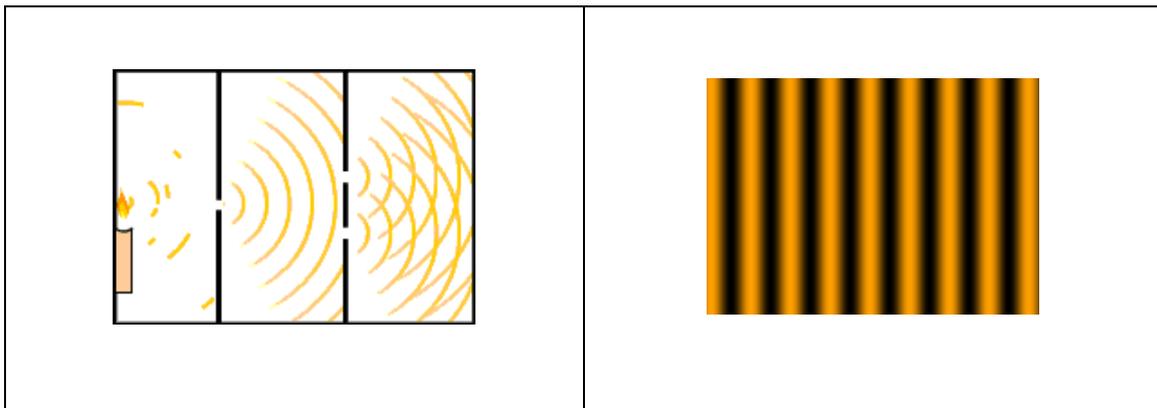
¿Podemos decir que este cilindro es un círculo? ¡No!
¿Podemos decir que es un cuadrado (o un rectángulo)? ¡No!
Y, aun así, si alguien sólo pudiera ver la sombra, posiblemente pensaría que es un círculo o un cuadrado.

Una cosa parecida pasa con la luz y con la materia. Desde hace mucho tiempo, desde que Newton empezó a pensar qué era la luz (s. XVII), los físicos han discutido mucho sobre si la luz y la materia son ondas o partículas.

¿QUÉ PASA CON LA LUZ?

- Isaac Newton pensaba en la luz como partícula cuando se la imaginaba llegando a un espejo y reflejándose, como si se tratara de una pelotita rebotando contra la pared.

- Thomas Young realizó un experimento al 1801 que demostró que la luz era una onda: tenemos un foco de luz (vela) y al atravesar la primera rendija, la luz se difracta y forma un foco emisor de ondas (tal como se ve a la figura). Estas ondas llegan a otra pared con dos rendijas, y por cada rendija se forma un nuevo foco de ondas. A cada punto de la pared del fondo llegan rayos provenientes de las dos últimas rendijas y se interfieren. En algunos puntos, se mantiene la misma intensidad de luz del foco emisor inicial. En otros, los haces se cancelan mutuamente. Todo ello, dependerá del desfase debido a la diferencia de recorridos (Ved la imagen con rayas verticales oscuras y claras). Este comportamiento es propio de las ondas.



Así pues, la luz ¿es una onda o una partícula?

La luz se comporta como una onda...

...cuando se refracta, pasando de un medio a otro. Por ejemplo: un palillo recto introducido en un vaso de agua, se ve doblado.

...cuando pasa por una rendija o topa con un objeto que tiene una medida del orden de la longitud de onda de la luz. En estos casos, se produce la difracción; el rayo de luz se esparce en todas las direcciones. Si tenemos más de un foco emisor de luz, los diferentes rayos de luz

interaccionan y se producen las *interferencias*. Estas interferencias son las responsables de los colores que se ven en la superficie de un CD cuando lo iluminamos!

Puedes descubrir en qué otros ejemplos encontramos interferencias en: <http://ciencianet.com/p62.html>, donde la explicación es muy clara.

Para más información, consulta la web http://acacia.pntic.mec.es/*jruiz27/*interf/*young.*htm. Encontrarás un *applet* con la imagen resultante de las interferencias.

La luz se comporta como una partícula...

...cuando somos capaces de arrancar electrones tan sólo iluminando la superficie de un metal. ¡Esto es el que denominamos *efecto fotoeléctrico* y es la base del funcionamiento de las placas solares!

...cuando un fotón (que es la partícula de luz) de rayos X choca con un electrón de un material ligero. El electrón sale disparado y la energía del electrón y del fotón se reparte como si se tratara de un choque entre bolas de billar! Esto se denomina *efecto Compton*.

En las webs que te proponemos verás un ejemplo.
http://www.educaplus.org/luz/lcom*oparticula.html
http://www.youtube.com/watch?v=ds*EKwLDq3*ug

Se tuvo que admitir, pues, que la luz no era ni sólo onda ni tampoco sólo partícula. Su naturaleza, pues, es dual: es a la vez onda y partícula.

¿QUÉ PASA CON LA MATERIA?

Suponemos que repetimos el experimento de Young, pero con electrones en vez de luz. Si hacemos pasar los electrones por rendijas muy pequeñas, esperaremos obtener dos marcas en el detector, en los lugares correspondientes a cada una de las rendijas. Por el contrario, encontramos una imagen de interferencias, precisamente como sucedía en el caso de la luz. ¡Pero ahora se trata de electrones!

Paralelamente a lo que pasaba con la luz, en 1924 De Broglie formuló la hipótesis de la dualidad onda-corpúsculo para la materia: esta no se comporta tan sólo como una partícula, sino que también presenta características ondulatorias, con una longitud de onda (llamada *longitud de onda de De Broglie*) que depende de la masa y la velocidad de la partícula. Por este descubrimiento, De Broglie recibió el premio Nobel en 1929.

La materia se comporta como una onda...

...cuando hacemos pasar la materia por una rendija de dimensiones muy pequeñas (comparable a la longitud de onda de De Broglie). Se demostró el comportamiento ondulatorio de la materia cuando se vio la difracción de los electrones, ¡que produce un patrón de interferencias! Este fenómeno físico es la base del funcionamiento de los microscopios electrónicos, que permiten una resolución muy superior a los microscopios ópticos.

Para ver un vídeo de una explicación más detallada del experimento que muestra la dualidad onda-corpúsculo para la materia, consultad el enlace que presentamos a continuación:

http://www.youtube.com/watch?gl=eS&*hl=se&v=*elQYG5*brROY

Para ver las imágenes de los resultados de los experimentos que ayudaron a determinar el carácter ondulatorio de la materia, consultad la siguiente web:
http://es.wikipedia.org/wiki/arch*ivo:*Double-*slit_experimento_*results_*Tanamura_2.*jpg

La materia se comporta como una partícula...

... en casi todas nuestras experiencias cotidianas! Esto es debido de al hecho de que la medida de los objetos que nos rodean es mucho más grande que la longitud de onda de De Broglie.

Por lo tanto, dependiendo del experimento, el comportamiento de la materia sigue un modelo ondulatorio (ondas) o un modelo corpuscular (partículas).

Esta dualidad puede desconcertarnos y parecer contradictoria. Si los electrones son partículas, ¿por qué encontramos casos en que también se comportan como ondas? Y ¿por qué la luz se comporta como una onda y como una partícula, según la situación? ¿Qué es en realidad?, ¿cuál es su naturaleza?

Es un hecho: la materia tiene una naturaleza dual (a veces onda, a veces partícula).

Cuando nos alejamos de la realidad macroscópica ordinaria, vemos que nuestras intuiciones dejan de ser fiables. Nuestra lógica, que proviene de la experiencia cotidiana (a través de nuestros sentidos), no siempre nos conduce a la explicación cierta. O bien no es la única.

Incluso podemos llegar a realizar experimentos que aparentemente nos proporcionan información contradictoria. ¿Qué es, pues, la materia: onda o corpúsculo?

Quizás, al fin y al cabo, todo es una cuestión de cómo se mire... o quizás es algo que está más allá de nuestros pobres conceptos de onda y corpúsculo....

Documento escrito por:
Estudiantes de Física de la Universidad de Barcelona