

Las ondas sonoras dan la vuelta a las esquinas de las casas.

La luz - reina del nanouniverso

¿Te has preguntado alguna vez cómo puedes oír a alguien hablar aunque se encuentre del otro lado de la esquina de un edificio? Cuando las ondas sonoras alcanzan la esquina del edificio, se dispersan en todas direcciones, incluido el otro lado de la esquina. Este fenómeno se conoce como «difracción». Seguramente has oído alguna vez que la luz también es una onda. Si puedes oír a alguien que está del otro lado de la esquina, ¿por qué no puedes verle? De hecho, las ondas de luz *doblan* las esquinas de las casas. Pero hay una gran diferencia de

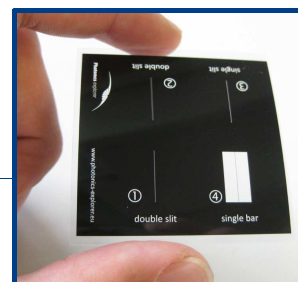
escala: las ondas de luz son un millón de veces más pequeñas que las ondas sonoras. Por eso su efecto es tan imperceptible que no podemos apreciar la luz que dobla la esquina de la casa (que es mucho más grande). Por otro lado, podemos observar este fenómeno si colocamos un objeto muy pequeño en la trayectoria de un rayo láser, se produce un interesante patrón de luz detrás del objeto. Este patrón de luz se produce porque la luz rodea el objeto, del mismo modo que las ondas sonoras doblan la esquina de una casa.

Comprender este fenómeno nos permite medir objetos muy pequeños. Por tanto, podemos utilizar la luz como si fuese una regla para medir objetos de escala micrométrica y nanométrica. En los siguientes experimentos, por ejemplo, utilizarás el efecto de la difracción para medir la anchura de tu propio pelo.



Sólo está permitido realizar los siguientes experimentos si se cumplen las **normas de seguridad del láser**.

Preparación: coloca una pantalla de al menos 8 cm de ancho, como con un folio pegado a una carpeta o a una caja. Coloca el láser a algo más de un metro y enciéndelo. Deberías ver un pequeño punto brillante en el medio de la pantalla. Apaga el láser y coge con cuidado la lámina negra por los bordes. Procura no rayar la lámina ni dejar huellas en ella. En los campos marcados con ③ y ④ verás una línea transparente (rendija) y otra oscura, respectivamente. Las dos son más o menos igual de anchas.



Utiliza la lámina con cuidado



1 Coloca la lámina en la trayectoria del rayo láser de tal manera que éste incida en el centro de la línea transparente de ③. La lámina debe estar a un metro de la pantalla. Dibuja el **patrón de luz** que ves en la pantalla en el recuadro ③. Sustituye la línea transparente por la línea oscura del campo ④. Dibuja el segundo patrón de luz que ves en el recuadro ④ que se encuentra bajo el anterior. La escala te ayudará a hacer un dibujo proporcional.

③ rendija



2 ¿Qué observas al comparar ambos patrones?

④ barra



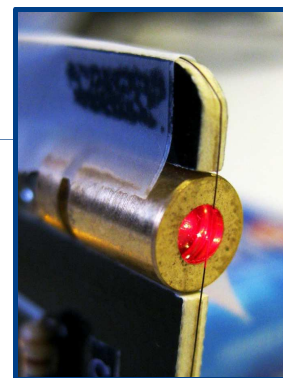
3 La **fórmula** para calcular las posiciones de los puntos brillantes, denominados órdenes de difracción, se halla de forma similar a la de la doble rendija. Sin embargo, en los experimentos con una sola rendija y una barra es más fácil calcular las **posiciones de los mínimos**, que son las zonas oscuras del patrón de difracción:

$$\frac{\text{anchura de la rendija o la barra } (d)}{\text{longitud de onda de la luz láser } (\lambda)} = \frac{\text{distancia entre el primer mínimo y el punto central } (a)}{\text{distancia entre la lámina y la pantalla } (b)}$$

No siempre resulta fácil localizar los primeros mínimos en la pantalla. Para lograr una medición más precisa, es preferible medir la distancia entre los dos segundos mínimos a la izquierda y la derecha del centro, respectivamente, y dividir el resultado entre 4.



- 4 Con ayuda de este artefacto experimental y la fórmula, podrás medir objetos diminutos, como cables muy finos o **cabellos**. ¡Compruébalo! Apaga el láser y pega un pelo en la parte frontal con masilla azul o cinta adhesiva, como se muestra en la ilustración. Pregunta a tu profesor/a la longitud de onda del láser, mide las otras magnitudes que necesitas y calcula la anchura del pelo. ¿Cómo puedes hacer que tu medición sea lo más precisa posible?



Pelo en la trayectoria del rayo láser



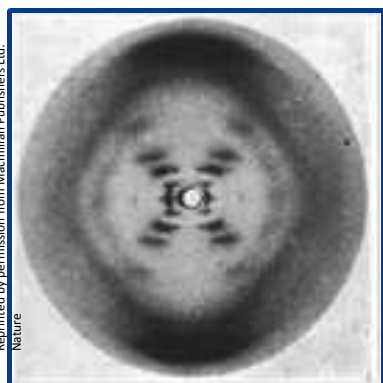
longitud de onda de la luz láser: _____

distancia entre el pelo y la pantalla: _____

objeto	distancia del primer mínimo al centro	ancho
mí pelo		



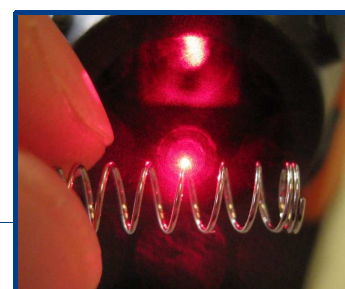
- 5 Los patrones de difracción también permiten estudiar la estructura de objetos diminutos. Prueba de ello es el descubrimiento de la **estructura** de doble hélice **del ADN**. ADN son las siglas de una molécula del núcleo de las células que contiene la información genética que determina cómo son los seres vivos. En 1952, Rosalind Franklin registró el patrón de difracción del ADN (en forma de sal sódica) que puedes ver a la izquierda. Esta imagen saltó a la fama cuando James Watson y Francis Crick la utilizaron para probar que las moléculas que forman nuestros genes están dispuestas en forma de hélice.



Patrón de difracción de un cristal de ADN



- 6 Para comprender este experimento, coloca el **muelle** de un bolígrafo en la trayectoria del haz de láser. No olvides retirar antes el pelo del láser, y ten cuidado con las reflexiones del muelle metálico. ¿Puedes apreciar un patrón similar al de la fotografía tomada por Rosalind Franklin?



Muelle helicoidal de un bolígrafo en la trayectoria de un haz de láser



- 7 La hélice de una molécula de ADN mide unos 2,5 nm de ancho. Es bastante más **pequeña** que tu muelle, incluso más que la longitud de onda de la luz láser que has utilizado. ¿Qué crees que hizo Rosalind Franklin para registrar el patrón de difracción de una estructura tan minúscula?