

## La Física a través del tiempo

### Fuerzas y movimiento

La primera rama de la Física en desarrollarse fue la mecánica, que estudia el movimiento de los cuerpos y las fuerzas que lo provocan.

Para facilitar el movimiento de los objetos el ser humano ha utilizado, desde tiempos remotos, las cinco máquinas simples (plano inclinado, cuña, tornillo, palanca y rueda).

En el siglo III a. C., Arquímedes (287 a. C.-212 a. C.) sistematizó los conocimientos sobre máquinas simples, enunció las leyes de la palanca y construyó numerosos artilugios de interés práctico.

En el siglo I, Herón de Alejandría escribió varios tratados de mecánica, en los que describía un sinnúmero de aparatos destinados a dirigir y aprovechar mejor el esfuerzo humano.

En los siglos siguientes, y durante toda la Edad Media, se produjeron evidentes adelantos en la construcción de distintas máquinas y se inició el aprovechamiento de las energías hidráulica y eólica.

Sin embargo, hubo que esperar hasta 1543 para encontrar una teoría realmente revolucionaria: la teoría heliocéntrica de Copérnico (1473-1543).

Quizá, el mayor divulgador del heliocentrismo fue Galileo Galilei (1564-1642). A él se debe también el primer estudio sistemático y experimental del movimiento de los cuerpos. Sus conclusiones, basadas en la experiencia, disiparon ideas erróneas admitidas desde los tiempos de Aristóteles.

Con las mejoras introducidas por Kepler (1571-1630) en la teoría heliocéntrica, al término del siglo XVI ya se conocía cómo era el movimiento de los planetas alrededor del Sol.

Faltaba saber por qué los cuerpos celestes giraban unos alrededor de los otros. Este paso de gigante en el conocimiento de la naturaleza fue efectuado por el inglés Isaac Newton (1642-1727):

En su libro *Philosophiæ naturalis principia mathematica*, dio una interpretación correcta acerca de la naturaleza de las fuerzas y de su influencia en el movimiento de los cuerpos, propuso una teoría general del movimiento y formuló la ley de gravitación universal.

De esta manera el movimiento de los cuerpos celestes podía predecirse científicamente.

No se produjo otro avance histórico comparable hasta que Albert Einstein (1879-1955) desarrolló una nueva teoría de la gravedad en su teoría general de la relatividad.

### Calor y termodinámica

Hace unos 500000 años el ser humano aprendió a controlar el fuego y a utilizarlo para cocinar sus alimentos.

Desde entonces, siguió usándolo y, sin embargo, su naturaleza fue una incógnita durante siglos.

El químico J. Black (1728-1799) fue el primer científico que profundizó en la naturaleza del calor. Llegó a la conclusión de que se trataba de un fluido invisible, al que llamó calórico, que tenía las siguientes características:

«El calórico se introduce en los cuerpos aumentando su temperatura y puede ser medido del mismo modo que medimos la cantidad de agua de un recipiente.

Si dos cuerpos se ponen en contacto, pasa calórico de uno a otro de modo semejante a como pasa agua de un recipiente a otro entre vasos comunicantes hasta alcanzar el mismo nivel.»

La teoría del calórico fue aceptada hasta que, a fines del siglo XVIII, se abrió paso una teoría diferente.

B. Thompson (1753-1814) observó que, al torrear los cañones en la fundición, los bloques de metal se calentaban muchísimo y, después de cuidadosas medidas, concluyó que el calor producido era consecuencia del trabajo mecánico realizado.

Años más tarde, J. R. Mayer y J. P. Joule demostraron experimentalmente que una cierta cantidad de

trabajo se transforma siempre en una determinada cantidad de calor.

Se experimentó también con las conversiones de calor en trabajo y se observó que su rendimiento era siempre inferior al 100 %. Empezó a admitirse comúnmente que el calor era una forma de manifestación de la energía.

Durante la segunda mitad del siglo XIX, L. Boltzmann, J. C. Maxwell y J. W. Gibbs continuaron el estudio sobre la naturaleza del calor, hasta llegar a la formulación de la teoría cinética del calor.

El desarrollo de las relaciones entre el calor y otras formas de energía y su influencia sobre las propiedades de la materia originaron una importante rama de la Física, la termodinámica.

### Electromagnetismo

Entre los siglos VII y VI a. C., Tales de Mileto observó que el ámbar, una resina fósil, atraía objetos ligeros cuando se frotaba. Este fenómeno se llamó electricidad porque ámbar en griego es elektron.

También se atribuye a Tales el descubrimiento de la magnetita, una piedra hallada en Magnesia (Asia Menor) capaz de atraer el hierro y otras piedras del mismo tipo. Este fenómeno recibió el nombre de magnetismo.

Durante siglos, electricidad y magnetismo se confundieron. W. Gilbert (1544-1603) estableció diferencias claras entre ambos fenómenos al descubrir otras sustancias que, como el ámbar, atraían pequeños objetos al ser frotadas. Además, fue el primero en relacionar el funcionamiento de la brújula, usada desde el siglo XI, con la idea de que la Tierra es un imán gigantesco.

Los avances en electricidad continuaron: O. V. Guericke (1602-1686) inventó la primera máquina que producía electricidad por frotamiento, Ch. F. du Fay (1698-1739) propuso la existencia de dos clases de electricidad, a las que llamó resinosa y vítrea... Sin embargo, la primera teoría general de la electricidad no la publicó B. Franklin hasta 1751, Y las relaciones cuantitativas entre carga eléctrica y fuerza eléctrica las halló Ch. Coulomb hacia 1785. Los estudios posteriores incluyeron la corriente eléctrica gracias a que A. Volta construyó en 1800 el primer dispositivo capaz de producir una corriente eléctrica permanente: la pila de Volta.

Los fenómenos eléctricos y los magnéticos volvieron a estudiarse conjuntamente cuando en 1819 H. Ch. Oersted observó que una corriente eléctrica producía efectos magnéticos.

Diez años después, M. Faraday descubrió el fenómeno inverso: un campo magnético variable producía una corriente eléctrica.

Los fenómenos eléctricos y magnéticos y su relación quedaron perfectamente explicados cuando J. C. **Maxwell** elaboró la formulación matemática de la teoría del campo electromagnético, que se sintetizan en las llamadas ecuaciones de Maxwell.

### Luz y Óptica

La aparente propagación lineal de la luz se conoce desde la antigüedad, y los griegos creían que la luz estaba formada por un flujo de corpúsculos, que **Empedocles** llamó "efluvios". Sin embargo, había gran confusión sobre si estos corpúsculos procedían del ojo o del objeto observado. **Los árabes** desarrollaron alguna teorías sobre la luz y la visión e intentaron explicar la formación del arco iris. **Galileo**, en el siglo XVII, fracasó al intentar medir la velocidad de la luz, que el consideraba muy grande pero finita.

Cualquier teoría satisfactoria de la luz debe explicar su origen y desaparición y sus cambios de velocidad y dirección al atravesar diferentes medios. En el siglo XVII, Newton ofreció respuestas parciales a estas preguntas, basadas en una teoría corpuscular; el científico británico **Robert Hooke** y el astrónomo, matemático y físico holandés **Christiaan Huygens** propusieron teorías de tipo ondulatorio. No fue posible realizar ningún experimento cuyo resultado confirmara una u otra teoría hasta que, a principios del siglo XIX, el físico y médico británico **Thomas Young** demostró el fenómeno de la interferencia en la luz. El físico francés **Augustin Jean Fresnel** apoyó decisivamente la teoría ondulatoria.

El astrónomo danés **Olaus Roemer** fue el primero en medir la velocidad de la luz, en 1676. Roemer observó una aparente variación temporal entre los eclipses sucesivos de los satélites de Júpiter, que atribuyó a los cambios en la distancia entre la Tierra y Júpiter (según la posición de la primera en su órbita) y las consiguientes diferencias en el tiempo empleado por la luz para llegar a la Tierra. Sus medidas coincidían bastante con las observaciones más precisas realizadas en el siglo XIX por el físico francés **Hippolyte Fizeau** y con los trabajos del físico estadounidense **Albert Michelson** y sus colaboradores, que se extendieron hasta el siglo XX. En la actualidad, la velocidad de la luz en el vacío se considera que es 299.792,46 km/s. En la materia, la velocidad es menor y varía con la frecuencia: este fenómeno se denomina dispersión.

Los trabajos de Maxwell aportaron resultados importantes para la comprensión de la naturaleza de la luz, al demostrar que su origen es electromagnético: una onda luminosa corresponde a campos eléctricos y magnéticos oscilantes. Sus trabajos predijeron la existencia de luz no visible, y en la actualidad se sabe que las ondas o radiaciones electromagnéticas cubren todo un espectro, que empieza en los rayos gamma (véase Radiactividad), con longitudes de onda de  $10^{-12}$  cm y aún menores, pasando por los rayos X, la luz visible y las microondas, hasta las ondas de radio, con longitudes de onda de hasta varios cientos de kilómetros. Maxwell también consiguió relacionar la velocidad de la luz en el vacío y en los diferentes medios con otras propiedades del espacio y la materia, de las que dependen los efectos eléctricos y magnéticos.

El famoso experimento de Michelson-Morley, realizado en 1887 por Michelson y por el químico estadounidense Edward Williams Morley con ayuda de un interferómetro, pretendía medir esta velocidad. Si la Tierra se desplazara a través de un éter estacionario debería observarse una diferencia en el tiempo empleado por la luz para recorrer una distancia determinada según que se desplazase de forma paralela o perpendicular al movimiento de la Tierra. El experimento era lo bastante sensible para detectar —a partir de la interferencia entre dos haces de luz— una diferencia extremadamente pequeña. Sin embargo, los resultados fueron negativos: esto planteó un dilema para la física que no se resolvió hasta que Einstein formuló su teoría de la relatividad en 1905.