

EFEMÉRIDES

En Física

HACE 200 AÑOS

• Nace **Christian Doppler** (1803-1853). Matemático y físico austriaco, nació en Salzburgo en 1803 y murió en Venecia en 1853. Fue profesor en Praga, Chemnitz y en la Universidad de Viena. Estudió los colores de las estrellas dobles; el efecto de la rotación del medio sobre las propiedades de los rayos luminosos y sonoros, y descubrió el efecto que lleva su nombre. Además, formuló el método para la determinación óptica de las distancias y de los diámetros absolutos de las estrellas fijas. Para demostrar la influencia sobre el movimiento de las ondas luminosas y acústicas del medio por el que se propagan, estudió detalladamente la propagación de las mismas en el éter, el aire y el agua. Inventó diversos instrumentos, entre ellos el diastimómetro óptico y la sirena para la determinación de las presiones de los vapores o del aire comprimido. Descubrió el efecto perturbador de la velocidad sobre la frecuencia de las ondas luminosas y sonoras, conocido como efecto Doppler (1842), que tiene aplicación en las medidas astronómicas, en el radar y en la navegación.

Efecto Doppler: cuando la fuente de ondas y el observador están en movimiento relativo con respecto al medio material en el cual la onda se propaga, la frecuencia de las ondas observadas es diferente de la frecuencia de las ondas emitidas por la fuente. La fórmula que relaciona la frecuencia de las ondas observadas f' con la frecuencia de las ondas emitidas f es:

$$f' = \frac{v_s - v_o}{v_s - v_e} f$$

siendo v_s la velocidad de propagación de las ondas, v_e la velocidad del emisor y v_o la velocidad del observador.

Así pues, al acercarse una fuente vibratoria en movimiento a un observador fijo, la frecuencia de las vibraciones que éste percibe pasa a ser mayor que la que percibiría si entre la fuente y él no hubiera ningún desplazamiento relativo, efecto éste denominado "desplazamiento hacia el azul" (*blueshift*); análogamente, al alejarse la fuente vibratoria del observador fijo, la frecuencia percibida disminuye, "desplazamiento hacia el rojo" (*redshift*).

Un ejemplo típico de efecto Doppler es la variación que percibimos del sonido de la sirena de una ambulancia cuando se acerca y cuando se aleja. Cuando la ambulancia se acerca, las ondas acústicas de su sirena se "comprimen" hacia nosotros. Los intervalos entre las ondas disminuyen y esto se traduce en un aumento de la frecuencia del sonido que recibimos (más agudo). Cuando la ambulancia se aleja las ondas acústicas se "esti-



Christian Doppler.

ran" respecto a nosotros y la frecuencia del sonido que recibimos parece disminuir (más grave). Por el cambio en el sonido podemos determinar si la ambulancia se acerca o se aleja.

Por analogía, la radiación electromagnética emitida por un objeto móvil también exhibe el efecto de Doppler: los "blueshifts" y los "redshifts" exhibidos por las estrellas, las galaxias y las nubes del gas también indican sus movimientos con respecto al observador.

HACE 100 AÑOS

• **Antoine Henri Becquerel** (Francia), **Pierre Curie** (Francia) y **Marie Curie** (Francia) reciben el Premio Nobel de Física. Becquerel: como reconocimiento a sus extraordinarios méritos, logrados gracias al descubrimiento de la radioactividad espontánea (de forma casual, al estudiar la fosforescencia de las sales de uranio y establecer que se trataba de una propiedad del átomo de uranio en 1896); identificó la existencia de dos tipos diferentes de radiación que denominó rayos alfa y beta y demostró que provocan la ionización de los gases. El matrimonio Curie, como reconocimiento a sus extraordinarios méritos, logrados gracias a los trabajos realizados en colaboración, acerca de los fenómenos de radiación descubiertos por Becquerel. Estudiaron la radiactividad del uranio. Analizaron en especial las propiedades físicas de los diversos tipos de radiaciones dependiendo de la desviación que experimentaban al someterlas a la acción de un campo magnético y dedujeron que estaban compuestas por partículas cargadas o sin carga eléctrica. Esta pareja de científicos descubrió, en el año 1898, la existencia de los elementos radiactivos polonio y radio.

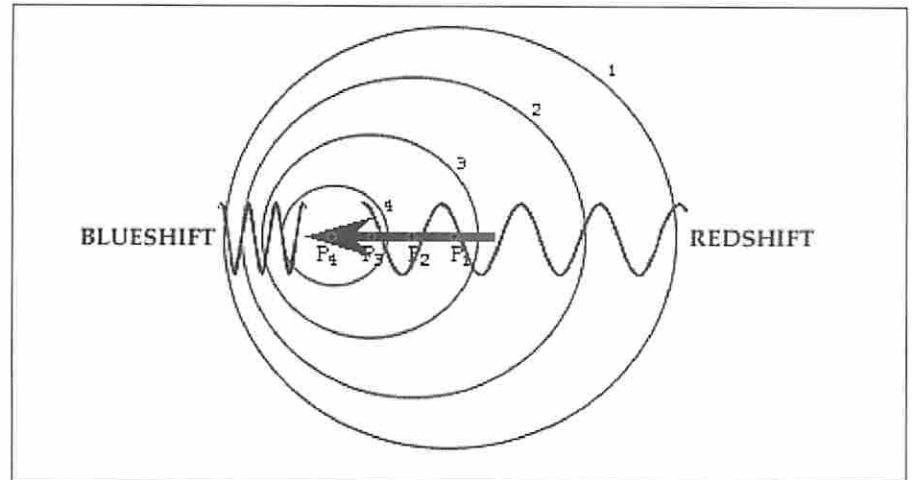
HACE 75 AÑOS

• Nace **John Stewart Bell** (1928-1990). Físico británico, nacido en Belfast. Estudió física teórica en la Universidad de Queen. Se trasladó al Reino Unido para trabajar en el Centro para la Investigación de la Energía Atómica. Entre 1953 y 1955, en la Universidad de Birmingham, descubrió un importante teorema sobre la simetría en la física. En 1960 se trasladó al Centro de Investigación Nuclear de Ginebra y demostró que la mecánica cuántica era muy útil para interpretar el mundo de las partículas subatómicas. Utilizando las fórmulas conocidas como las desigualdades de Bell, predijo cómo las medidas de un protón afectarían a las medidas de otro. Estas predicciones han sido comprobadas posteriormente y sus fórmulas son muy famosas en la actualidad. Escribió una serie de importantes estudios pioneros sobre física de partículas elementales, sobre teoría del acelerador, sobre teoría nuclear y electromagnética y, principalmente, sobre mecánica cuántica.

• **Hans Geiger** (1882-1945) inventa junto a **Müller** el contador de partículas que lleva su nombre: Tubo de G-M, o más conocido como "contador Geiger".

Un «contador Geiger» está formado normalmente por un tubo metálico herméticamente cerrado con un fino hilo metálico a lo largo de su centro (generalmente un filamento de tungsteno). En el interior del tubo se encuentra un gas (comúnmente argón, a una presión de 260 mm de Hg), mezclado con algunos vapores orgánicos. El hilo se encuentra a un potencial de unos 1.000 V con respecto del tubo.

Cuando un ión o electrón emitido por un material radioactivo penetra en el tubo (o se desprende un electrón de la pared del tubo por una emisión externa de rayos X o rayos gamma) ioniza los átomos del gas con los que colisiona. Como consecuencia de este proceso, se desprenden electrones de los átomos del gas y, debido al voltaje positivo del hilo central, son atraídos hacia el hilo. Al hacer esto, ganan energía,



colisionan con más átomos y liberan más electrones, hasta que el proceso se convierte en una «avalancha» que produce un pulso de corriente detectable. Relleno de un gas adecuado, el flujo de electricidad se para por sí mismo o incluso el circuito eléctrico puede ayudar a pararlo. Al instrumento se le llama un «contador», debido a que cada partícula que pasa por él produce un pulso idéntico, permitiendo contar las partículas (normalmente de forma electrónica) pero sin decirnos nada sobre su identidad o su energía (excepto que deberán tener energía suficiente para penetrar las paredes del contador).

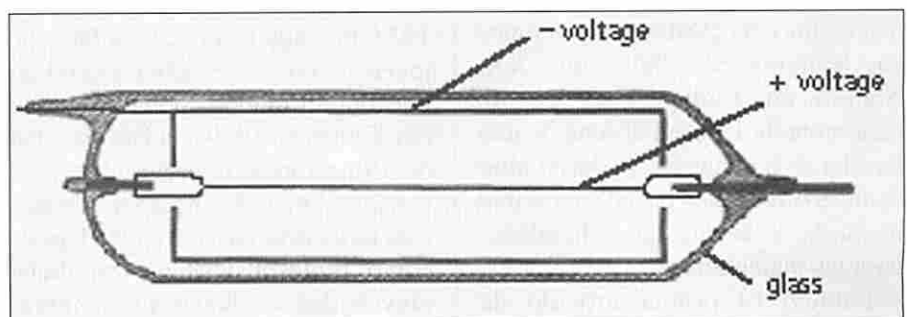
• **Owen Williams Richardson** (Gran Bretaña) recibe el Premio Nobel de Física por sus trabajos sobre los fenómenos relacionados con los iones térmicos y, en especial, por la ley que lleva su nombre.

• **Louis-Victor, Príncipe de De Broglie** (1892 - 1987), da a conocer su teoría fundamental sobre el dualismo onda-partícula de la radia-

ción. De este modo estableció los fundamentos de la teoría de las ondas materiales que le permitieron explicar las condiciones cuánticas impuestas por Bohr a los electrones que giran en torno al núcleo atómico, postulando que éstos y las demás partículas dan lugar, al moverse, a una onda asociada. Este trabajo, junto a otros, sirvió de base a Erwin Schrödinger para la formulación de la mecánica ondulatoria (1930).

• **Paul Adrien Maurice Dirac** (1902 - 1984) desarrolla en el año 1928 una teoría relativista cuántica de los electrones que permite, en especial, determinar su espín de forma mecano-cuántica. Los descubrimientos de Dirac fueron fundamentales para el establecimiento de la teoría de las partículas elementales.

• **Sir Chandrasekhara Venkata Raman** (1888 - 1970) descubre el efecto que lleva su nombre (análogo del efecto Compton para la luz visible), analizando la radiación difun-



Contador Geiger.

didada por cuerpos puros iluminados mediante luz monocromática. Logró demostrar que ésta no contenía sólo la radiación que genera la excitación sino también un conjunto de radiaciones características del espectro de la vibración y rotación de las propias moléculas.

HACE 50 AÑOS

• **Frits Zernike** (Países Bajos) recibe el Premio Nobel de Física por el método de contraste de fases propuesto por él y en especial por la invención del microscopio de contraste de fase.

HACE 25 AÑOS

• **Piotr Kapitza** (URSS), **Arno Allen Penzias** (EE.UU.) y **Robert W. Wilson** (EE.UU.) reciben el Premio Nobel de Física. Kapitza: por sus importantes invenciones y descubrimientos en el campo de la física de bajas temperaturas. Penzias y Wilson: por el descubrimiento de la radiación del fondo de microondas procedente del Universo.

Pedro Córdoba Torres
Dpto. de Física Matemática
y de Fluidos

En Matemáticas

JOHN VON NEUMANN

Se conmemora este año 2003 el nacimiento de John von Neumann, uno de los más creativos y prodigiosos matemáticos del siglo XX. Nacido en Budapest el 28 de diciembre de 1903 en el seno de una familia de banqueros, ya desde niño demostró disfrutar de una increíble memoria y de una gran habilidad para las matemáticas.

Publicó su primer artículo de matemáticas a los 18 años, escrito conjuntamente con M. Fekete, pro-



John von Neumann.

fesor de la Universidad de Budapest, que había sido el encargado de tutelar su educación. En 1921 consiguió plaza en esta universidad para estudiar Matemáticas, si bien no asistió a las clases. En su lugar, se marchó a la Universidad de Berlín a estudiar Químicas. En 1923 prosiguió sus estudios en Zurich, donde en 1926 consiguió su diploma de ingeniero químico. Durante este tiempo, von Neumann continuó con su interés por las Matemáticas, entrando en contacto en Zurich con H. Weyl y G. Pólya, insignes matemáticos de la época. Superó con brillantez sus exámenes en la Universidad de Budapest, a pesar de no asistir a las clases. A los 20 años publicó una definición de números ordinales que es la que hoy en día se usa. Consiguió su doctorado en Matemáticas en 1926, con una tesis doctoral sobre teoría de conjuntos. Realizó estudios postdoctorales con Hilbert en Göttingen entre 1926 y 1927. Por aquel entonces su fama de joven genio ya se había extendido por todo el mundo, siendo invitado por Veblen en 1929 a la Universidad de Princeton a impartir clases en teoría cuántica. Se incorporó un año más tarde (tras casarse en Budapest) como profesor visitante en dicha universidad, en donde fue nombrado catedrático en 1931. En 1933 se convirtió en uno de los seis catedráticos

de matemáticas (junto con J. W. Alexander, A. Einstein, M. Morse, O. Veblen y H. Weyl) con los que se fundó el Instituto para Estudios Avanzados de Princeton, puesto que ocuparía hasta su muerte. Ese mismo año, y también hasta su muerte, ocupó los cargos de coeditor de "Annals of Mathematics" y de "Compositio Mathematica", dos de las revistas matemáticas más prestigiosas a nivel internacional. Después de su segunda boda, en 1938, el nuevo matrimonio von Neumann se instaló definitivamente en los Estados Unidos.

Como todos los grandes genios, von Neumann no se dedicó en exclusividad a una sola área de conocimiento, sino que su interés científico y su extraordinaria capacidad le permitieron hacer importantes aportaciones científicas en varios campos. Sus primeros trabajos se centraron en lógica y teoría de conjuntos, obteniendo interesantes resultados en teoría de la medida y la teoría ergódica. En 1932 publicó su libro *Grundlagen der Quantenmechanik* en el que sentó las bases matemáticas de la mecánica cuántica. Durante la segunda mitad de los años 30 y primeros de los 40, von Neumann y F. J. Murray establecieron los fundamentos del estudio de lo que posteriormente algunos llamarían *álgebras de von Neumann*: éstas son álgebras auto-adjuntas de operadores lineales acotados en espacios de Hilbert, que son cerradas en la topología débil.

En 1944 publicó, junto con O. Morgenstern, el clásico libro *Theory of Games and Economic Behaviour*, que culminaba el trabajo previo de von Neumann en una de sus creaciones más originales: la teoría de juegos.

La matemática aplicada también disfrutó del interés de von Neumann, especialmente motivado por el problema de la turbulencia hidrodinámica. El tratamiento numérico de los sistemas asociados a este fenómeno le llevó a estudiar nuevas posibilidades de cálculo por medio de máquinas electrónicas, convirtiéndole en uno de los pioneros en