

## HANS BETHE: Una figura clave de la Física del Siglo XX

Con la reciente muerte de Hans Bethe (marzo de 2005) a los 99 años, acaba una era de la Física. Fue uno de los últimos de los jóvenes físicos alemanes que en 1925 se incorporó al esfuerzo colectivo de los creadores de la Mecánica Cuántica: Werner Heisenberg, Niels Bohr, Max Born, Pascual Jordan, Paul Dirac, Erwin Schrödinger, y Wolfgang Pauli. En los años siguientes él, junto con Félix Bloch, Walter Heitler, Lev Landau, J. Robert Oppenheimer, Rudolf Peierls, Eugen Wigner, y otros desarrollaron aplicaciones de gran alcance y extensión mostrando el enorme poder que el nuevo instrumento teórico ponía en manos de la Ciencia para comprender y manipular el mundo microscópico. En dos largos artículos que se publicaron en 1933, Bethe expuso la aplicación de la Mecánica Cuántica a la Física Atómica, Molecular, y a la Física del Estado Sólido. Esos artículos pusieron las bases para muchas otras contribuciones a estos campos y han seguido siendo clásicos hasta el momento presente.

En 1933, después de que Hitler accedió al poder, Bethe perdió su posición de profesor auxiliar en Tübingen porque su madre era judía. En el febrero de 1935 se marchó a la Universidad de Cornell (USA) donde se quedó hasta el fin de su vida.

Durante los años treinta, las fronteras de la Física se trasladaron a la Física Nuclear y Bethe fue un líder reconocido en ese campo. Su dominio de la Física Nuclear, su capacidad de abordar nuevos problemas y de interesarse por diferentes ramas de la Física lo hizo proponer en 1938 su explicación de generación de energía en estrellas. Fue un trabajo fruto de su colaboración con astrofísicos como S. Chandrasekhar y G. Gamow, y una muestra de cómo era capaz de volcar su conocimiento teórico sobre problemas concretos de otras ramas de la Física. El descubrimiento de los mecanismos que permiten entender cómo y porqué brillan las estrellas le valió el Premio Nobel de Física en 1967. Esta contribución, sobre muchas, le coloca entre los grandes de



Hans Bethe

la Ciencia de todos los tiempos.

Durante 75 años, Bethe publicó más de 300 artículos en una serie asombrosa de diferentes temas científicos; de la Física Atómica a la Astrofísica, de la Teoría Cuántica de Campos y las partículas elementales a las ondas de choque, desde el neutrón hasta las Supernovas. Muchos de sus artículos marcaron los desarrollos subsecuentes en esos campos.

Sus experiencias durante la Segunda Guerra Mundial transformaron su vida. Bethe fue el ejemplo supremo de por qué los físicos teóricos eran tan valiosos en el esfuerzo de gue-

rra. Tenía la habilidad de traducir su dominio intelectual del mundo microscópico de núcleos, electrones, átomos, y moléculas en una comprensión de las propiedades macroscópicas de materiales y el diseño de dispositivos macroscópicos, como los generadores del radar, las antenas y las bombas atómicas. Esa habilidad rindió resultados espectaculares tanto en el Laboratorio de la Radiación de MIT, como en Los Alamos, donde Bethe encabezó la división de física teórica, que diseñó las bombas de uranio y plutonio.

Cuando los físicos volvieron a sus universidades después de la Segunda Guerra Mundial, intentaron recrear el espíritu de cooperación y compromiso total que habían penetrado los laboratorios durante el tiempo de guerra, en general, y de Los Alamos en particular. El Laboratorio de Newman de Estudios Nucleares en Cornell fue el esfuerzo de Bethe por hacer eso. A través de su propio trabajo y que de los físicos que se reunieron alrededor de él, creó uno de los centros más importantes del mundo en física de alta energía.

Hay constancia de cómo Bethe se debatió ante los problemas morales generados por la puesta en marcha de los programas de bombas nucleares. Tras colaborar decisivamente tanto en las primeras bombas atómicas (el miedo lo provocaba Hitler), como en las bombas termonucleares (ahora el miedo era la Unión Soviética), que certificaron el "equilibrio del terror" en el que vive nuestro planeta, dedicó buena parte de sus esfuerzos durante sus muchos últimos años en impulsar los acuerdos de prohibición de pruebas nucleares, tratados de desarme, implicaciones medioambientales de la energía nuclear y un largo etcétera. Quizá él, como ningún otro representa las contradicciones éticas en la que se vieron envueltos algunos de los más brillantes científicos del siglo XX.

**Luis Vega.**  
Profesor Titular de Física Aplicada de la Universidad de La Laguna.

### Neutrino: enigmático y extraño

La conservación de la energía es una de los más firmes principios de la Física. Pero, cuando en los años treinta del siglo XX, comenzaron las investigaciones sobre la desintegración del átomo, surgió la duda sobre la consistencia del citado principio. Cuando se producía la desintegración beta de un átomo (la emisión de un electrón) se comprobaba que la energía liberada no coincidía con la que, en teoría, se debía producir; era menor que la prevista. ¿Qué pasaba? ¿Fallaba el principio? ¿Se había perdido energía?

En el año 1931, el físico alemán Wolfgang Pauli elaboró una hipótesis que podría servir de explicación: además de las partículas, ya conocidas, emitidas en la desintegración beta, debía producirse la expulsión de alguna otra desconocida. Esta partícula nueva sería la que aportaba la energía que faltaba.

Fue el italiano Enrico Fermi el que, después de un profundo estudio de la desintegración beta, coincidió con Pauli y bautizó a la partícula desconocida con el nombre de neutrino que, en italiano, significa algo neutro de tamaño pequeño. Se sabía (o se intuía) que el neutrino, además de una masa infinitesimal, no poseía carga eléctrica.

La comunidad científica, ante tan pintoresca teoría (una partícula sin masa y sin carga), consideró cambiar el principio de conservación de la energía. Pero, en el año 1956, el neutrino era por fin detectado en una prueba experimental. Las leyes físicas, como había ocurrido ya en otras ocasiones, se habían adelantado, en sus planteamientos teóricos, a los descubrimientos que requerían comprobaciones experimentales.

## LEIBNIZ (I): Físico y Filósofo, Matemático y Metafísico

*"Ahora bien, habiendo una infinidad de mundos posibles en las ideas de Dios, y no pudiendo existir mas que uno solo, precisa que haya una razón suficiente de la elección de Dios que le determine a esto mejor que a aquello..."*

*"Este enlace, pues, o acomodo de todas las cosas creadas con una y de una con todas las demás, hace que cada sustancia simple tenga relaciones que expresan todas las demás y sea, por consiguiente, un viviente espejo perpetuo del Universo"*

Leibniz. *Monadología*, 53 y 56

Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716) fue un pensador de oceánica erudición que dedicó sus energías a estudiar y a escribir sobre todas las materias del conocimiento: lógica, matemáticas, filosofía, astronomía, física, historia natural, medicina, geología, alquimia, derecho, política... Escritos que se conservan, la mayor parte sin publicar, en el Leibniz-Archiv de Hannover. Fundador de la Akademie de Ciencias de Berlín, mantuvo una vibrante correspondencia con el newto-

niano Samuel Clarke sobre física y teología.

Siendo aún muy joven lee a su compatriota el cardenal Nicolás de Cusa y queda muy impresionado con su matemática transfinita en la que geometría y teología se unen y en la que un círculo de radio infinito se convierte en una recta, coincidencia de los opuestos en la que se supera la tensión entre lo rectilíneo y lo circular. Para Cusa, cien años antes de Copérnico, el Universo es infinito y la Tierra es un astro más. De Kepler aprendió las famosas leyes del movimiento de los planetas y apreció en gran medida su voluntad de alcanzar una explicación física del porqué de aquellos movimientos, sin resignarse a tener solamente una explicación matemática que "salvase las apariencias", como era usual hasta entonces en la Astronomía.

Comparte con Descartes la idea de encontrar una teoría de la materia y del movimiento que sea perfectamente racional. En un primer momento, cartesiano convencido, reformula las leyes cartesianas para hacerlas más coherentes y posteriormente, en una segunda etapa, rompe con las ideas de su maestro y crea una nueva concepción mecánica en estrecha

relación con una metafísica completamente original.

Conocedor de las técnicas infinitesimales de Bonaventura Cavalieri, es en su estancia en París de 1672 a 1676, cuando se dedica al estudio intensivo de las matemáticas, teniendo como ilustre iniciador a Huygens, con quien aprende las excelencias de la geometría y su aplicación al estudio del movimiento. Pronto superará al maestro y será el co-creador, con Newton, del cálculo infinitesimal, poderosísima herramienta al servicio de la física.

Para Leibniz, la Matemática está entre la Física y la Metafísica, ciencia esta última de los primeros principios o causas, que proporciona el marco conceptual de fondo en el que se despliega la física de lo real, labrada con la matemática del cálculo infinitesimal. El principio de continuidad, que expresa que en la Naturaleza nunca se producen saltos, sino que todo tiene lugar según un proceso gradual. El principio de razón suficiente, con el que nada ocurre en la realidad sin razón que lo determine. El principio de los indiscernibles, que postula la imposibilidad de que

existan dos seres idénticos en el Universo.

Orgía de infinitos, el Mundo, elegido por Dios en razón de su mayor grado de perfección, y por tanto el mejor de los posibles, es como un inmenso estanque con peces, que albergan en sus entrañas nuevos estanques repletos de peces y así sucesivamente. El Mundo como un juego infinito de muñecas rusas.

El elemento constitutivo de la realidad para Leibniz será la mónada, punto metafísico, átomo inmaterial, recinto sin puertas ni ventanas, aislado del exterior pero en el que se halla, desde su perspectiva, una representación de la totalidad del Mundo. En el Universo todo está en movimiento y la materia es infinitamente divisible y por tanto las unidades constitutivas del Todo son puntos de actividad, sin extensión, que a diferencia de los puntos matemáticos, son portadores de acción continua. Es la armonía pre-establecida por Dios, el Dios cristiano de atributos infinitos, que una vez más es el protagonista de los desarrollos científicos del siglo XVII.

Leibniz, filósofo optimista y excelso matemático, es el físico creador de la Dinámica, de la que hablaremos próximamente.

**José L. Montesinos**  
Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia