

EFEMÉRIDES

1858, NACIMIENTO DE MAX PLANCK

Es la ocasión de conmemorar el 150 aniversario del nacimiento del gran científico Max Planck. El personaje que inauguró la nueva Física del siglo XX nació el 23 de abril de 1858 en la ciudad alemana de Kiel, en el seno de una familia de juristas y teólogos que le inculcaron el respeto a las leyes y la religión, junto con el amor al estudio y a la música que le acompañaron toda su vida.

FORMACIÓN DE UN CIENTÍFICO

La educación del joven Planck se llevó a cabo en Munich y Berlín. En esta Universidad, su horizonte científico se amplió considerablemente bajo la influencia de maestros como Helmholtz y Kirchhoff. No obstante, las explicaciones que recibía de ellos, acaso mejores investigadores que docentes, no le resultaban muy clarificadoras. Al intentar ampliarlas por su cuenta descubrió las obras de Clausius, que le confirmaron que su interés por principios absolutos y permanentes debía orientarse a los vastos dominios de la Termodinámica. Fue allí donde se concentraron sus primeros esfuerzos investigadores [1].

LA MISTERIOSA ENTROPÍA

El íntimo desacuerdo de Planck con la imagen de la transmisión de calor mediante el símil de dos depósitos de agua a diferente altura, apenas una vulgarización del Primer Principio, le llevó a profundizar en el significado de la entropía, cuidadosamente estudiado por Clausius. Sus esfuerzos le permitieron concluir que el Segundo Principio se podía enunciar en la forma esencial de: $S_2 - S_1 \geq 0$. Ése fue el contenido de sus primeros trabajos universitarios en Munich, que aplicó seguidamente a la termodinámica de los electrolitos, dentro del nuevo campo emergente de la Química Física, como profesor de la Universidad de Kiel [1].

EL DESAFÍO DEL CUERPO NEGRO

En 1889 se trasladó a Berlín como sucesor de Kirchhoff en la cátedra de Física Teórica. Era creencia general que todo lo

importante estaba ya descubierto, pero uno de los temas que seguían ocupando a los investigadores más inquietos era la radiación del cuerpo negro, un sistema ideal capaz de absorber toda la luz incidente, que presentaba numerosos interrogantes. Por ejemplo, la ecuación de Wien reproducía correctamente los datos experimentales, pero contenía unos parámetros empíricos que carecían de justificación teórica. Basándose en sus conocimientos previos, Planck se propuso deducir dicha ecuación a partir del cálculo estadístico de la entropía de la radiación [2,3]. Su idea de incluir la irreversibilidad le llevó a un enfrentamiento con Boltzmann, cuyas críticas le convencieron de que en lugar de adoptar una formulación ortodoxa, basada en una distribución continua de la energía, era necesario introducir un elemento de discontinuidad [4]. El hecho es que Planck se decidió a intentar la hipótesis audaz de que la energía total del cuerpo negro se podía repartir entre unos elementos de energía discretos, que eran proporcionales a la frecuencia de la radiación: $\epsilon = h \nu$. Durante una reunión de la Sociedad alemana de Física, en la célebre sesión del 14 de diciembre de 1900, anunció que había obtenido la justificación teórica buscada y además conseguía reproducir los resultados experimentales [5]. Había surgido el “cuanto de acción” h , cuyo valor pequeñísimo calculó el mismo Planck ($6,55 \times 10^{-27}$ erg s), pero que carecía de un sentido físico claro [6,7]. Nuestro personaje era ya un sesudo profesor de 42 años; así que un tanto consternado por la ligereza de su procedimiento, meramente formal, probó otras deducciones más rigurosas, que no despertaron mucho entusiasmo entre sus colegas [8].

UNA TEORÍA FÍSICA RADICALMENTE NUEVA

Las pruebas más contundentes de la discontinuidad cuántica estaban próximas a llegar, pero de otros investigadores más jóvenes. En 1905, Einstein explicó el efecto fotoeléctrico admitiendo que la radiación electromagnética en general, y no sólo la radiación del cuerpo negro, estaba cuantizada en forma de fotones. Por otra parte, Bohr introdujo en 1913 la cuantización en los sistemas atómicos y consiguió justificar los espectros de líneas, que habían desafiado todas las interpretaciones. El “cuanto de energía” tenía ya un significado nítido, relacionado con una nueva constante universal, y guardaba la explicación de muchos hechos nuevos que rechazaban un tratamiento clásico [9]. En reconocimiento a su labor de pionero, Planck

recibió el premio Nobel de Física en 1918 [10], entre otros honores. Pero no se libró de críticas; una de las más agudas enfrentaba los cuantos a los “semicuantos”, que revelaban la existencia de energía residual de vibración en el nivel cero [11]. Era evidente que una nueva Física se estaba forjando, pero los progresos fueron duros. Como Planck tuvo ocasión de comprobar por sí mismo, *“la verdad no triunfa, sino que sus oponentes mueren”*.

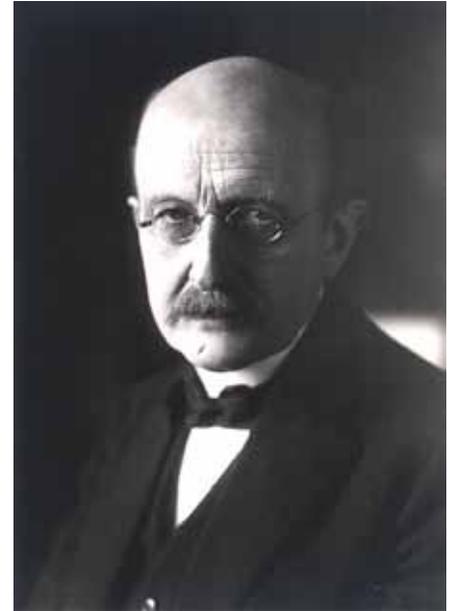
RELACIONES CIENTÍFICAS EN UNA EDAD DE ORO

En general, Planck gozó de la cordialidad de sus colegas así como del respeto de los investigadores jóvenes, que le aceptaron como modelo de científico recto e íntegro. Tal fue el caso de Einstein y de sus propios alumnos: Lisa Meitner, Ehrenfest y especialmente Laue, que se convirtió en su yerno. Participó activamente en los Congresos Solvay, que se celebraron desde 1911 a fin de que los fundamentos de la nueva Física fueran discutidos personalmente por sus más destacados cultivadores [12]. Rodeado de la consideración de sus contemporáneos, fue nombrado presidente de la Sociedad alemana de Física en 1905, secretario permanente de la Academia de Ciencias de Prusia en 1912, rector de la Universidad de Berlín en 1913 y presidente de la Orden prusiana Pour le Mérite y de la Sociedad Kaiser Wilhelm en 1930, cargos que ejerció con tacto y rectitud. En ese período, Planck representaba un símbolo viviente del cambio de la Física clásica a la nueva Física cuántica, dentro del imponente marco de la Alemania imperial, primera potencia científica del mundo, que acaparó 33 premios Nobel en el período de 1901 a 1932.

LA PRUEBA MORAL Y EL FIN DE UNA ERA

Al fin y al cabo un probo servidor del estado, Planck apoyó la política de su país durante la 1ª Guerra Mundial firmando la Proclama al mundo de la cultura, realmente un manifiesto belicista y racista suscrito por otros 90 prestigiosos intelectuales con la significativa excepción de Einstein. Pero sus convicciones sufrieron el duro golpe de la muerte de su hijo primogénito a consecuencia de los combates. Tras el derrumbe del imperio se acomodó a la república de Weimar y a la posterior llegada del nazismo, a fin de proteger la continuidad de la ciencia en su país y proseguir sus investigaciones personales, cada

vez de índole más filosófica y religiosa. Como Presidente en funciones de la Academia de Ciencias de Prusia, en 1933 tuvo que hacer efectiva la renuncia de su amigo Einstein, entonces exiliado en Estados Unidos, en un intento de evitar un conflicto abierto entre la institución y el régimen gobernante. Por permanecer en su país se le ha tildado de colaboracionista, pero es



Max Planck (1858-1947).

evidente que no llegó a asumir el papel de dirigente máximo de la ciencia nazi, que probablemente le hubiese costado muy poco conseguir. Las desavenencias ya habían surgido en ese año, cuando arrojó un enfrentamiento con Hitler al apoyar a científicos de origen judío. En circunstancias de creciente apartamiento, presidió en 1935 una sesión académica en memoria del químico Fritz Haber, otra figura desgarrada de la ciencia alemana, integrante del complejo militar – industrial – científico durante la Gran Guerra, pero al fin repudiado como judío y fallecido en el exilio. El gobierno prohibió la asistencia de los funcionarios, aunque muchas mujeres representaron a sus maridos dando un testimonio de dignidad y valor. Planck resumió el sentimiento de todos los presentes: *“Ya que Haber mantuvo su lealtad hacia nosotros, nosotros debemos mantener nuestra lealtad hacia él”* [13]. Poco a poco fue siendo relevado de todos sus cargos en favor de los nuevos y ambiciosos científicos del partido, y cuando estalló la 2ª Guerra Mundial era un anciano poco influyente. Pero todavía le aguardaba un final trágico: su hijo menor fue ejecutado en 1945 por tener amistad con algunos conjurados contra Hitler, su hogar con sus archivos fue destruido por los bombardeos aliados y hubo de buscar refugio azarosamente, hasta que por fin halló la muerte el 4 de octubre de 1947, en una Alemania lacerada que apenas entonces se levantaba de las ruinas desde su año cero.

VALORACIÓN ACTUAL: DEL SIGLO DEL PROGRESO AL SIGLO DE LA INCERTIDUMBRE

Actualmente se tiende a ver en Planck a un hombre del siglo XIX, buscador de lo absoluto y de las leyes inmutables de la naturaleza, que se convierte en un revolucionario a su pesar con el descubrimiento del elemento esencial de la teoría cuántica, que es la clave de gran parte de los fenómenos físicos y químicos [14]. No deja de ser significativo que su contribución coincida cronológicamente con el principio del siglo XX, que tanto se diferencia del siglo precedente en todos los aspectos del pensamiento y sobre todo en una terrible incertidumbre que impregna la vida política, social y moral. Planck encarna la irrupción de la discontinuidad en un mundo continuista y predecible. Su descubrimiento despierta la sospecha de que los cimientos de este mundo no son tan firmes como suponemos, sino que están asentados en unas profundidades microscópicas a las que no podremos acceder nunca, significativamente designadas como *escala de Planck*. No obstante, su persona sigue presentando la imagen típica del *Herr Professor* imperial, impoluto, austero y un tanto rutinario. También su actitud ética presenta claroscuros y está sometida a revisión, como la de tantos alemanes notables que aceptaron el régimen nazi y permanecieron en su país durante una de las épocas más ominosas de su historia. Pero antes de atrevernos a juzgarle desde nuestra situación actual, ciertamente más confortable que la suya, merece que intentemos comprenderle.

Entre las claves que pueden explicar su comportamiento destaca en primer lugar su disciplina de funcionario modélico. También su sensatez y prudencia, que le caracterizaba hasta el punto de que se dice que no contestaba nunca de modo inmediato a las preguntas de sus estudiantes sino después de algunos días, a fin de tener ocasión de meditarlas largamente. Pero lo que tal vez condiciona su actitud de modo definitivo es la creencia ilusoria, propia de tiempos pretéritos, de que la ciencia es un valor absoluto y los científicos son seres elegidos que pueden dedicarse a investigar y pensar al margen de las convulsiones de su tiempo. La nostalgia de una torre de marfil para uso exclusivo de sabios sólo pudo mantenerse con creciente dificultad hasta que los estallidos de las bombas atómicas demostraron que ya no era más que una falacia. El poder político no ha dudado en presionar e instrumentalizar a los científicos para incrementar su alcance, pero también los

científicos aprendieron pronto a manipular al poder para conseguir apoyo y financiación. El desgarrar que sufrió Planck en su dramática redención nos advierte de las complejidades que encierra el mundo actual. Por tanto, recordamos con respeto su figura, cuyo símbolo persiste en la Sociedad Max Planck, la máxima institución para el avance de la ciencia en su país y una de las principales del mundo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Planck, M.: *Autobiografía científica y últimos escritos*. Nivola, Madrid, 2000.
2. Planck, M.: *A survey of physical theory*. Dover, Nueva York, 1993.
3. Kuhn, T.S.: *La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica 1894-1912*. Alianza, Madrid, 1980.
4. De Broglie, L.: *Por los senderos de la ciencia*. Espasa-Calpe, Madrid, 1963.
5. Fairén, V.: *100cias@uned*, **3**, 81-84 (2000).
6. Yuste, M.: *100cias@uned*, **3**, 114-118 (2000).
7. Holton, G.: *Phys. Perspect.*, **1**, 231-237 (1999).
8. Planck, M.: *Annalen der Physik*, **309**, 553-563 (1901).
9. Flint, H.T.: *Nature*, **181**, 1098-1099 (1958).
10. Planck, M.: *The genesis and present state of development of the quantum theory*. Lección del Premio Nobel 1918 (2 de junio de 1920).
11. Mehra, J. y Rechenberg, H.: *Foundations of Physics*, **29**, 91-132 (1999).
12. Sánchez Ron, J.M.: *Historia de la Física cuántica. I. El período fundacional (1860-1926)*. Crítica, Barcelona, 2001.
13. Stern, F.: *El mundo alemán de Einstein. La promesa de una cultura*. Paidós, Barcelona, 2003.
14. Kragh, H.: *Physics World*, **13**, 31-35 (2000).

Fernando Peral Fernández

Dpto. de Ciencias y Técnicas Fisicoquímicas