

EFEMÉRIDES

MAX PLANCK: 100 AÑOS DEL PREMIO NOBEL QUE HIZO NACER LA FÍSICA CUÁNTICA

En este artículo nos acercamos a la figura del que fue, sin duda, uno de los mayores científicos del siglo XX gracias a su labor en el impulso de nuevas teorías y la modernización de las instituciones científicas: Max Planck. Max Planck tiene una biografía muy conmovedora debido a todo lo que sufrió en su vida. Fue, no solo uno de los creadores de la Física Moderna sino que presencié en su vida algunos de los hechos que han marcado profundamente el devenir de nuestros días. Su vida, además, quedó entrelazada con la historia a nivel mundial trágicamente ya que dos de sus hijos murieron en las guerras que arrasaron Europa durante su vida.

Max Planck nació el 23 de abril de 1858 en Kiel, Alemania y fue el cuarto hijo de Johnan Julius Wiheim Planck y su mujer Emma née Patzig. En 1867, cuando el pequeño Max contaba con nueve años su familia se mudó a Múnich, ciudad en la que su padre había conseguido una cátedra en derecho. En esta etapa de su vida Max asistió a la escuela Maximiliana donde pronto se distinguió como uno de los mejores estudiantes especialmente en matemáticas, lengua y teología. En esta época el pequeño Max también destacó por su gran habilidad para la música en especial con instrumentos como el órgano o el piano.

A los 16 años Max se graduó en la escuela lo que le permitió ingresar en la Universidad de Múnich. Durante su primer semestre sus padres le aconsejaron asistir a la Facultad de filosofía ya que se mostraba indeciso. Sin embargo, muy pronto él mismo decidió abandonar dicha escuela ya que se sentía fascinado por las clases de otra disciplina: las matemáticas. Sin embargo, la poca aplicabilidad experimental de las Matemáticas le hizo pronto asistir a lecciones de Física. En este momento Max tenía muchas aficiones además de sus estudios: cantaba en el coro de la universidad, actuaba en pequeñas funciones de teatro y, como no, se dedicaba a disfrutar de la vida de estudiante.

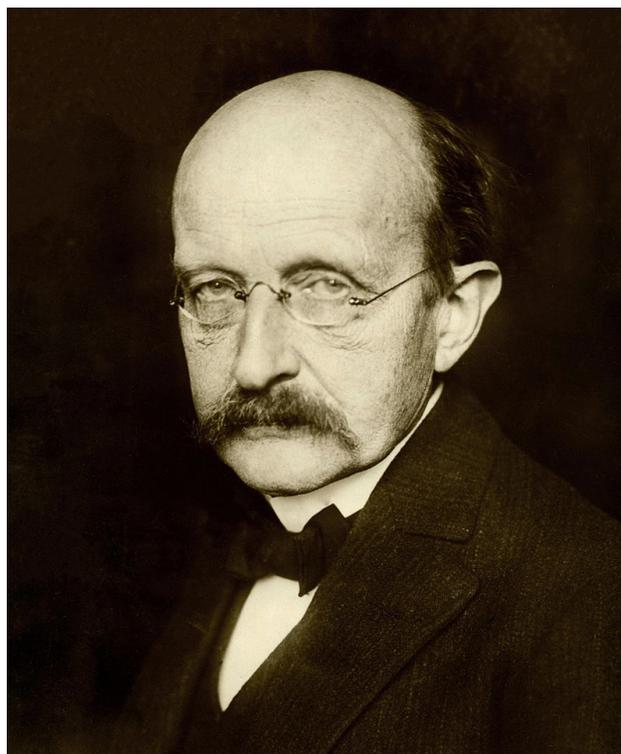


Figura 1. Fotografía de Max Planck. Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Max_Planck.

En el invierno 1878, tras pasar un trimestre viajando por el norte de Italia Max fue, en el trimestre de invierno, a las Universidad Friedrich-Wilhelm de Berlín. En esta universidad atendió a las clases de dos grandes físicos: Helmholtz y Kirchoff profesores que no incentivaron mucho la apetencia del joven Max por la física ya que no eran buenos profesores. En octubre de 1878 Max volvió a Múnich donde se presentó y aprobó los exámenes para ser profesor de instituto. Pocas semanas después de haber aprobado el examen pasó a impartir las clases de matemáticas en la escuela Maximiliana de la que había sido alumno.

Apenas un año más tarde de haber aceptado el cargo de profesor en la escuela maximiliana Max obtuvo su doctorado con una disertación sobre el segundo principio de la termodinámica. Esta etapa marcó profundamente su carácter ya que, como reconocería más tarde, siempre consideró una pena el no haber tenido un mentor que le ayudase en la realización de su tesis. Otro año más tarde, ya en 1880 Max consiguió aprobar los exá-

menes de habilitación que le permitían pasar a ser profesor en la universidad presentando un trabajo sobre los estados de equilibrio de los cuerpos isotrópicos. Este examen de habilitación era simplemente un requisito que debía ser satisfecho antes de poder obtener cualquier puesto docente en una universidad. A partir de ese momento, y como era normal en la época, Max se embarcó en la búsqueda de un puesto docente en una universidad. Dichos puestos se obtenían presentándose a las plazas que se ofertaban en las diferentes universidades alemanas. En el caso de Planck, la primera de las ofertas recibidas provino de una academia forestal. Sin embargo, Planck lo rechazó ya que sabía que este puesto docente conllevaba no poder dedicar el tiempo que él estimaba conveniente a la investigación. Durante esta época el trabajo de investigación de Planck se centró en la termodinámica, campo en el que realizó varias contribuciones de bajo perfil. Casi todos los trabajos fueron publicados en la revista "Annalen der Physik" una revista de la que, curiosamente, él fue editor posteriormente (de 1906 a 1928).

On the Law of Distribution of Energy in the Normal Spectrum

Max Planck

Annalen der Physik vol.4, p.553 ff (1901)

The recent spectral measurements made by O. Lummer and E. Pringsheim[1], and even more notable those by H. Rubens and F. Kurlbaum[2], which together confirmed an earlier result obtained by H. Beckmann,[3] show that the law of energy distribution in the normal spectrum, first derived by W. Wien from molecular-kinetic considerations and later by me from the theory of electromagnetic radiation, is not valid generally.

In any case the theory requires a correction, and I shall attempt in the following to accomplish this on the basis of the theory of electromagnetic radiation which I developed. For this purpose it will be necessary first to find in the set of conditions leading to Wien's energy distribution law that term which can be changed; thereafter it will be a matter of removing this term from the set and making an appropriate substitution for it.

In my last article[4] I showed that the physical foundations of the electromagnetic radiation theory, including the hypothesis of "natural radiation," withstand the most severe criticism; and since to my knowledge there are no errors in the calculations, the principle persists that the law of energy distribution in the normal spectrum is completely determined when one succeeds in calculating the entropy S of an irradiated, monochromatic, vibrating resonator as a function of its vibrational energy U . Since one then obtains, from the relationship $dS/dU = 1/q$, the dependence of the energy U on the temperature q , and since the energy is also related to the density of radiation at the corresponding frequency by a simple relation,[5] one also obtains the dependence of this density of radiation on the temperature. The normal energy distribution is then the one in which the radiation densities of all different frequencies have the same temperature.

Consequently, the entire problem is reduced to determining S as a function of U , and it is to this task that the most essential part of the following analysis is devoted. In my first treatment of this subject I had expressed S , by definition, as a simple function of U without further foundation, and I was satisfied to show that this form of entropy meets all the requirements imposed on it by thermodynamics. At that time I believed that this was the only possible expression and that consequently Wien's law, which follows from it, necessarily had general validity. In a later, closer analysis,[6] however, it appeared to me that

Figura 2. Imagen de la revista Annalen der Physik donde Planck publicó su trabajo sobre el cuerpo negro. Fuente: https://de.wikipedia.org/wiki/Annalen_der_Physik.

La oportunidad para llegar a la universidad se presentó en 1885. En este año la Universidad de Kiel ofreció un puesto de profesor. Max tuvo cierta suerte en la obtención de la plaza ya que en principio la Universidad de Kiel no había pensado en él sino en Hertz para ocuparla. Sin embargo, una vez que la plaza había sido convocada Hertz declinó aceptar la posición ya que la universidad carecía de buenas instalaciones experimentales y de presupuesto para lograrlas. Hertz se fue a la Universidad Técnica de Karlsruhe. La renuncia de Hertz allanó el camino de Planck quien se presentó a la misma con un ensayo sobre "la esencia de la entropía" que en principio había pensado presentar a un premio ofrecido por la Universidad de Göttingen. El ensayo fue terminado por Max ya habiendo tomado posesión en Kiel, y fue también presentado en la Universidad de Göttingen donde obtuvo el segundo premio. Al parecer, el primer premio quedó desierto a raíz de una controversia surgida entre Helmholtz y Weber, quien era profesor en Göttingen en la que Max apoyó al primero.



Figura 3. Max Planck y su mujer Marie Merck contrajeron matrimonio en 1887. Fuente: <https://docplayer.org/37834167-Max-karl-ernst-ludwig-planck.html>.

Dos años más tarde, en 1887, cuando Max había estabilizado su situación laboral decidió contraer matrimonio con Marie Merck. Marie era la hija de un acaudalado banquero de Múnich y era la hermana de un compañero del instituto de Planck. Ese mismo año nació el primer hijo de Max y Marie, Karl. Además, publicó tres artículos de bajo perfil en la revista *Annalen der Physik*. Dos años más tarde la figura de Hertz se volvió cruzar en la vida de Max, y de nuevo el cruce estaba asociado a una posición universitaria. La Universidad de Berlín convocó una posición extraordinaria para cubrir el retiro de Gustav Kirchoff. La primera oferta fue de nuevo a Hertz quien había acumulado muchísima fama tras su descubrimiento en Karlsruhe de las ondas electromagnéticas. Sin embargo, una vez más la fortuna estuvo del lado de Max ya que Hertz volvió a rechazar la oferta. En esta ocasión fue la Universidad de Bonn quien hizo que Hertz no aceptase la plaza en Berlín. Planck fue quien aceptó la prestigiosa posición en la Universidad de Berlín. Ese mismo año Max fue padre de dos niñas, Emma y Grete, gemelas. Ese mismo año publicó dos artículos sobre los fenómenos térmicos y eléctricos en electrolitos. Esos dos artículos fueron revolucionarios en el campo de estudio de la electroquímica y lo siguen siendo hoy en día. Unos años más tarde en 1893 nació su hijo Erwin. En 1893 fue ascendido en la Universidad de Berlín.

Tras estos hechos la vida de Max Planck pasó por un periodo de normalidad en el que no realizó grandes trabajos. Sin embargo, a finales de 1900 Max presentó un trabajo que revolucionaría la historia de la Física. El 19 de Octubre anunció la ley de la radiación del cuerpo negro. Su ley era capaz de describir las medidas más precisas existentes de dicha radiación. Unos meses más tarde, en diciembre Planck presentó una derivación teórica de la ley en la que utilizaba la hipótesis de la cuantización de la energía. Este hecho es bastante interesante ya que el mismo Max dijo en numerosas ocasiones que su hipótesis había nacido no de la profunda reflexión sino de un acto de desesperación por desatascar su trabajo. Dicho acto de desesperación no solo desatascó su trabajo sino que, a la postre, revolucionó la Física.

Entre 1905 y 1910 Max Planck dedicó sus esfuerzos teóricos a apoyar la teoría de la relatividad especial de Albert Einstein, llegando a escribir varios artículos sobre el tema. Algunos de ellos se encuentran entre sus artículos más citados. Sin embargo, esta fue también una época triste para Max ya que en 1909 su esposa falleció a causa de una enfermedad pulmonar dejándolo con cua-

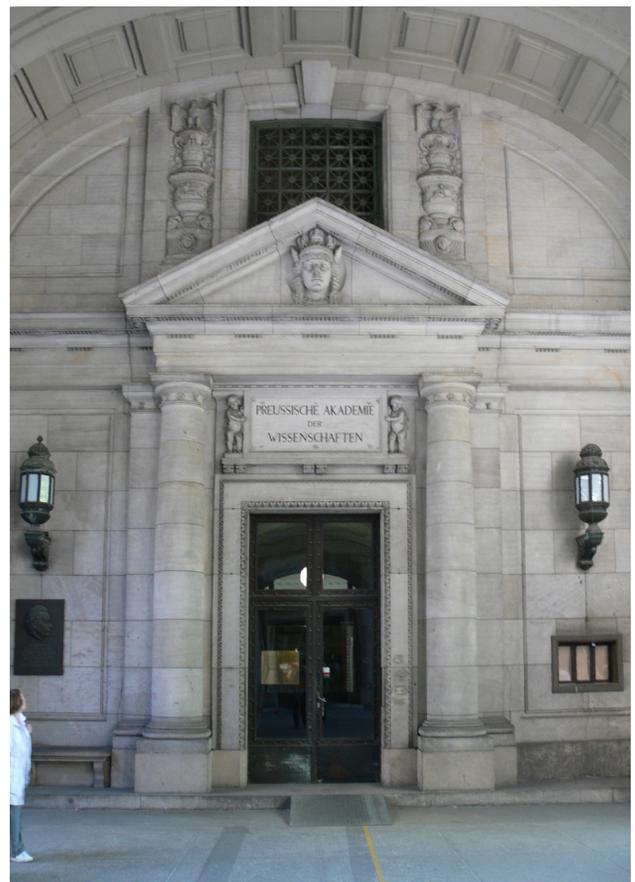


Figura 4. Portada de la que fue la sede de la Academia de ciencias prusiana. Max Planck fue su director desde 1912 hasta 1930. Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Prussian_Academy_of_Sciences.

tro hijos adolescentes. Dos años más tarde se casó con Marga von Hoesslin, quien era 24 años más joven que Max. De este matrimonio nació su hijo Hermann del que apenas se sabe nada. También asistió a la primera conferencia Solvay que trataba sobre la teoría de la radiación y los cuantos de energía.

Un poco más tarde, en 1912 es nombrado secretario permanente de la Academia de Ciencias Prusiana, cargo que ocupó hasta la edad de 81 años. Aprovechando la gran influencia que en ese momento el científico ya ejercía en su entorno y de hecho, fue nombrado rector de la Universidad de Berlín. Planck usaría ese puesto de manera brillante para atraer a Albert Einstein a muchos de los puestos que ocupó en la Universidad de Berlín y a puestos del instituto Kaiser Wilhelm (KWI) de investigación. Poco después de la llegada de Einstein a Berlín comenzó la primera guerra mundial (1 de agosto de 1914). En este momento dos de los hijos de Planck (Karl y Erwin) se enrolaron en el ejército alemán. Planck fue uno de los 93 científicos e intelectuales que firmó el famoso manifiesto a la *Kulturwelt* que culpaba a los bel-



VERSCHAFELT LAUE RUBEN GOLDSCHMIDT HEZREN LINDEMANN DE BROGLIE POPE GRUBBERN HOSTLET LANGVIN
 HASZONHIL BRAGG BRAGG MAX CLARE SOMMERFELD ENSTEN ENLIGSEN LANGVIN
 HERST RUTHERFORD WIEN J.J. THOMSON WARBURG LORENTZ BILLOUIN BARLOW KAWERLINGH ONNES WOOD GOUY WEISS

Figura 5. Fotografía del congreso de Solvay de 1912 al que asistieron entre otros A. Einstein y M. Planck. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Congreso_Solvay.

gas de todo tipo de atrocidades y justificaba la violación de la neutralidad belga propugnando el derecho del ejército alemán a invadir su país vecino. El manifiesto incluso proclamaba la unidad militar y científica alemana. Posteriormente Planck se daría cuenta del efecto devastador que tendría dicho apoyo en las relaciones científicas de Alemania con el resto del mundo por lo que, en junio de 1915, volvería a unirse a un gran grupo de colegas científicos alemanes para la firma de una rectificación en la que todos ellos se disculpaban. En 1916, además, publicó una carta abierta en los diarios de su país afirmando que las relaciones científicas debían preservarse siempre, especialmente en tiempos de guerra. Ese mismo año su hijo Karl fue abatido en el frente, en la batalla de Verdún.

En 1917 una nueva desgracia se abatió sobre Planck. Su hija Grete murió dando a luz a una niña. Al mismo tiempo, bajo los auspicios de la Cruz Roja su hijo Erwin es internado en Suiza ya que su padre se negaba a que su internamiento tuviese lugar en una Alemania asediada por la guerra. Al mismo tiempo Max quería mantener intacta su reputación ya que había pasado a ser uno de los miembros del comité de dirección del KWI de Física. Un año más tarde, en 1918 termina la guerra con la derrota alemana, la abdicación del Kaiser y la proclamación de la república. Se podría decir que en ese momento colapsa la forma de vida de Planck ya que debido a su forma ser, todos esos hechos fueron para él casi como tragedias personales. Sin embargo, ese año nuevamente no fue nada malo para él académicamente ya que se le concedió el Premio Nobel en Física. Sin embargo, debido a la situación política de Europa no lo recibió hasta un año después.

El Premio Nobel recibido por Max sin embargo, no fue nada más que una alegría entre las tristezas que le acompañaron a lo largo de su vida. Poco tiempo después de recibir la buena nueva del Premio Nobel Max volvería a recibir una mala noticia: el fallecimiento dando a luz de su hija Emma. Ese mismo año, ante la inestabilidad política su país Max se une al *Deutsche Volkspartei*, un partido nacionalista y liberal que constituía el ala derecha del *Nationalliberale Partei* que había sido fundado durante la república de Weimar. Poco después, ya en el verano de 1920, recibió el Premio Nobel de 1918 oficialmente junto con su colega Fritz Haber, ganador del Premio Nobel en química de 1918 y el ultranacionalista Johannes Stark, descubridor del efecto cuántico que lleva su nombre. Durante esta época la carrera científica de Planck se hizo anodina. Continuaba publicando uno o dos artículos anuales, casi siempre de bajo perfil, en el campo de la termodinámica. Muchos historiadores achacan en hecho a sus múltiples compromisos de representación, otros indican que esto se debió al hecho de que siempre trabajó solo.

A partir de este momento la carrera científica de Planck se centró en los nombramientos y reconocimientos. Así, por ejemplo, es elegido miembro de la academia leopoldina de ciencias naturales, se retira de su cátedra de la Universidad de Berlín, donde es sucedido por Erwin Schrödinger pasando a ser profesor emérito. Gana, junto con Albert Einstein, la medalla Max Planck de la Sociedad Alemana de Física en su primera edición, creada para conmemorar el quincuagésimo aniversario de su doctorado. En 1930 pasa a ser el director del *Kaiser Wilhelm Gesellschaft*, puesto que mantuvo hasta 1938.

En 1933, llega al poder de Alemania el partido nacionalsocialista y Adolf Hitler es nombrado primer ministro de Alemania. Poco después el *Reichstag* arde. Además, el parlamento alemán aprueba un decreto en el que se suspenden los derechos ciudadanos básicos y se convocan unas nuevas elecciones en las que el partido nacionalso-



Figura 6. Logo actual del instituto Max Planck de Física. Fuente: <https://www.mpp.mpg.de>.



Figura 7. Fotografía de las actuales instalaciones del Instituto Max Planck de Física. Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Instituto_Max_Planck_de_F%C3%ADsica.

cialista obtiene el 44% de los votos. A finales de febrero de ese mismo año, el parlamento aprueba el *Ermächtigungsgesetz* (ley de autorización) con el voto de todos los partidos excepto el de comunistas y socialistas. Dicha ley permitía gobernar a Hitler por decreto. El 7 de abril se aprueba “el decreto ley para la restauración de servicio civil profesional” por el cual los profesores universitarios pasaban a ser funcionarios públicos y no contratados de sus universidades. Sin embargo, dicho derecho solo es reconocido a los profesores arios.

Durante ese tiempo, Max Planck estaba de vacaciones en Italia. Se sabe que algunos de sus colegas científicos le pidieron que volviese pero que él, siguiendo el aviso de su secretaria decidió no hacerlo. Posteriormente a su regreso, confesó que estaba contento con la entrada en vigor de la nueva ley y de que esto hubiese sucedido sin incidentes. Durante esta época Max Planck y Einstein mantuvieron bastante correspondencia. Einstein, en esa época se encontraba ya en los Estados Unidos desde donde había anunciado que ya no volvería a su Alemania natal, un lugar donde ya no existía la libertad civil, la tolerancia y la igualdad de las personas. Tras el manifiesto, Einstein envió una carta formal de renuncia a la academia prusiana de ciencias renunciado de todos sus cargos. Planck, en un intento de compromiso científico escribió una carta personal a Einstein en la que le invitaba a dejar de lado los motivos personales y le justificaba la actuación de las autoridades alemanas. Además le pedía retirar su renuncia apelando a su gran labor como gestor del instituto donde no se había purgado a los científicos judíos. Sin embargo, en su carta Planck no hacía referencia a la privilegiada posición que tenía su instituto, donde una gran parte de los contratos de los investigadores estaban pagados por la industria y

no por el gobierno. Dicha posición fue la que permitió a Planck mantener contratados a muchos de los investigadores judíos cuya nacionalidad no era alemana.

El convencimiento de la posibilidad de mantener a los judíos no alemanes en sus puestos investigadores era tal en Max Planck que a mediados de mayo de 1934 pidió entrevistarse con el propio Adolf Hitler. Al final de la entrevista Planck pidió a Hitler que no despidiese a científicos competentes que no fuesen de raza aria. El argumento de Planck, si bien puede que tuviese buena intención, no resulta del todo ético. En opinión de Planck existían dos tipos de judíos, aquellos que eran beneficiosos y los que eran perniciosos para la sociedad alemana y que era necesario saber distinguirlos. Sin embargo, el argumento no convenció en absoluto a Hitler quien dijo que los judíos eran todos iguales y siempre perniciosos. Al parecer Planck decidió dejar la conversación en ese momento. Si bien la historia puede ser real, muchos piensan que es una invención llevada a cabo por historiadores alemanes con la intención de justificar la posición de Planck durante la existencia del régimen Nacionalsozialista.

Dos años más tarde, Planck tuvo un nuevo encuentro con el régimen Nazi tras el fallecimiento de Fritz Haber, Premio Nobel e inventor de la síntesis del amoníaco. Haber era de etnia judía y pese a estar bautizado como cristiano el régimen lo consideraba judío. Tras fallecer Haber muchos de sus colegas científicos decidieron organizar un funeral. En ese momento el ministerio de educación prohibió la asistencia a las exequias en honor a Haber. Planck y algunos de sus colegas decidieron no hacer caso de la prohibición y asistir. Dicha asistencia fue considerada todo un desafío por parte del gobierno nazi quien, sin embargo, no la sancionó. Probablemente la inacción del gobierno nazi se debió a la presencia de medios extranjeros en el funeral.

En 1937, a la edad de 79 años Max Planck abandonó la presidencia del KWI. Fue sucedido por Carl Bosh, quien había ganado el Premio Nobel en química en 1931 y que fue director hasta su muerte en 1940. Un año después, en 1938 cuando Planck cumplía los 80 años Louis de Broglie ganó la Medalla Max Planck. En ese año se inauguró el instituto KWI de Física, que fue financiado por la fundación Rockefeller bajo la dirección de Peter Debye. Peter Debye, físico-químico alemán se mantuvo en la dirección hasta 1942, año en el que fue forzado a emigrar de Alemania. Debye había propuesto nombrar a

su Instituto como Max Planck, pero los miembros nazis se opusieron.

En 1943 Planck y su esposa se vieron obligados a abandonar Berlín y se mudaron a la casa de unos amigos en Rogätz. La que había sido su casa desde comienzos de siglo fue destruida en los bombardeos aliados. Algo más tarde, en 1945, Erwin, hijo de Planck, es ejecutado bajo la acusación de haber estado involucrado en el plan para asesinar a Hitler. El gobierno nazi acusó al hijo de Planck sustentando la acusación en documentos que acreditaban que había aceptado un puesto en el gabinete del nuevo gobierno que debía formarse después de deponer el gobierno de Hitler. También se le acusaba de haber participado en la redacción de una nueva constitución. Planck, junto a algunos de sus amigos y colegas, tras enterarse de las acusaciones escribieron cartas pidiendo clemencia a los más altos funcionarios del régimen nazi. De nada servirían las cartas ya que Erwin fue ejecutado el 23 de enero de 1945.

Tras la guerra los aliados tomaron el control de las instituciones científicas alemanas. La organización del KWI quedó bajo el mando inglés quien decidió que Planck era el candidato ideal para dirigir su nueva puesta en marcha. Tras ser consultado, Planck acepta dirigir la nueva etapa del instituto. En este momento Planck tenía ya 87 años.

Un año más tarde, en 1945, Planck es invitado a asistir a las celebraciones “Newton” de la Real Sociedad

de Ciencia de Londres. En ese momento Alemania era denostada en todo el mundo por lo sucedido en la segunda guerra mundial, lo que llevó a que Planck fuese introducido sin representar a país alguno. En 1946 Otto Hahn sucede a Max Planck al frente del KWI, que pasa a llamarse Instituto Max Planck. En junio de este año, cuando contaba 88 años de edad, Max Planck da su última conferencia en Göttingen. Tras ello Planck se retira definitivamente de la vida científica y muere poco después en octubre de 1947, a la edad de 89 años.

REFERENCIAS

- [1] https://es.wikipedia.org/wiki/Max_Planck.
- [2] <https://www.sciencephoto.com>.
- [3] www.tddft.org/TDDFT2008/lectures/MC5.pdf.
- [4] Baracca A (2018). The revolution in physics of the early Nineteenth century revisited in the context of science-and-society interaction. <https://arxiv.org/abs/1802.02504>.
- [5] <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1918/planck/biographical>.
- [6] <https://www.britannica.com/biography/Max-Planck>.

Julio J. Fernández Sánchez
Dpto. de Física Fundamental