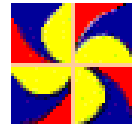




CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo

www.bassalo.com.br



Breve Resumo da Vida Científica de Planck.

físico Max Karl Ernst Ludwig Planck nasceu no dia 23 de abril de 1858, em Kiel, capital de Schleswig-Holstein, um Condado no norte da Alemanha. Seu pai Johann Julius Wilhelm von Planck (1817-1900), nascido em Göttingen, era professor de Direito Constitucional da *Christian-Albrecht-Universität zu Kiel* (“Universidade de Kiel” - UK), depois ensinou em Göttingen, onde seu pai e avô eram professores de Teologia. O pai de Planck foi casado com Mathilde Voigt (1819/Jena-1847/Greifswald) e tiveram dois filhos. Viúvo casou-se com Emma Karoline Patzig (1821-1914), de Greifswald, em 14 de outubro de 1849, com a qual teve mais quatro filhos, sendo Max o último deles. Note-se que, para este livro, seguiremos, basicamente, os textos: Isaac Asimov, **Gênios da Humanidade** (Bloch Editores, 1974); Robert L. Weber, **IN: J. M. A. Lenihan** (Editor), **Pioneers of Science: Nobel Prize Winners in Physics** (The Institute of Physics, 1980); Hans Kangro, **Max Karl Ernst Ludwig Planck, IN: C. C. Gillispie** (Editor), **Dictionary of Scientific Biography** (Charles Scribner’s Sons, 1981); Richard P. Brennan, **Gigantes da Física: Uma História da Física Moderna Através de Oito Biografias** (Jorge Zahar Editor, 1998); **A Dictionary of Scientists** (Oxford University Press, 1999); Nelson Studart, **Invenção do Conceito de Quantum de Energia segundo Planck** (*Revista Brasileira de Ensino de Física* **22**, p. 523, 2000); Siegmund Brandt, **The Harvest of a Century: Discoveries in Modern Physics in 100 Episodes** (Oxford University Press, Inc., 2009); Francisco Caruso e Vitor Oguri, **Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos** (Editora Campus, 2006/LTC, 2016); Seán M. Stewart and R. Barry Johnson, **Blackbody Radiation: A History of Thermal Radiation Computational Aids and Numerical Methods** (CRC Press, 2017); Bassalo & Caruso, **Planck** (em preparação), bem como verbetes no Wikipédia, sobre ele (principalmente sua **Nobel Biography**) e demais temas e cientistas envolvidos em sua vida,

além de outros textos que serão devidamente creditados no decorrer deste livro.

Enquanto esteve em Kiel, Planck realizou seus estudos iniciais correspondentes ao nosso antigo Primário. Em maio de 1867, a família Planck mudou-se para Munique, pois seu pai fora indicado como Professor da *Ludwig-Maximilians-Universität München* (LMUM) (“*Universidade Ludwig e Maximilian de Munique*”). Naquele mesmo ano Planck matriculou-se no famoso *Königliche Maximilian-Gymnasium* (“*Ginásio Real Maximilian*”) (no qual teve oportunidade de ensinar na mesma por algumas semanas por ocasião em que se preparava para o Doutorado), onde não foi um brilhante aluno, pois se situava apenas entre o terceiro e o oitavo lugares. Nos primeiros anos do Ginásio ele apresentava um grande talento para Música, chegando a ter aulas de canto, além de tocar muito bem piano, órgão e violoncelo. Quando já com família constituída, construiu um harmônio (similar ao órgão, sem tubos) com 104 tons em cada oitava, com o qual divertia seus convidados regendo concertos, com músicas e óperas que ele mesmo compunha. Ele gostava de caminhar e escalar nas montanhas da Alta Bavária.

Seu gosto pela Matemática e pela Física foram logo evidenciados conforme observou seu professor no Ginásio, o matemático alemão Hermann Müller, chegando a ensinar-lhe Astronomia, Mecânica e Matemática. Porém, foi quando ouviu de Müller a explicação do *Princípio da Conservação da Energia*, Planck ficou tão fascinado que o tomou como base de seus futuros estudos em *Física Teórica*, como veremos mais adiante.

Ao graduar-se (*Abitur*) no Ginásio, em julho de 1874, Planck, com apenas 16 anos, ainda não tinha decidido o que queria estudar. Apesar de seu grande talento para a Música, em 21 de outubro de 1874, ele escolheu estudar *Matemática* na LMUM, na qual foi aluno dos alemães, os matemáticos Gustav Conrad Bauer (1820-1906) (com quem estudou *Geometria Analítica*) e Philipp Ludwig von Seidel (1821-1896) e dos físicos Wilhelm von Beetz (1822-1886) e Johann Philipp Gustav von Jolly (1809-1884) (também matemático), sendo este o supervisor dos únicos trabalhos em *Física Experimental* de Planck, nos quais investigou “a

difusão de hidrogênio através de platina aquecida”. Por causa de doença, ele interrompeu seus estudos durante o verão de 1875 na LMUM (onde pretendia defender o Doutorado com um tema de Física) e, no inverno de 1877-1878 foi para a *Universität zu Berlin* (UB) (“*Universidade de Berlim*”) ficando até o verão de 1878, na qual teve oportunidade de ser aluno dos alemães, os físicos Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz (1821-1894) (também fisiologista), Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) e Rudolf Julius Emmanuel Clausius (1822-1888), além do matemático Karl Wilhelm Theodor Weierstrass (1815-1897). Muito embora, em 1878, Jolly houvesse sugerido a Planck para não estudar *Física*, pois “neste campo, quase tudo já está descoberto, e tudo o que resta é preencher alguns buracos”, Planck respondeu-lhe “que não queria descobrir coisas novas, apenas compreender os fundamentos conhecidos do assunto”. Portanto, como ele havia se interessado pelos trabalhos de Clausius, em Termodinâmica, principalmente a formulação, em 1865 (*Annalen der Physik und Chemie* **125**, p. 353), do conceito de **entropia** (S), base da *Segunda Lei da Termodinâmica*: - “A entropia do Universo tende para um máximo”, Lei essa que trata da irreversibilidade dos sistemas físicos dissipativos, Planck começou a preparar sua *Tese de Doutorado* baseada na mesma. Em outubro de 1878, ele usou esses trabalhos para realizar o exame *Staatsexamen für das Höhere Lehramt* (“ ”) para ser Professor de Matemática e Física, bem como os apresentou nos *Exames de Qualificação de Doutorado* do LMUM, sendo então aprovado nos dois. Em fevereiro de 1879, com apenas 21 anos de idade, Planck concluiu sua Tese e apresentou-a ao LMUM [com o título: **Über den Zweiten Hauptsatz der Mechanischen Wärmetheorie** (“*Sobre o Segundo Teorema Fundamental da Teoria Mecânica do Calor*”)] que, então, organizou a *Banca de Defesa de Doutorado*, composta de von Helmholtz e Kirchhoff, e do terceiro membro, o matemático alemão Alexander Wilhelm von Brill (1842-1935), da *Universität Tübingen* (UT) (“*Universidade de Tubinga*”), que tinha sido professor de Planck, nesta Universidade. Segundo o próprio Planck teria comentado [anos mais tarde, como se pode ver em Brennan (op. cit.) e em verbetes no [site: en.wikipedia.org/Planck](http://en.wikipedia.org/Planck)], von Helmholtz (de quem era amigo íntimo, mas o considerava muito desorganizado em suas apresentações) e Kirchhoff

(que era muito organizado, mas suas aulas/palestras eram monótonas e secas), não gostaram da mesma. O primeiro nem quis ler a Tese, o segundo não a aprovou, assim como o próprio Clausius não mostrou interesse nela. Apesar disso, em 28 de julho de 1879, von Brill aprovou-a atribuindo-lhe o “*summa cum laude*” (cremos ser por isso que alguns verbetes na Wikipédia sobre Planck, consideram apenas von Brill como seu orientador). Destaque-se que os resultados que Planck conseguira obter nessa sua Tese, já haviam sido conseguidos alguns anos antes, em 1876 (*Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences* **3**, p. 108; 343), pelo físico e químico norte-americano Josiah Williard Gibbs (1839-1903). Quando Planck tomou conhecimento desse trabalho de Gibbs, por intermédio da tradução alemã que o químico alemão Friedrich Wilhelm Ostwald (1853-1932; PNQ, 1909) fizera do mesmo, em 1892, ficou bastante desapontado.

Em 14 de junho de 1880, apresentou a sua *Tese de Habilitação* (“*venia legendi*”) à *Universidade de Munique* (LMUM) com o nome de **Gleichgewichtszustände Isotroper Körper in Verschiedenen Temperaturen** (“*Estados de Equilíbrio de Corpos Isotrópicos em Diferentes Temperaturas*”) tornando-se então [Privatdozent](#) (“Livre Docente”), dessa Universidade, em Munique, na qual ensinava e pesquisava o físico alemão Carl David Tomé Runge (1856-1927), e que logo se tornaram grandes amigos. Como esse cargo não era remunerado, ele continuou a viver com seus pais, até 02 de maio de 1885, quando então obteve uma Posição Acadêmica como *Professor Associado de Física Teórica*, na *Universidade de Kiel*, sua cidade natal. Em 31 de março de 1887, Planck casou-se com uma colega de infância e filha de um banqueiro alemão de Munique, Marie Merck (1861-1909), e tiveram quatro (4) filhos: Karl, as gêmeas Grete e Emma (nascidas em 1899 e morreram, em 1917 e 1919, respectivamente), além de Erwin. É interessante anotar que Karl, nascido em 1888, morreu na conhecida *Batalha de Verdun*, uma das mais sangrentas da *Primeira Guerra Mundial* (1914-1917), ocorrida entre 21 de fevereiro e 19 de dezembro de 1916, entre os exércitos da França e da Alemanha. É ainda interessante anotar que Erwin (nascido em 1893 e que era seu melhor amigo e conselheiro) foi também vítima de guerra [*Segunda Guerra Mundial* (1939-1945)], pois foi fuzilado pelos nazistas (em 23 de janeiro de

1945), por haver participado do atentado contra o líder do nazismo [o político alemão Adolf Hitler (1889-1945)], em 20 de julho de 1944, como trataremos ainda neste livro. Em 14 de março de 1911, Planck casou-se com a sobrinha de Marie (e que também era sua prima), Margarethe (Marga) Sophie Mathilde Hoesslin (1882-1948), e tiveram o filho Hermann, nascido em 24 de dezembro de 1911 e falecido em 1954.

Com a morte de Kirchhoff, em 17 de outubro de 1887, o cargo que ele ocupava na *Friedrich-Wilhelms-Universität* [depois passou a denominar-se *Universität zu Berlin* (UB) e hoje: *Humboldt Universität zu Berlin* (HUB)], como primeiro *Professor Catedrático de Física Teórica*, desde 1875, ficou então vago. Para ocupá-lo, foram convidados os físicos, o austríaco Ludwig Edward Boltzmann (1844-1906) e o alemão Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) que, no entanto, não aceitaram. Registre-se que estes já eram célebres: Boltzmann, por introduzir a Teoria das Probabilidades na Termodinâmica (p. ex.: explicando o conceito probabilístico de **entropia**), em trabalhos realizados em 1866 (*Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaft zu Wien* **53**, p. 195), em 1868 (*Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaft zu Wien* **58**, p. 517), e em 1877 (*Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaft zu Wien* **75**, p. 75; **76**, p. 373); e Hertz, em 1887 (*Annalen der Physik* **31**, p. 421), por realizar a famosa experiência na qual produziu as primeiras **radiações eletromagnéticas** previstas teoricamente pelo físico e matemático escocês James Clerk Maxwell (1831-1879), em 1865 (*Philosophical Magazine* **29**, p. 152; *Philosophical Transactions of the Royal Society of London* **155**, p. 459).

Quando Planck ainda estava na UK, seu amigo Helmholtz o apontou, em 29 de novembro de 1888, para ser *Professor Extraordinário de Física Teórica* e dirigir o recente *Instituto de Física Teórica* que havia sido criado pela *Faculdade de Filosofia* da UB, o que aconteceu em 1889. Em sua indicação, Helmholtz ressaltou a originalidade de seus trabalhos em Termodinâmica e que foram apresentados em suas duas Teses: *Doutoramento* e *Habilitação*, como anotamos acima. Em 23 de maio de 1892, assumiu a *Cadeira de Física Teórica* da UB (exercida por Kirchhoff), sendo indicado como *Professor Emérito*, em 01 de outubro de 1926, e

ensinou lá desde 1889 até 1928, conforme indica uma placa colocada na parede do prédio principal dessa Universidade (da qual foi Reitor entre 1913 e 1914), homenageando o descobridor do **quantum de ação h**.

Para concluirmos este verbete, trataremos das honrarias que Planck recebeu, assim como alguns fatos curiosos de sua vida.

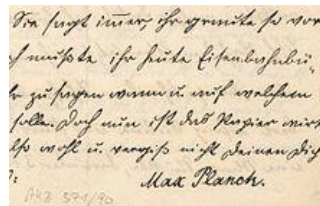
A) Medalhas – 1) *Helmholtz Medal* (concedida pela *Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften*, em 1914); 2) *Orden Pour le Mérite für Wissenschaften und Künste* (concedida pela *Monarquia Prussiana*), em 1915; 3) *Liebig Medal* [concedida pela *Deutsche Chemische Gesellschaft* (“Sociedade Alemã de Química”)], em 1921; 4) *Foreign Member* (concedida pela *Royal Society of London*), em 1926; 5) *Lorentz Medal* (concedida pela *Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences*), em 1927; 6) *Franklin Medal* [concedida pelo *Franklin Institute*, Philadelphia, Pennsylvania (USA)], em 1927; 7) *Adlerschild des Deutschen Reiches* (concedida pela *República Alemã de Weimar*), em 1928; 8) *Max Planck Medal* [criada em 1929 pela *Deutschen Physikalischen Gesellschaft* (“Sociedade Alemã de Física”)], em 1929 [junto com o físico germano-suíço-norte-americano Albert Einstein (1879-1955; PNF, 1921)]; 9) *Copley Medal* (concedida pela *Royal Society of London*), em 1929; 10) *Guthrie Lecture* (concedida pela *Physical Society of London*), em 1932; e 11) *Harnack Medal* [concedida pela *Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften (Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften*, a partir de 26 de Fevereiro de 1948)], em 1933.

B) Doutor Honoris Causa (Universidades): 1) *Frankfurt*, Munich (TH); 2) *Rostock*, Berlin (TH); 3) *Graz*, Áustria; 4) *Athens*, Grécia; 5) *Cambridge*, Inglaterra; 6) *London*, Inglaterra; e 7) *Glasgow*, Escócia.

C) Homenagens Especiais: 1) *Stella Planckia*, nome dado pela *International Astronomical Union* (IAU), em 1938, ao **asteroid 1069**, descoberto pelo astrônomo alemão Maximilian Franz Joseph Cornelius Wolf (1863-1932), em 28 de Janeiro de 1927; 2) Entre 1948 e 1949, o escultor alemão Bernhard Heiliger (1915-1995) esculpiu uma *Estátua de Max Planck* na *Humboldt-Universität zu Berlin*, em Berlin-Mitte/Alemanha; 3) *Moeda de 2 marcos alemães*, emitidas em maio de 1951, tendo a espiga

alemã em uma face e que teve o rosto de Max Planck em seu reverso, entre 1957 e 1971; 4) *Cratera Lunar Planck 131*, nome dado pela IAU, em 1975, 5) *Faculdade Max Planck*, fundada na cidade de Indaiatuba/SP/Brasil, em 24 de dezembro de 2002; e 6) *Telescópio Espacial Planck* com a missão de examinar a *Radiação Cósmica de Fundo de Microondas* (RCFM), por um período de três anos e pertencente ao *Programa Científico Horizon 2000*, da *European Space Agency* (ESA), foi lançado a bordo do foguete *Ariane 5*, às 13 h 12 min de 14 de maio de 2009.

D) Curiosidades e outras Honrarias: 1) O nome de batismo de Planck era Karl Ernst Ludwig Marx Planck. Contudo, quando tinha 10 anos de idade, ele passou a assinar seu nome como Max Planck:

A small image showing a handwritten signature in cursive script. The signature reads "Max Planck." and is dated "1878 5/1/90". The text above the signature is illegible but appears to be a list of names or addresses.

2) Quando esteve em Munique, entre 1880 e 1889, antes de ir para Berlin, Planck aproveitou para dar algumas aulas de Matemática e Física no *Ginásio Real Maximilian*, onde estudara.

3) Em 1894, foi indicado para ser *Membro Estrito* da *Königlich-Preußische Akademie der Wissenschaften* (“Academia Real Prussiana de Ciências”) e da qual foi seu *Secretário Permanente*, em 1912.

4) Segundo Brennan (op. cit.), quando Planck estava ensinando na *Universidade de Berlim* (a partir de 1889, com cerca de 30 anos de idade) ... certo dia, tendo esquecido em que sala deveria dar aula, Planck deu um pulo à secretaria do departamento e perguntou: “Por favor, pode me dizer em que sala o professor Planck vai dar aula hoje?” “Melhor não ir lá, rapaz”, respondeu-lhe um funcionário com firmeza. “Você é jovem demais para compreender as aulas de nosso douto professor Planck”. Ainda usando o livro de Brennan, é interessante registrar que, certo dia de

1900, quando estava desenvolvendo a *Teoria Quântica*, em um passeio com seu filho mais novo Erwin, Planck disse-lhe que acabara de ter “uma ideia tão magnífica quanto aquelas do Newton”.

5) Em seus cinco (5) trabalhos sobre a ***Radiação Térmica*** intitulados ***Über Irreversible Strahlungsvorgänge*** (“Sobre a Radiação Irreversível”) e publicados na *Sitzungsberichte der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*: **4** (fevereiro de 1897, p. 57); **8** (julho de 1897, p. 715); e **16** (dezembro de 1897, p. 1122); **7** (julho de 1898, p. 449); e **18** (maio de 1899, p. 440) [reunidos e publicados no *Annalen der Physik* **306 (1)**, p. 69 (1900) e no qual escreveu: $b = 6,885 \times 10^{-27}$ erg.s], Planck introduziu duas constantes: b e a , que foram denotadas por ele e sendo posteriormente relacionadas, respectivamente, com as: ***Constante de Planck*** (h) e ***Constante de Boltzmann*** (k). A h (a hoje famosa ***Ação Quântica de Planck***) foi introduzida por Planck, em 1900 (*Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft* **2**, p. 237), no artigo intitulado ***Zur Theorie des Gesetzes der Energieverteilung im Normalspektrum*** (“Sobre a Lei da Distribuição de Energia no Espectro Normal”) e com o valor de ($b \equiv h$) corrigido para $6,55 \times 10^{-27}$ erg.s. Por sua vez, em 1901 (*Annalen der Physik* **4**, p. 553), no texto intitulado ***Ueber das Gesetz der Energieverteilung im Normalspektrum*** (“Sobre a Lei da Distribuição de Energia no Espectro Normal”), Planck cunhou a letra k para representar a relação entre a ***constante universal dos gases*** (R) e o ***número de Avogadro*** (N), e que ficou conhecida desde então como ***constante de Boltzmann***, ou seja: $k = R/N$. Note-se que Boltzmann, em seus trabalhos e quando precisava usar essa relação, escrevia sempre R/N (Kangro, op. cit.).

6) Em 1916, Planck foi indicado *Senatoren der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft*, para a área de Física, cargo que ocupou até 1947.

Em conclusão, destaque-se que Planck publicou mais de duas centenas de trabalhos, bem como publicou e editou vários livros, como se pode ver em: [en.wikipedia.org/Nelson H. F. Beebe_Planck-Max.Bib](https://en.wikipedia.org/Nelson_H._F._Beebe_Planck-Max.Bib). Ele morreu em 04 de outubro de 1947, em consequência de uma queda e de diversos derrames. Encontra-se enterrado no cemitério Stadtfriedhof, em

Göttingen, com uma lápide retangular bem simples apenas com o nome Max Planck e gravado em seu pé: $h = 6,62 \cdot 10^{-27}$ erg.sec. (Weber, op. cit.).
