



CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Filardo Bassalo

www.bassalo.com.br

Max Born: Avô da Famosa Olivia Newton-John e Sua Vida Científica.

O físico alemão Max Born nasceu, em 11 de dezembro 1882, em Breslau, então Capital da Província Prussiana da Silésia (uma região histórica dividida entre a Polônia, a República Tcheca e a Alemanha) e hoje se chama Wroclaw (Polônia). Era filho do anatomista e embriologista alemão Gustav Jacob Born (1852-1900), professor catedrático de Anatomia da *Universidade de Breslau* (UB) (que realizou os primeiros estudos sobre os hormônios sexuais), e de Margarethe Gretchen Kauffmann Born (1856-1886), excelente pianista e oriunda de uma família de industriais têxteis de Breslau. É interessante destacar que Born tinha um grande relacionamento com seu pai que, sendo também um biólogo amador, gostava de investigar coisas microscópicas, conforme mais tarde o próprio Born lembraria ao dizer: - *Eu adorava ficar ouvindo as histórias fascinantes de meu pai sobre as maravilhas da vida e observar as pequenas criaturas numa gota de água suja tirada de um lago, que ele mostrava através de seu microscópio.* Por outro lado, segundo seu filho Gustav Victor Rudolf (n.1921), devido à morte de sua mãe quando tinha quase quatro anos de idade, Born quase não verbalizava suas emoções devido a essa perda prematura materna. Mas, como sua mãe deixou um álbum com autógrafos de vários músicos e compositores [por exemplo, os germânicos Johannes Brahms (1833-1897), Clara (Josephine Wieck) Schumann (1819-1896), os irmãos Scharwenka: Franz Xaver (1850-1924) e Ludwig Philipp (1847-1917), e o espanhol Pablo Martin Melitón de Sarasate y Navascués (1844-1908)], certamente foi dela que Born herdou seu gosto pela música clássica e, também, pela poesia, pois gostava de decorar poemas. Destaque-se que sua filha Irene (1914-2003), casou-se com o oficial inglês Brinley ("Bryn") Newton-John (1914-1992), que trabalhou no famoso projeto *Enigma* [sobre esse projeto, ver: John Cornwell, **Os Cientistas de Hitler: Ciência, Guerra e o Pacto com o Demônio** (Imago, 2003), durante a *Segunda Guerra Mundial* (SGM) (1939-1945), tecnologia essa importante para a decifração dos códigos nazistas], e mãe da famosa atora e cantora inglesa Olivia Newton-John (n.1948), hoje radicada na Austrália. Born casou, em 02 de agosto de 1913, com a poetisa Hedwig ("Hedi") Martha Ehrenberg (1891-1972) (filha de um Professor de Direito da *Universidade de Leipzig*) e tiveram mais uma filha: Susanne Margarethe ("Gritli") (1915-2000), e que foi casada com o físico inglês Maurice Henry Lecorney Price (1913-2003). Neste verbete, usaremos, basicamente, as referências: Max Born, **My Life and Views** (Charles Scribner's Sons, New York, 1968); N. Kemmer and R. Schlapp, **Max Born: 1882-1970** [*Biographical Memoirs: Fellows of the Royal Society* **17**, p. 17 (1971)]; **Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften (Max Born: 1882-1970)** (Akademiebibliothek, 2002); John Simmons, **Os 100 Maiores Cientistas da História** (DIFEL, 2008); Kendall F. Haven, **As 100 Maiores Descobertas Científicas de Todos os Tempos** (Ediouro, 2008); Nelson H. F. Beebe, **A Bibliography of Publications by, and about, Max Born**

(University of Utah, Department of Mathematics, 04/June/2013); [wikipedia/Max_Born](https://en.wikipedia.org/wiki/Max_Born); [Nobel/Biography](#).

Born realizou seu Curso Médio (*High School*) no *König-Wilhelm-Gymnasium*, de sua cidade natal, entre 1888-1901. Nesta Escola, ele estudou Grego, Latim e Alemão, bem como Matemática, Física, História e Línguas Modernas. Durante esse Curso ele não demonstrou possuir um extraordinário talento. Por exemplo, quando era aluno do matemático alemão-norte-americano Heinrich Maschke (1853-1908) [famoso por haver demonstrado, em 1899 (*Mathematische Annalen* **52**, p. 363), que qualquer grupo finito de transformações lineares é completamente redutível], Born não se entusiasmou quando Maschke repetiu a descoberta do físico italiano Guglielmo Marconi (1874-1937; PNF, 1909), realizada em 1899, sobre a propagação das ondas eletromagnéticas hertezianas [produzidas pelo físico alemão Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), em 1887 (*Annalen der Physik* **31**, p. 421)] no ar, considerada como a descoberta do **rádio**.

Born entrou para a UB, em 1901, ocasião em que teve oportunidade de ser aluno dos matemáticos alemães Jakob Rosanes (1842-1922), com quem aprendeu Cálculo Matricial, e Franz London (1863-1917) [pai dos famosos físicos alemães Fritz (1900-1954) e Heinz (19071-1970)], que lhe ensinou Cálculo Diferencial e Integral, bem como Mecânica Analítica. Seguindo o conselho de seu pai (procurar uma formação universitária mais ampla possível), Born estudou na UB, entre 1901-1902, as seguintes disciplinas: Astronomia, Filosofia, Física, Lógica, Matemática, Química e Zoologia, das quais manifestou vontade de ser astrônomo. É oportuno registrar que, quando estudava a metafísica aristotélica com o professor Baumann, Born achava bastante trivial (e nunca modificou essa concepção) o famoso silogismo: - *Todos os homens são mortais; Sócrates é um homem; logo Sócrates é mortal*.

No começo do Século 20, o sistema universitário alemão era bastante versátil, o que permitia que alunos universitários frequentassem outras universidades alemães durante o verão. Assim, nos verões de 1902 e 1903, esteve, respectivamente, na *Universidade de Heidelberg* [onde conheceu seu grande amigo, o físico alemão James Franck (1882-1964; PNF, 1925) (depois naturalizado norte-americano)] e na *Universidade de Zurique* [na qual, com o matemático alemão Adolf Hurwitz (1859-1919), aprendeu a trabalhar com as funções elípticas]. Na UB, por intermédio de seus então colegas, os futuros matemáticos alemães Otto Toeplitz (1881-1940) e Ernst David Hellinger (1883-1950), Born soube que na *Universidade de Göttingen* (UG) havia um grupo famoso de matemáticos alemães, entre os quais, se destacavam: David Hilbert (1862-1943), Christian Felix Klein (1849-1925) e Hermann Minkowski (1864-1909) (nascido em Aleksotas, cidade pertencente ao antigo Grande Ducado da Lituânia). Em vista disso, resolveu transferir-se para lá, em abril de 1904. Hilbert [que se tornara famoso por haver, em 1900, iniciado a proposição de seus vinte e três (23) célebres **Problemas de Hilbert** ([wikipedia/Problemas_de_Hilbert](https://en.wikipedia.org/wiki/Hilbert%27s_problems))] logo percebeu que Born apresentava excepcional habilidade matemática e, portanto, o escolheu para redigir as notas de aula que ministrava na UG e, posteriormente, como seu assistente não-oficial (já que não era pago nada a Born). Muito embora Born tivesse conhecido Minkowski na casa de Hilbert, foi sua madrastra Bertha Lipstein Born (1866-1937) que o formalmente apresentou, pois ela conhecia Minkowski de cursos de dança que frequentavam, em Königsberg. Note-se que Born acompanhava as caminhadas de Hilbert e Minkowski nos bosques de Göttingen,

nas quais discutiam, além de problemas matemáticos, questões filosóficas, políticas e sociais.

O relacionamento de Born com Klein foi muito problemático e aconteceu quando Born e os alemães, o físico e matemático Carl David Tomé Runge (1856-1927) e o engenheiro aeronáutico Ludwig Prandtl (1875-1953) participavam de um Seminário sobre Elasticidade ministrado por Klein, em 1904. Embora Born não tivesse interesse nesse assunto que, por sinal, era de grande preferência de Klein, ele chegou a preparar um trabalho de conclusão, no qual usou o Cálculo Variacional, que aprendera com Hilbert, e demonstrou que um arame em forma de oito poderia ser estável, no plano e no espaço. Klein gostou bastante desse trabalho e o convidou para apresentá-lo ao prestigioso Prêmio Anual da *Faculdade de Filosofia* da UG e, também, poderia servir como base de uma Tese de Doutorado. Inicialmente Born rejeitou essa oferta por se tratar de Física Aplicada, o que causou certo constrangimento a Klein, levando a não aceitá-lo como orientador de doutorado. No entanto, Born reconsiderou sua decisão e apresentou-o ao aludido Prêmio. Em 13 de junho de 1906, o Reitor da UG anunciou que Born tinha sido o vencedor. Contudo, temendo ser examinado (Geometria) por Klein em seu exame oral de doutoramento, Born escolheu o tema de Astronomia (que havia estudado na UB) e, tomando como base aquele trabalho, e com a orientação de Runge, Born escreveu a Tese intitulada **Untersuchungen ueber Stabilitaet der Elastischen Linie in Ebene und Raum unter Verschiedenen Grenzbedingungen** (“Estudos sobre a Estabilidade da Linha Elástica no Plano e no Espaço sob Diferentes Condições de Limite”) (que versava sobre o princípio variacional em Elasticidade Linear, relacionado com problemas bidimensionais e condições de fronteira negligenciáveis) e a defendeu, em janeiro de 1907, perante a Banca constituída por Hilbert, Runge e dos físicos alemães Woldemar Voigt (1850-1919) e Karl Schwarzschild (1873-1916) (também astrônomo e Diretor do Observatório), recebendo dessa Banca o grau *Magna Cum Laude*, o que lhe permitiu receber o título de Doutor em Matemática da UG, ainda em 1907. Registre-se que Born participou de cursos ministrados por Schwarzschild e Voigt sobre temas que envolviam Teoria Cinética dos Gases, Eletrodinâmica e Aberração de Instrumentos Ópticos. Registre-se ainda que, em 1907 (*Physikalische Zeitschrift* **8**, p. 572), Born e E. Oettinger publicaram um trabalho no qual estudaram a Termodinâmica por intermédio do Cálculo Variacional.

Segundo o físico romeno-canadense Anton Z. Capri (n.1938) escreveu em seu texto **Math Inspiration** (fermi.phys.ualberta.ca/~bullet/capri.html), por ocasião do exame oral de Born com Schwarzschild, este lhe perguntou: - *O que você faria se visse uma estrela caindo?* Born respondeu: - *Eu faria um pedido.* Hilbert achou graça, mas Schwarzschild prosseguiu: - *Sim, está bom. Mas, e o que mais?* A resposta a essa pergunta de Schwarzschild só viria a ser apresentada por Born muito tempo depois, desta vez de um modo mais completo, em vários artigos e livros, como se pode ver em: Kemmer and Schlapp, op. cit.; Beebe, op. cit. Depois de receber o doutorado, Born foi obrigado a servir ao exército alemão, no *Second Guards Dragoons “Empress Alexandra of Rússia”*, estacionado em Berlim. Contudo, ele foi logo dispensado, ainda em janeiro de 1907, devido a um ataque de asma e, então, ele foi à Inglaterra, sendo admitido no *Gonville and Caius College*, em Cambridge e, por seis meses, esteve no *Cavendish Laboratory*, onde estudou Física Teórica com os físicos ingleses, Sir Joseph John Thomson (1856-1940; PNF, 1906) (cujas aulas o estimularam bastante) e Sir Joseph J. Larmor (1857-1942) (cujas aulas não foram por ele apreciadas, talvez pelo “sotaque” irlandês de Larmor) (Kemmer and Schlapp, op. cit.) e Física

Experimental com o físico inglês George Frederick Charles Searle (1864-1954). Depois ele voltou para a Alemanha, onde foi novamente re-convocado pelo Exército Alemão, desta vez servindo no *Fist (Silesian) Life Cuirassiers "Great Elector"* e, depois de seis semanas, foi novamente dispensado por questão de saúde e, então, retornou à UB.

Aliás, conforme vimos em verbete desta série, com relação às aulas de Searle, existe um fato curioso que é interessante registrar. Segundo Capri (op. cit.), quando Born estava em Cambridge realizando um curso avançado de eletromagnetismo com Searle, ele tinha como colega uma jovem inglesa muito bonita, da vila Newsham, do distrito de North Yorkshire, tão tímida e retraída quanto o próprio Born. Por ocasião de uma experiência que eles faziam, houve certa dificuldade com o equipamento que estavam utilizando e Born dirigiu-se a Searle perguntando-lhe: - *Dr. Searle, o que faço com este anjo ("angel")?* Percebendo que Born estava se referindo a um ângulo ("angle"), o Dr. Searle, que tinha um excelente espírito de humor, olhando-os, baixou a cabeça e disse a Born: - *Beije ela, homem, beije ela* ("Kiss her, man, kiss her"). Capri não diz se houve o beijo, apenas disse que a timidez de Born aumentou mais.

Na UB, Born começou a trabalhar com os físicos alemães Otto Richard Lummer (1860-1925) (de origem russa) e Ernst Georg Pringsheim (1859-1917) com o objetivo de obter sua Habilitação em Física, realizando uma experiência sobre a **radiação do corpo negro**. Porém, sua inabilidade com trabalhos experimentais levou-o a romper um tubo flexível contendo a água fria e que inundou o laboratório. Em vista disso, Lummer disse-lhe: - *Assim nunca você se tornará um físico*. É oportuno destacar que, em 1897 (*Annalen der Physik* **63**, p. 395), Lummer e Pringsheim descreveram um **corpo negro** construído, basicamente, por um recipiente com paredes duplas, sendo que o espaço entre elas servia de termostato para manter uma temperatura constante pré-fixada. Em 1900 (*Verhandlungen der Deutschen Physikalisch Gesellschaft* **2**, p. 163), Lummer e Pringsheim apresentaram uma medida experimental da radiação do **corpo negro** que, ainda em 1900 (*Verhandlungen der Deutschen Physikalisch Gesellschaft* **2**, p. 237), se ajustou à Teoria Quântica apresentada pelo físico alemão Max Karl Ernest Planck (1858-1947; PNF, 1918).

Esse resultado desastroso em Física Experimental fez Born retornar à Física Teórica e, ainda em Breslau, começou a se interessar pelo famoso trabalho do físico germano-suíço-norte-americano Albert Einstein (1879-1955; PNF, 1921), realizado em 1905 (*Annalen der Physik* **17**, p. 891), sobre a "eletrodinâmica dos corpos em movimento". Assim, usando esse trabalho e a estrutura matemática (cálculo tensorial) desenvolvida por Minkowski, em 1908 (*Königlich Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen Nachrichten, Mathematisch-Physikalische Klasse*, p. 53), para embasar o que hoje se conhece como Teoria da Relatividade Restrita (TRR), Born fez um cálculo preciso da massa eletromagnética do elétron e o enviou a Minkowski que se encontrava em Göttingen. Como resposta, Minkowski o convidou para retornar à UG e trabalharem nessa teoria. Essa colaboração foi curta, pois demorou apenas algumas semanas, de dezembro de 1908 até 12 de janeiro de 1909, em virtude da morte de Minkowski em decorrência de uma operação de apendicite. Apesar desse infortúnio, Born preparou um trabalho sobre a massa relativística do elétron para apresentar na *Göttingen Mathematics Society (GMS)* que, no entanto, ele não conseguiu terminar sua apresentação por causa da discussão que teve com Klein e com o físico alemão Max Abraham (1875-1922), que eram contra as ideias relativísticas de Einstein. No entanto, Hilbert e Runge gostaram do

trabalho e, depois de uma rápida discussão com Born, eles ficaram convencidos da veracidade dos resultados de Born, e o convenceram a reapresentá-lo à GMS, ainda em 1909 (*Annalen der Physik* **335**, p. 840). Apadrinhado por Voigt, em 29 de outubro de 1909, Born defendeu sua Tese de Habilitação (TH) na UG com um trabalho sobre o modelo atômico (“**pudding de ameixas**”) [sobre essa denominação, ver: Francisco Caruso e Vitor Oguri, **Física Moderna: Origens Clássicas e Fundamentos Quânticos** (Elsevier/Campus, 2006)] proposto Thomson, em 1904 (*Philosophical Magazine* **7**, p. 237), segundo o qual o átomo era considerado como sendo constituído por uma carga elétrica positiva, homoganeamente distribuída na forma de uma esfera de raio $\approx 1 \text{ \AA}$ (10^{-8} cm) e, movendo-se no seu interior, em anéis concêntricos, havia certo número de elétrons de modo a manter o átomo neutro. Aliás, essa TH foi publicada ainda 1909 (*Physikalische Zeitschrift* **10**, p. 1031), na qual Born escreveu a seguinte frase: - *O trabalho de Thomson é um concerto para piano da grande sinfonia do átomo radiante*. Note-se que Born tocava bem piano, característica essa que herdara de sua mãe que era pianista, como vimos acima.

Born ficou na UG até 1915, realizando vários trabalhos, isoladamente e em colaboração, quando então se transferiu para a *Universidade de Berlim* (UBe). Em 1919, ensinou em Frankfurt-am-Main e, em 1921, voltou à UG para assumir o cargo de *Professor de Física Teórica*, iniciando aí uma nova Escola de Físicos e, entre 1922 e 1926, realizou seu famoso trabalho sobre a fundamentação da Mecânica Quântica (MQ) (*Quantenmechanik*, nome cunhado por ele), juntamente com seus alunos, os físicos alemães Werner Karl Heisenberg (1901-1976; PNF, 1932) e Ernst Pascual Jordan (1902-1980). Essa MQ teve seu formalismo desenvolvido, ainda em 1926 (*Annalen der Physik Leipzig* **79**, p. 361), pelo físico austríaco Erwin (Rudolf Josef Alexander) Schrödinger (1887-1961; PNF, 1933), por intermédio de sua hoje célebre **Equação de Schrödinger** ($H\psi = E\psi$) [Bassalo & Caruso, **Schrödinger** (Livraria da Física, 2014)], cuja função de onda (ψ) necessitava de uma interpretação física. Essa interpretação foi dada por Born, ainda em 1926 (*Zeitschrift für Physik* **37**, p. 863; **38**, p. 803), como sendo a **amplitude de probabilidade** do elétron, em qualquer lugar que estivesse, surgindo, a partir daí, o conceito de **onda de probabilidade**. Foi graças a essa interpretação que Born compartilhou com o físico alemão Walther Bothe (1891-1957), o *Prêmio Nobel de Física* de 1954 (PNF/1954), cuja *Nobel Lecture*, intitulada: **The Statistical Interpretation of Quantum Mechanics** (“A Interpretação Estatística da Mecânica Quântica”), foi apresentada no dia 11 de dezembro de 1954.

Quando o ditador nazista Adolf Hitler (1889-1945) assumiu o poder na Alemanha, em 1933, a sua condição de judeu fez com que Born fugisse da Alemanha indo refugiar-se na Inglaterra, tornando-se um *Stokes Lecturer* na *Universidade de Cambridge* (UC). Em 1936, foi eleito para a *Cadeira Tait* de filosofia natural, na *Universidade de Edinburgh* (UE), naturalizando-se inglês, em 1939, aposentando-se nessa Universidade, em 1953, quando então voltou para Göttingen.

Durante sua vida científica, Born publicou quase 400 textos [entre artigos e livros, cuja relação pode ser vista em: Kemmer and Schlapp (op. cit.) e Beebe (op. cit.)], isoladamente e em parceria com vários físicos, tais como: alunos de doutorado (na UG, UBe e UC) [Jordan e os físicos, o norte-americano Julius Robert Oppenheimer (1904-1967), o austríaco Victor Frederick Weisskopf (1908-2002), os alemães Maria Goeppert-Mayer (1906-1972; PNF, 1963), Siegfried Flügge (1912-1997), Lothar Wolfgang Nordheim (1899-1985), Max Delbrück (1906-1981; PNF, 1969), Walter Maurice Elsasser (1904-1991), Friedrich

Hermann Hund (1896-1997) e Bertha Swirles (Lady Jeffreys) (1903-1999), os ingleses Herbert ("Bert") Sydney Green (1920-1999), Maurice Henry Lecorney Pryce (1913-2003) e Paul Weiss, os chineses Cheng Kai Jia (n.1918) e Peng Huanwu (1915-2007), o espanhol Antonio E. Rodriguez]; colegas da UG [H. Bolza, o matemático alemão Richard Courant (1888-1972), Franck e o engenheiro húngaro Theodore von Kármán.(1881-1963)]; colegas da UBe [os físicos alemães Alfred Landé (1888-1975), Walther Gerlach (1899-1979), Otto Stern (1888-1969; PNF, 1943)] e, também, com outros físicos famosos que o visitavam nas Universidades em que trabalhou (UG, UBe, UC e UE), como, por exemplo: Heisenberg, Schrödinger, o austro-norte-americano Wolfgang Pauli Junior (1900-1958; PNF, 1945), o polonês Leopold Infeld (1893-1968), o tchecoslováquio Reinhold Henry Fürth (1893-1979), o germano-inglês Klaus Emil Julius Fuchs (1911-1988) e o russo Vladimir Alexandrovich Fock (1898-1974), além do matemático norte-americano Norbert Wiener (1894-1964). Registre-se que Born colaborou no doutorado do matemático estoniano Edgar Krahn (1894-1961), cujo orientador foi Courant.

Em 1953, já aposentado da UE e vivendo em Göttingen, Born escreveu uma série de artigos e livros alertando sobre a responsabilidade social dos cientistas no uso, para fins bélicos, da energia nuclear ou qualquer conhecimento científico, dos quais, selecionamos: 1) **Physik und Politik** ("Física e Política") (Vandenhoeck & Ruprecht, 1960); 2) **Ausgewählte Abhandlungen** ("Obras Selecionadas") (Vandenhoeck & Ruprecht, 1963); 3) **My Life and Views** ("Minha Vida e Opiniões") [Charles Scribner's Sons, 1968; note-se que este livro teve uma edição em alemão, com o título: **Mein Leben: Die Erimmerungen des Nobelpreisträgers** ("Minha Vida: As Recordações de um Nobelistas"), publicado por Nymphenburger Verlagshandlung GmbH, München, em 1975, e que foi traduzido para o inglês pela Charles Scribner's Sons, em 1978]; 4) **Born-Einstein Briefwechsel, 1916-1955** ("Cartas entre Born e Einstein, 1916-1955") (Nymphenburger Verlagshandlung Gm3H, 1969); e 5) **Der Luxus des Gewissens: Erlebnisse und Einsichten im Atomzeitalter** ("Ciência e Consciência na Era Atômica") (Nymphenburger Verlagshandlung GmbH, 1969), com sua esposa "Hedi".

Como dissemos acima, Born aposentou-se na UE, em 1953, voltou para Göttingen, onde morreu no dia 05 de janeiro de 1970. Em sua lápide, está gravada a seguinte equação: $pq - qp = h/(2 \pi i)$ (Simmons, op. cit.), que traduz o fato de o produto das grandezas canonicamente conjugadas da Mecânica Clássica (momentum p e posição q) não ser comutativo, característica fundamental do Cálculo Matricial, e a presença de h (**constante de Planck**) indica que aquela Mecânica tem que levar em consideração a Teoria Quântica de Planck, para poder tratar do micro mundo (átomos e moléculas). Daí a razão de Born haver dito que a **Mecânica Quântica** que ele havia criado seria uma "Nova Mecânica". Note-se que aquela diferença de produtos é chamada de **comutador**, e definido por: $[p, q] = pq - qp$.

É interessante ressaltar que, além do PNF/1954, Born recebeu as seguintes honrarias: *Medalha Stokes, da Universidade de Cambridge, em 1934; Membro da Royal Society of London, em 1939; Medalha MacDougall-Brisbane e Prêmio Gunning-Victoria Jubilee da Royal Society of Edinburgh, em 1945; Medalha Max Planck da Deutschen Physikalischen Gesellschaft, em 1948; Medalha Hughes da Royal Society of London, em 1950; Cidadão Honorário da cidade de Göttingen; Medalha Hugo Grotius da International Law, Munique, em 1965; e Grand Cross of Merit with Star da Ordem de Mérito da República*

Federal Alemã, em 1959. Born recebeu, também, homenagens póstumas: Prêmio Max Born, instituído pela Sociedade Alemã de Física e pelo Instituto Inglês de Física, em 1972; e criação do Max-Born Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie im Forschungsverbund Berlin, em 1991. ([wikipedia/Max Born](https://pt.wikipedia.org/wiki/Max_Born)).



ANTERIOR

SEGUINTE