



SEARA DA CIÊNCIA CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Bassalo



Salam, a Simetria Quiral, o Modelo de Octetos e os Prêmios Nobel.

O físico paquistanês Abdus Salam (1926-1996; PNF, 1979), por duas vezes, esteve em condições de ganhar o Prêmio Nobel de Física. A primeira delas aconteceu da seguinte maneira, conforme se pode ver na sua **Nobel Lecture**, de 08 de dezembro de 1979, e nos livros: **Abdus Salam: A Biography** (Jagjit Singh, Penguin Books India, 1992) e **Ideals and Realities: Selected Essays of Abdus Salam** C. H. Lai and Azim Kidwai, Editors, World Scientific, 1989). Na *International Conference on Theoretical Physical*, ocorrida em setembro de 1956, em Seattle, Washington, e da qual Salam participou, o físico sino-norte-americano Chen Ning Yang (n.1922; PNF, 1957) falou do trabalho (enviado em junho de 1956 para a *Physical Review*) que fizera com o também físico sino-norte-americano Tsung-Dao Lee (n.1926; PNF, 1957) sobre a possível violação da simetria de paridade nos fenômenos físicos relacionados com a interação fraca e envolvendo o neutrino. Observe-se que esse trabalho, que foi publicado em outubro de 1956 (*Physical Review* **104**, p. 254), foi rejeitado pelo "pai do neutrino", o físico austríaco Wolfgang Pauli Junior (1900-1958; PNF, 1945), em dezembro de 1956.

Depois de participar daquela Conferência, Salam voltou a Londres a bordo de um avião da *American Air Force*. Não conseguindo dormir, em virtude do choro de crianças que viajavam no mesmo avião, ele lembrou-se de uma pergunta que o físico germano-inglês Sir Rudolf Ernest Peierls (1907-1995) lhe fizera por ocasião de sua defesa de Tese de Doutorado, em 1952, no *Cavendish Laboratory*, em Cambridge, Inglaterra. Eis a questão que Peierls apresentou para Salam: *A massa nula do fóton decorre do princípio de simetria "gauge" apresentada pelas equações de Maxwell; diga-me, por que o neutrino tem massa zero?* É claro que Salam não respondeu à pergunta, pois nem o próprio Peierls e nem qualquer outro físico, naquela ocasião, sabia a resposta. Pois bem, durante aquele vôo noturno para Londres, Salam encontrou a resposta da pergunta que lhe fizera Peierls. A razão pela qual o neutrino não tem massa, decorre de um certo tipo de simetria envolvendo uma combinação de $(1 + \gamma_5)$ ou $(1 - \gamma_5)$ ($\gamma_5 = \gamma_1\gamma_2\gamma_3\gamma_4$, onde $\gamma_{\mu=1,2,3,4}$ são as **matrizes de Dirac**), simetria essa mais tarde denominada **simetria quiral**. Registre-se que a palavra "quiral" (palavra grega que significa mão) foi cunhada pelo físico inglês William Thomson, Lord Kelvin (1824-1907), em 1884.

Com essa idéia em mente, ao chegar a Londres e, ainda em setembro de 1956, preparou um trabalho e foi até a cidade de Birmingham, onde se encontrava Peierls. Este, polidamente, recusou a idéia de Salam, dizendo-lhe: *Eu não acredito que a simetria esquerda-direita (paridade) seja violada para todas as interações fracas. Eu não posso pegar essas idéias com um "par de pinças"*. Inconformado com essa resposta, Salam foi a Zurich, na Áustria, onde se encontrava Pauli. Em lá chegando, pediu ao físico suíço Felix Marc Hermann Villars (1921-2002), do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), que naquela ocasião (também em setembro de 1956) visitava Pauli, que mostrasse seu trabalho a ele. No dia seguinte, Villars voltou a Salam com a resposta: *Dê meus cumprimentos ao meu amigo Salam e diga-lhe para pensar em uma coisa melhor*.

Apesar dessas opiniões contrárias ao seu trabalho, Salam o enviou, em 15 de novembro de 1956, para a revista italiana *Nuovo Cimento*, sendo o mesmo publicado no primeiro dia do ano de 1957. Quatorze dias depois, dois grupos de físicos experimentais, um composto pela sino-norte-americana Chien-Shiung Wu (1912-1997) e pelos norte-americanos E. Ambler, Raymond Webster Hayward (1921-2001), D. D. Hoppes e R. P. Hudson, e outro, pelos também norte-americanos Richard Lawrence Garwin (n.1928), Leon Max Lederman (n.1922; PNF, 1988) e Marcel Weinrich, enviaram artigos para a *Physical Review* contendo o resultado de experiências nas quais observaram a quebra da paridade em interações fracas. O primeiro, em

uma reação envolvendo o decaimento beta ($n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$, em notação atual) do cobalto (${}^{60}\text{Co}_{27} \rightarrow {}^{60}\text{Ni}_{28} + e^- + \bar{\nu}_e$), e o segundo, no decaimento de píons e de múons. Ambos os artigos foram publicados no dia 15 de fevereiro de 1957, no volume 105, daquela Revista, nas páginas 1413 e 1415, respectivamente. Registre-se que, no dia 17 de janeiro de 1957, dois físicos experimentais, o norte-americano Jerome Isaac Friedman (n.1930; PNF, 1990) e o suíço Valentine Louis Teledgi (n.1922) enviaram, também ao *Physical Review*, um artigo com o resultado de uma experiência, análoga à de Garwin, Lederman e Weinrich, e que, portanto, confirmavam a quebra da paridade em interações fracas. Ele foi publicado no volume 105, p. 1681, no dia 01 de março de 1957. É oportuno registrar que, nos dias 09 e 10 de janeiro de 1957, o físico russo Lev Davidovich Landau (1908-1968; PNF, 1962) e, independentemente, Lee e Yang, enviaram artigos, respectivamente, para a Nuclear Physics e para a Physical Review, nos quais apresentavam idéias similares às do artigo de Salam. Tais artigos tiveram as respectivas publicações (ambas em março de 1957): *Nuclear Physics* **3**, p. 127 e *Physical Review* **105**, p. 1671. Em vista de tudo o que foi exposto acima, Pauli escreveu uma carta para Salam, em 24 de janeiro de 1957, falando com entusiasmo de seu trabalho. No dia 11 de dezembro de 1957, Lee e Yang receberam o Prêmio Nobel de Física pela descoberta da violação da paridade nas interações fracas.

Outra idéia de Salam mereceu um outro Prêmio Nobel. Vejamos como isso aconteceu. Quando Salam era Chefe do Departamento de Física do *Imperial College*, na Inglaterra, o físico israelense Yuval Ne'eman (n.1925) foi até ele e pediu-lhe um assunto para sua Tese de Doutorado. Salam sugeriu-lhe que aplicasse as representações do grupo SU_3 à Física das Partículas Elementares. Disse-lhe, também, que estudasse os trabalhos que o físico brasileiro Jayme Tiomno (n.1920) havia publicado, em 1957 (*Nuovo Cimento* **6**, p. 69; 255), nos quais propôs a simetria global O_7 como uma generalização da simetria O_3 , sendo esta uma característica do espaço de **spin isotópico**. Contudo, tal grupo, por conter simetrias demais, dava lugar a processos físicos proibidos, a leis de conservação não observadas. Ne'eman então observou que as dificuldades apontadas acima seriam contornadas se o O_7 fosse ampliado até oito (8) dimensões. Este, o O_8 , tinha o SU_3 como sub-grupo, cujas representações poderiam ser melhor aplicadas à Física das Partículas Elementares, conforme a sugestão de seu orientador. Depois de muitas discussões com Salam, Ne'eman preparou um artigo tendo o nome do físico paquistanês em primeiro lugar. Salam, viu o artigo e disse-lhe: *Tire o meu nome, esse trabalho tem muito de si*. Desse modo, Ne'eman mandou o artigo, agora somente com o seu nome, para a Nuclear Physics, onde foi publicado no volume 26, p. 222, em 1961. Nos Estados Unidos e, independentemente, o físico norte-americano Murray Gell-Mann (n. 1929; PNF, 1969), nesse mesmo ano de 1961, apresentou as mesmas idéias de Ne'eman em uma publicação interna do *California Institute of Technology (CALTECH Report CTSL-20)*, hoje conhecidas como **modelo do octeto**. É oportuno destacar que, muito embora Ne'eman tenha sido lembrado para ser indicado ao Prêmio Nobel de Física de 1969, juntamente com Gell-Mann, apenas este foi o ganhador desse Prêmio.

É oportuno registrar que um outro aluno de Doutorado de Salam, o físico inglês Ronald Shaw, propôs em sua Tese de Doutorado, defendida em 1955, uma teoria semelhante à **Teoria de Yang-Mills**. Esta, é uma **Teoria de 'gauge' não-Abeliana** que foi desenvolvida por Yang e pelo físico norte-americano Robert Laurence Mills (n.1927), em 1954 (*Physical Review* **96**, p. 191). Felizmente, e com muita justiça, Salam compartilhou com os físicos norte-americanos Steven Weinberg (n.1933; PNF, 1979) e Sheldon Lee Glashow (n.1932; PNF, 1979), o Prêmio Nobel de Física de 1979, por seus trabalhos sobre a unificação entre as forças fraca e eletromagnética.