



SEARA DA CIÊNCIA CURIOSIDADES DA FÍSICA

José Maria Bassalo



Occhialini, os Físicos Brasileiros e o Prêmio Nobel de Física (PNF) de 1950.

Em 1950, o PNF foi concedido ao físico inglês Sir Cecil Frank Powell (1903-1969) pelo desenvolvimento de técnicas fotográficas em **emulsões nucleares** para estudar os processos nucleares e a conseqüente descoberta dos então mésons: **primário** ou **méson π** (hoje, **píon**), e **secundário** ou **méson μ** (hoje, **múon**). Neste verbete, vou destacar os trabalhos do físico italiano Giuseppe Pablo Stanislao Occhialini (1907-1993), assim como os de físicos brasileiros que se relacionaram, diretamente ou indiretamente, com essa descoberta. Para isso, usarei os seguintes textos: José Bellandi Filho e Ammiraju Pemmaraju (Editores), **Topics on Cosmic Rays: 60th Anniversary of C. M. G. Lattes – Volumes 1, 2** (EDUNICAMP, 1984); Alfredo Marques (Editor), **Cesar Lattes 70 Anos: A Nova Física Brasileira** (CBPF, 1994); Ana Maria Ribeiro de Andrade, **Físicos, Mésons e Política: A Dinâmica da Ciência na Sociedade** (HUCITEC/MAST/CNPq, 1999); Francisco Caruso, Alfredo Marques e Amós Troper (Editores), **César Lattes, a Descoberta do Méson π e outras Histórias** (CBPF/MCT, 1999); César Lattes e Jesús de Paula Assis, **César Lattes: Descobrendo a Estrutura do Universo** (EDUNESP, 2001); Pietro Redondi, Giorgio Sironi, Pasquale Tucci e Gudi Vegni (Editors), **The Scientific Legacy of Beppo Occhialini** (Società Italiana di Fisica e Springer-Verlag, 2006); e Leonardo Gariboldi, **Occhialini: Físico Itinerante** (*Ciência Hoje* **41**, Dezembro 2007). Além desses livros, contei com as informações do físico brasileiro, nascido em Milão, Ugo Camerini (n. 1925), via e-mails, a quem agradeço nesta oportunidade.

Desde o final da década de 1920 e por toda a década de 1930, experiências realizadas com **raios cósmicos** [descobertos pelo físico austríaco Victor Franz Hess (1883-1964; PNF, 1936), em 1911, e o termo cunhado pelo físico norte-americano Robert Andrews Millikan (1868-1953; PNF, 1923), em 1925], indicavam que tais raios apresentavam dois tipos de componentes: “duro” e “mole”. Registre-se que esses dois tipos foram inicialmente observados, em 1929, em trabalhos independentes realizados pelos físicos, o russo Dmitri Vladimirovich Skobeltsyn (1892-1992) (*Zeitschrift für Physik* **54**, p. 686), o alemão Walther Bothe (1891-1957; PNF, 1954) e o austríaco Werner Kolhörster (1887-1945) (*Zeitschrift für Physik* **56**, p. 751), e o italiano Bruno Benedetti Rossi (1905-1994) [*Nature* **125**, p. 636 (1930)]. Em 1937, experiências independentes realizadas pelos físicos, os norte-americanos Carl David Anderson (1905-1991; PNF, 1936) e Seth Henry Neddermeyer (1907-1988) (*Physical Review* **51**, p. 884); Jabez Curry Street (1906-1989) e Edward Carl Stevenson (n.1907) (*Physical Review* **51**, p. 1005); e os japoneses Yoshio Nishina (1890-1950), Masa Takeuchi e Torao Ichimiya (*Physical Review* **52**, p. 1198) anunciaram a descoberta, naqueles raios, de partículas fortemente ionizantes e com massa ($\approx 200 m_e$; m_e = massa do elétron = $0.5 \text{ MeV}/c^2$) igual à prevista pelo físico japonês Hideki Yukawa (1907-1981; PNF, 1949), em 1935, por ocasião em que formulou a Teoria da Interação Forte entre os núcleons (prótons e nêutrons). Inicialmente, tais partículas foram denominadas de **mésons Andersonianos** e, também, de **mesotrons**. Em 1940 (*Physical Review* **57**, p. 61), os físicos, o ítalo-russo Gleb Wataghin (1899-1986), e os brasileiros Aulus Paulus Pompéia (1911-1992) e Marcello Damy Souza Santos (n.1914), trabalhando na *Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo* (USP), realizaram uma experiência na qual mostraram que no “componente mole” dos raios cósmicos havia uma produção **múltipla** de mésons em uma só colisão e não uma produção **plural**

de mésons (um em cada colisão), conforme Wataghin previra, teoricamente, em 1934 (Lattes, op. cit). Registre-se que essa experiência, que ficou conhecida como **chuveiros penetrantes**, foi estudada teoricamente pelo físico brasileiro Mário Schenberg (1914-1990) (do grupo do Wataghin), ainda em 1940 (*Anais da Academia Brasileira de Ciências* **12**, p. 281). Por outro lado, o valor da massa [$(240 \pm 20) m_e$] e o da vida média ($\approx 2 \times 10^{-6}$ s) desses **mesotrons** foram determinadas em 1941, em experiências independentes realizadas pelos físicos, o francês Louis Leprince-Ringuet (1901-2000) e colaboradores (S. Gorodetsky, E. Nageotte e R. Richard-Foy) (*Physical Review* **59**, p. 460); e o italiano Franco Rama Dino Rasetti (1901-2001) (*Physical Review* **59**; **60**, pgs. 706; 198). Em 1942 (*Bulletin of the Physical and Mathematical Society of Japan* **16**, p. 23), os físicos japoneses Shoichi Sakata (1911-1970) e Takesi Inoue (n.1921) formularam uma teoria na qual mostraram que a radiação cósmica era composta de dois tipos de mésons. Pares de mésons diferentes também foram estudados teoricamente pelos físicos, o brasileiro José Leite Lopes (1918-2006) e o suíço Josef Maria Jauch (1914-1974), em 1944 (*Anais da Academia Brasileira de Ciências* **16**, p. 281). Registre-se que este foi o primeiro trabalho científico de Leite Lopes. A suspeita da existência desses dois tipos de **mésons cósmicos** foi confirmada pelos físicos italianos Marcello Conversi (1917-1988), Ettore Pancini (1915-1981) e Oreste Piccioni (1915-2002) em experiências realizadas em 1945 (*Physical Review* **68**, p. 232) e em fevereiro de 1947 (*Physical Review* **71**, p. 209), nas quais mostraram que os **mesotrons** ao serem detidos em absorvedores de carbono (C), não eram absorvidos e sim, decaíam normalmente, isto é, sofriam a interação fraca Fermiana, conforme foi mostrado posteriormente. Desse modo, concluíram que aqueles mésons não sofriam a interação forte Yukawiana e, portanto, deveria existir dois tipos de **mésons cósmicos**. Esse resultado experimental foi confirmado por T. Sigurgeirson e A. Yamakawa, também em 1947 (*Physical Review* **71**, p. 319). Registre-se que um estudo teórico sobre a experiência de Conversi-Pancini-Piccioni foi apresentado, ainda em 1947 e em trabalhos independentes, pelos físicos, o ítalo-norte-americano Enrico Fermi (1901-1954; PNF, 1938), o húngaro norte-americano Edward Teller (1908-2000) e o austro-norte-americano Victor Frederick Weisskopf (1908-2002) (*Physical Review* **71**, p. 314); o norte-americano Robert Eugene Marshak (1916-1992) e o germano-norte-americano Hans Albrecht Bethe (1906-2005; PNF, 1967) (*Physical Review* **72**, p. 506); e o japonês Yasutaka Tanikawa (n.1916) (*Progress in Theoretical Physics* **2**, p. 220). A confirmação definitiva da existência de dois tipos de mésons componentes da radiação cósmica deveu-se às experiências realizadas por um grupo de físicos que trabalhava no *H. H. Wills Physical Laboratory*, da *Universidade de Bristol* (UB), Inglaterra, localizado no quarto andar do prédio Royal Fort, prédio esse conhecido como “Torre do Cigarro”, em virtude de a sua construção haver sido financiada pelo industrial inglês Henry Herbert Wills (1856-1922), proprietário de uma indústria de tabaco. Esse Laboratório foi inaugurado em outubro de 1927, sendo seu primeiro Diretor o físico inglês Arthur Mannering Tyndall (1881-1961), neto do físico inglês John Tyndall (1820-1893), famoso pela descoberta do **efeito Tyndall** (ver verbete nesta série). O grupo referido acima, liderado por Powell, era formado de físicos, técnicos e microscopistas [as chamadas *Cecil's Beauty Chorus* (“Coro de Beleza de Cecil”)]. Dentre os físicos, estavam o brasileiro Cesare (César) Mansueto Giulio Lattes (1924-2005), os italianos Occhialini e Camerini, os ingleses Hugh Muirhead (1925-2007) e Peter Howard Fowler (1923-1996) [neto do físico neozelandês-inglês Sir Ernest Rutherford (1871-1937; PNQ, 1908)], e o francês Pierre Cuen. Esse grupo [mais tarde conhecido como o famoso **Grupo de Bristol** (GB)], como veremos mais adiante, fazia experiências com reações nucleares com o **Acelerador Crockroft-Walton** da *Universidade de Cambridge*, assim como as reações decorrentes da incidência de raios cósmicos. Todas essas experiências eram registradas em emulsões nucleares. No caso dos raios cósmicos, as emulsões eram expostas nas montanhas do *Pic du Midi de Bigorre* (cujo pico maior tem 2.867 m de altura) e adjacências, nos Pirineus Franceses. Registre-se que essas emulsões eram fabricadas pelas indústrias de material fotográfico, principalmente a *Ilford Limited*, cujo Diretor era o químico Cecil Waller. Essa indústria fabricava as emulsões em quatro tipos de tamanhos de grãos (microcristais): A, B, C e D, e três tipos de sensibilidades: 1, 2 e 3.

Vejamos um pouco do começo da vida científica de Powell. Ele estudou na *Universidade de*

Cambridge, onde se doutorou em 1927. No *Cavendish Laboratory* dessa Universidade, ele trabalhou com o físico escocês-inglês Charles Thomson Rees Wilson (1869-1959; PNF, 1927) [o célebre inventor da **câmara de névoa** ou **câmara de Wilson** (vide verbete nesta série)], seu orientador de Tese de Doutorado e, também, com Rutherford. Em 1928, foi convidado para ser assistente de Tyndall no *H. H. Wills Physical Laboratory*, da UB. Eles trabalharam juntos em mobilidade de íons em gases até 1935. Em 1936, Powell visitou as Antilhas (região do Caribe) como sismógrafo de uma expedição que investigava atividades vulcânicas. No ano seguinte voltou para Bristol e, juntamente, com o físico inglês Geoffrey E. F. Fernel, construíram o acima referido *Acelerador Crockroft-Walton*, um tipo de gerador eletrostático de cascata capaz de acelerar prótons (H_1^1) rápidos e dêuterons (D_1^2), com a energia de 750 keV. Enquanto Powell estava trabalhando na construção desse gerador, o físico alemão Walther Heitler (1904-1981), que também trabalhava na UB, chamou-lhe a atenção sobre a técnica das **emulsões nucleares**, técnica essa que já havia sido empregada pela primeira vez pelo físico japonês S. Kinoshita, em 1912, e aperfeiçoada pelas físicas austríacas Marietta Blau (1894-1970) e Hertha Wambacher (1903-1950), em 1937 (*Nature* **140**, p. 585). Quando aquele acelerador entrou em funcionamento, em 1939, Powell e Fernel começaram a estudar o espalhamento próton-nêutron (p.e., na reação do tipo: $\text{Li}_3^7 + \text{D}_1^2 \Rightarrow \text{Li}_3^8 + \text{H}_1^1$), medindo a energia dos nêutrons por observação dos traços deixados pelo recuo dos prótons em **emulsões nucleares**. Um primeiro resultado desse tipo de experimento foi por eles apresentado, ainda em 1939 (*Nature* **144**, p. 115).

Em alguns verbetes desta série, vimos que Lattes trabalhou na USP, no grupo de Wataghin, do qual participavam Camerini, Occhialini (que chegou no Brasil em agosto de 1937), o físico brasileiro Abraão de Moraes (1916-1970), além dos já citados Marcello Damy, Pompéia e Schenberg. Contudo, quando o Brasil entrou na *Segunda Guerra Mundial* (1939-1945) [guerra dos aliados (basicamente: Estados Unidos, França, Inglaterra e Rússia) contra Alemanha e Itália], em 31 de agosto de 1942, Occhialini, por ser italiano, foi obrigado a deixar a USP e ser, incognitamente, guia de alpinismo na floresta de Itatiaia (Agulhas Negras), entre São Paulo e o Rio de Janeiro. (Segundo Lattes, Occhialini chegou a escrever um pequeno livro intitulado **Pequeno Guia das Montanhas do Brasil**, o qual, no entanto, nunca foi publicado.) A nacionalidade de Occhialini foi também a responsável por ele não ter sido aceito para trabalhar no esforço de guerra, em Londres, por indicação do físico inglês Patrick Mainard Stuart Blackett (1897-1974; PNF, 1948), com quem começou a trabalhar, em 1931, no *Cavendish Laboratory* que era, nessa ocasião, dirigido por Rutherford. Vejamos um pouco do começo da vida científica de Occhialini.

Occhialini doutorou-se em 1929, no *Instituto de Física da Universidade de Florença*, localizado em Arcetri, na Itália, com Rossi, que liderava um grupo de físicos naquele Instituto. Rossi, em 1930 (*Nature* **125**, p. 636), havia inventado uma técnica, com tubos de vácuo, que eram “circuitos de coincidência” (“circuito Rossi”), no sentido que só emitiam um pulso se dois ou mais pulsos eram emitidos. Ele então adaptou três **contadores Geiger-Muller** de maneira que somente uma partícula, com uma trajetória vertical, poderia descarregar os três tubos. É oportuno registrar que, apesar de Rossi haver utilizado essa sua técnica para confirmar os resultados de Kolhörster que indicavam que alguns raios cósmicos penetravam até um metro no chumbo (Pb), o grande líder da pesquisa em raios cósmicos nos Estados Unidos que era Millikan (que, conforme vimos acima, cunhou o termo “raios cósmicos”), não acreditava na técnica inventada por Rossi e que foi aperfeiçoada, principalmente pelos ingleses, conforme veremos mais adiante. Em 1933 (*Physical Review* **43**, p. 661), Millikan chegou a afirmar que: *Estes experimentos com contadores a meu juízo realmente medem os coeficientes de absorção de coisa nenhuma*. Aliás, essa opinião ele já havia apresentado em um Congresso sobre Física Nuclear que aconteceu em Roma, em outubro de 1931. Registre-se, também, que foi graças ao desenvolvimento dessa “técnica de coincidências” e ao seu uso, que Bothe, com a colaboração do físico alemão Herbert Becker (1887-1955), realizou suas pesquisas sobre a **transmutação nuclear** e que culminaram com a descoberta do **nêutron** (vide verbete nesta série). Em reconhecimento a esse seu trabalho, Bothe compartilhou com o físico alemão Max Born (1882-1970) o PNF/1954. [E. C. F. S. Fortes, M. C. Tijero e Vicente Pleitz, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **29**, p. 415 (Julho-Outubro, 2007).]

Voltemos a Occhialini. Foi o uso e o aperfeiçoamento dessa técnica inventada por Rossi que Occhialini apresentou em sua primeira pesquisa científica, em 1931 (*Rendiconti della Reale Accademia Nazionale dei Lincei* **14**, p. 103). Em vista disso, em julho de 1931, Rossi enviou Occhialini para Cambridge para aprender a técnica da **câmara de Wilson** que Blackett usava em suas pesquisas em reações nucleares. Inicialmente, Occhialini deveria fazer um estágio de pós-doutoramento de apenas três meses com uma bolsa de estudos do *Consiglio Nazionale delle Ricerche* (“Conselho Nacional de Pesquisas”) do Governo Italiano. Contudo, ele passou lá cerca de três anos, em virtude do inédito acoplamento que fez de sua técnica de controle dos **contadores Geiger-Muller** com a técnica da **câmara de Wilson** que Blackett desenvolvera. Logo em 1932 (*Nature* **130**, p. 363), eles publicaram o primeiro trabalho no qual foi apresentado, pela primeira vez, esse “casamento” que permitia controlar o momento da passagem de uma partícula cósmica. (Antes disso, a observação das partículas cósmicas na **câmara de Wilson** era feita por Blackett ao acaso, ou seja, pois ela era aberta o maior número de vezes possível na tentativa de registrar algum evento interessante.) Essa técnica foi muito importante, pois, graças a ela, foi possível confirmar a existência do “elêtron positivo” (hoje, **pósitron**) que havia sido descoberto por Anderson, em 1932. Essa confirmação foi apresentada em quatro trabalhos: três em 1933, assinados por Occhialini (*La Ricerca Scientifica* **1**, p. 372); por Blackett e Occhialini (*Proceedings of the Royal Society of London* **A139**, p. 699); e por Chadwick, Blackett e Occhialini (*Nature* **131**, p. 473); e o quarto em 1934 (*Proceedings of the Royal Society of London* **A144**, p. 235), assinado por esses três físicos. Registre-se que o físico inglês Sir James Chadwick (1891-1974; PNF, 1935), que também trabalhava no *Cavendish Laboratory*, havia descoberto o **nêutron**, em 1932 (vide verbete nesta série).

Como Occhialini foi recusado para trabalhar no esforço de guerra, conforme falamos acima, Blackett então o indicou para trabalhar com Powell, em Bristol, aonde chegou em setembro de 1945. Como Powell era pacifista e esquerdista, como Occhialini, a união dos dois foi portanto ideológica e científica, pois ambos, como já dissemos antes, eram excelentes cientistas. Em Bristol, Occhialini percebeu que as emulsões fotográficas usadas por Powell e Fertel não eram apropriadas para observação dos prótons (H^1), pois os seus riscos sofriam interferência (“fading”) de fundo. Segundo Lattes, Occhialini “via risco de próton onde não tinha”. Em vista dessa dificuldade, Occhialini foi falar com Waller, na *Ilford*, e juntos construíram emulsões seis vezes mais concentradas (com espessura de 150 μm , contra as emulsões de cerca de 20 μm fabricadas até então), usando brometo de prata (AgBr) para aumentar a sensibilidade e, com isso, conseguiram segurar o fundo. Note-se que essas novas emulsões foram anunciadas por Powell, Occhialini, D. L. Livesey e L. V. Chilton, em 1946 (*Journal of Scientific Instruments* **23**, p. 102). Desse modo, Occhialini conseguiu “transformar as emulsões espessas, moles e deformáveis, em um verdadeiro aparelho de medida, permitindo não somente detectar todas as partículas ionizantes, como também identificar sua massa, sua carga e sua energia”. (Jacques Labeyrie, *IN: The Scientific Legacy of Beppo Occhialini*, op. cit.) De posse dessa nova emulsão, que recebeu a denominação de C2, pela *Ilford*, Occhialini tirou fotografias de prótons e de partículas- α e as enviou para Lattes, na USP. Quando Lattes comparou essas fotografias com as que havia tirado com a **câmara de Wilson** que construía com Camerini e Andrea Wataghin (filho de Gleb), em 1945, percebeu que precisaria de “duas vezes mais tempo para produzir uma semelhante”. Em vista disso, escreveu para Occhialini pedindo para ir para Bristol. Imediatamente Occhialini foi até Powell e pediu-lhe que mandasse buscar Lattes, o que aconteceu em janeiro de 1946.

Chegando em Bristol [com uma bolsa da fábrica de cigarros *H. H. Wills* e viajando durante 40 dias em um navio cargueiro, com a passagem paga pela *Fundação Getúlio Vargas*, graças à interferência do matemático brasileiro Leopoldo Nachbin (1922-1993)], no início de 1946, Lattes começou a trabalhar com as novas C2 que haviam sido preparadas pela *Ilford*, a pedido de Occhialini, conforme dissemos acima. Nesse seu trabalho, sua função era a de obter o fator de encolhimento dessas novas chapas, para estudar a relação alcance-energia de prótons das reações nucleares realizadas com o **Acelerador Crockroft-Walton** (p.e.: $D_1^2 + B_5^0 \Rightarrow B_5^1 + H_1^1$). Desse modo, e contando com a colaboração de Fowler e de Cier, Lattes preparou dois artigos

(assinados pelos três) que foram publicados nos *Proceedings of the Physical Society of London* **59**, p. 883 (02/02/1947) e na *Nature* **159**, p. 301 (01/03/1947). Registre-se que, como nesses experimentos era calculada apenas a relação alcance-energia de prótons, Lattes, então, teve a idéia de mandar preparar outras emulsões (segundo a sugestão do químico inglês Johnny Williamson, do Departamento de Química da UB), desta vez tratadas com bórax [um composto químico contendo boro (B)], para estudar a relação alcance-energia de nêutrons, em reações nucleares do tipo: $n_0^1 + B_5^{10} \Rightarrow 2He_2^4 + H_1^3$, com os nêutrons obtidos em uma reação nuclear do tipo: $D_1^2 + B_5^{11} \Rightarrow C_6^{12} + n_0^1$.

Conforme afirmamos anteriormente, além dos experimentos sobre espalhamento nêutron-próton, o grupo de Powell também realizava experiências com **emulsões nucleares** expostas no *Pic du Midi* para estudar esse mesmo tipo de espalhamento, porém com raios cósmicos. Ora, como as chapas tratadas com bórax tinham um tempo de exposição em torno de 15 dias, enquanto nas normais, esse tempo era de apenas dois ou três dias, Lattes achou que elas poderiam fixar mais os produtos das reações nucleares com raios cósmicos que elas registrariam. Assim, quando Occhialini foi às cavernas dos Pirineus para as suas férias de 1946, para exercitar seu *hobby* de espeleologista, Lattes pediu-lhe que levasse consigo caixas de emulsões (C2), umas tratadas com bórax e outras sem esse composto, e as deixassem expostas por cerca de um mês no Observatório do *Pic du Midi*. (Registre-se que Occhialini, junto com mais dois espeleologistas, descobriram a caverna chamada *Pierre Saint Martin*, de 1.342 m de profundidade, em agosto de 1950.) Quando Occhialini, no final de janeiro de 1947 voltou para Bristol, na mesma noite de chegada, revelou as chapas. Nessa revelação, percebeu que as emulsões com bórax era melhores para estudar a radiação cósmica por causa de uma maior fixação dos processos de desintegração. Em vista disso, preparou dois trabalhos, assinados por ele e por Powell, e os enviou para a Revista *Nature*, que os publicou no Volume **159**, p. 93 (18/01/1947) e p. 186 (08/02/1947), enfatizando essas vantagens. O exame microscópico minucioso realizado pelo GB, das emulsões trazidas por Occhialini, revelou uma grande descoberta. Com efeito, a microscopista Marietta Kurz encontrou, em uma chapa com bórax (borada), um evento incomum, primeiramente interpretado por Powell e Muirhead, qual seja: um méson que parava e, emergindo de sua extremidade, um novo méson de cerca de 600 μ m de alcance. Uma semana depois, a microscopista Irene Roberts encontrou um segundo “méson duplo”. Desse modo, Lattes, Muirhead, Occhialini e Powell prepararam um artigo comunicando essa descoberta e o enviaram para a *Nature* que o publicou em seu Volume **159**, p. 694 (24/05/1947). É oportuno registrar que, nesse mesmo volume da *Nature*, porém quase três meses antes, em 08/03/1947, p. 331, Lattes e Occhialini publicaram um artigo no qual registraram a posição e a energia dos nêutrons observados naquelas chapas boradas.

Ora, como o GB possuía apenas dois eventos do “méson duplo” e considerando que o físico inglês Donald H. Perkins, do *Imperial College of Science and Technology*, estava realizando experimentos com emulsões (B1) da *Ilford*, em aviões da *Real Air Force*, numa altitude de cerca de 10.000 m, e com um resultado já publicado [*Nature* **159**, p. 126 (01/1947)], o GB precisava obter mais eventos que pudessem confirmar a importante descoberta e, se possível, publicá-la antes. Desse modo, Lattes foi ao Departamento de Geografia da *Universidade de Bristol* para ver se encontrava um pico mais alto do que o do *Pic du Midi*, para expor as emulsões boradas. Nessa pesquisa, descobriu que havia uma estação meteorológica no *Clube Andino Boliviano*, localizado no primeiro pico do monte *Chacaltaya* [que no idioma aimara significa “adonde los huesos tiemblan”, segundo o físico brasileiro Alfredo Marques de Oliveira (n.1930)], nos Andes Bolivianos, com 5.500 m de altura e distante 20 km da capital La Paz. Sabendo disso, Lattes foi a Powell pedindo que lhe pagasse uma viagem de avião para ir até lá, expor suas chapas boradas por cerca de um mês. Sobre essa viagem existe um fato inusitado. O Diretor do *Laboratório Willis*, Arthur Tyndall havia recomendado a Lattes que viajasse em um avião da *British Overseas Airways Corporation* (BOAC). Contudo, o “anjo da guarda” de Lattes, no qual ele acreditava possuir, o fez tomar um avião brasileiro, o *Super Constelation* da *Varig*, e viajou para o Rio de Janeiro, no dia 07 de abril de 1947. Depois viajou para La Paz. O caso inusitado é que o avião inglês caiu em Dakar matando todos os seus ocupantes e, como Muirhead pensava que ele se encontrava nesse avião,

chegou a fazer uma nota necrológica de Lattes. Quando Lattes voltou para Bristol, Muirhead lhe falou que havia escrito essa nota porém, como soubera que Lattes estava vivo, rasgou-a, para tristeza de Lattes que queria lê-la. Esse fato foi contado por Lattes, no *Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas* (CBPF), no Rio de Janeiro, em uma conversa informal, da qual eu participei. Quando Lattes chegou em La Paz, foi até a *Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas* da *Universidad Mayor de San Andrés* e se encontrou com o professor Don Vicente Burgaleta (m.1952), um engenheiro que havia construído várias estradas na Bolívia. Ele, ao saber do objetivo do Lattes, indicou o físico e meteorologista espanhol Ismael Escobar Vallejo, então Diretor do *Serviço Meteorológico da Bolívia*, para melhor ajudá-lo. Daí, então, Lattes e Escobar acertaram ir até a estação meteorológica no *Clube Andino Boliviano*, referido acima. Desse modo, no pico do *Chacaltaya*, Escobar armou um pequeno barraco, coberto, e colocou as emulsões levadas por Lattes. Um mês depois, Lattes foi apanhá-las. Ainda em La Paz, e na casa de Escobar, Lattes revelou as chapas e observou que existia mais um “méson duplo”, muito embora a água que utilizara na revelação estivesse um pouco suja e, portanto, não garantia essa observação. Ao voltar ao Rio de Janeiro, Lattes foi ao laboratório do físico brasileiro Joaquim Costa Ribeiro (1906-1960), na *Faculdade Nacional de Filosofia* (FNFfi) e, no microscópio desse laboratório, confirmou o terceiro “méson duplo”, com o mesmo alcance dos dois primeiros, qual seja: $600 \mu\text{m}$, confirmação essa corroborada por Leite Lopes e pelo físico austríaco Guido Beck (1903-1988), também professores da FNFfi.

De volta a Bristol, Lattes reuniu-se com Powell e Occhialini e, nas chapas expostas em *Chacaltaya*, encontraram mais 30 novos “mésons duplos”. Em vista disto, convencidos que haviam descoberto um processo fundamental da Natureza, começaram a calcular as massas dos mésons “primário” e “secundário” contando os grãos deixados nos traços vistos nas emulsões. De posse desses cálculos, escreveram artigos (assinados pelos três) que foram publicados na *Nature* **160**, p. 453 (04/10/1947) e p. 486 (11/10/1947), e nos *Proceedings of the Royal Society of London* **61**, p. 173 (08/1948). Nesses trabalhos, eles identificaram o **méson primário** ou **méson π** [$m_{\pi} = (260 \pm 30)m_e$] com a partícula prevista por Yukawa (também conhecida como **Yukon**), em 1935, e o méson **secundário** ou **méson μ** [$m_{\mu} = (205 \pm 20)m_e$] com o **mésotron**, descoberto em 1937, conforme já anotamos. Aliás, ao calcularem essas massas, eles perceberam que do méson “pesado” (π) saía o méson “leve” (μ) e algo leve e neutro que, muito mais tarde, em 1962, foi identificado como o **neutrino do múon** (ν_{μ}). É oportuno registrar que o físico dinamarquês Niels Henrik David Bohr (1885-1962; PNF, 1922), que dirigia um grupo de pesquisas em Copenhague, ao tomar conhecimento dessas experiências realizadas e interpretadas pelo GB, mandou alguns de seus assistentes até Bristol para conhecê-las. Ao regressarem a Copenhague, falaram a Bohr sobre o que tinham visto lá e, dessa conversa, surgiu o convite de Bohr para que Lattes fosse expor essas experiências para o seu grupo, em Copenhague.

No final de 1947, por indicação de Wataghin, Lattes recebeu uma Bolsa de Estudos da *Fundação Rockefeller* para tentar produzir artificialmente esses mésons. Para isso, ele queria usar o novo acelerador de partículas denominado **sincrocíclotron**, de 184 polegadas [que acelerava partículas- α (dois prótons e dois nêutrons: quatro núcleons), a 380 MeV], que fora colocado em funcionamento na *Universidade de Berkeley*, na Califórnia, Estados Unidos da América do Norte, em novembro de 1946, pelo físico norte-americano Eugene Gardner (1913-1950). Então, em uma de suas viagens ao Rio de Janeiro, Lattes e Leite Lopes foram falar com o Almirante Álvaro Alberto da Mota e Silva (1889-1976), representante do Brasil na *Comissão de Energia Atômica das Nações Unidas*, para conseguir permissão a Lattes trabalhar no novo acelerador. Ela foi conseguida por Bernard M. Baruch (1870-1965), representante norte-americano naquela Comissão.

No entanto, Lattes viu que partículas- α de 380 MeV eram insuficientes para produzir **mésons π** , pois correspondia a 95 MeV/núcleon no chamado Sistema de Laboratório (SL). Contudo, no Sistema do Centro de Massa (SCM), era possível contar com a energia de Fermi (movimento interno) dos prótons e nêutrons componentes da α , para a produção desejada, conforme ele

próprio e Leite Lopes haviam checado. Assim, com essa idéia em mente, partiu para Berkeley e, em fevereiro de 1948, juntamente com Gardner, produziu os primeiros **mésons π negativos** (π^-) (*Science* **107**, p. 270, 1948; *Proceedings of the American Physical Society*, 1948). **Mésons π positivos** (π^+) também foram produzidos por Lattes, Gardner e John Burfening (aluno de doutoramento de Lattes) (*Physical Review* **75**, p. 382, 1949). Nessas experiências, esses mésons π tiveram suas massas estimadas em cerca de 300 vezes a massa do elétron. É importante salientar que, em fevereiro de 1949, o físico norte-americano Edwin Mattison McMillan (1907-1991; PNF, 1951), que havia construído o **síncrotron**, que acelerava elétrons a 300 MeV, pediu a Lattes que examinasse algumas chapas que haviam sido expostas a raios γ produzidos naquele acelerador. Ao examiná-las, na noite que as recebeu, encontrou cerca de uma dúzia de **mésons π** , tanto positivos como negativos, além das primeiras evidências de um **méson neutro** (hoje, π^0). Apesar de, no dia seguinte, Lattes haver falado a McMillan sobre esses eventos que, segundo Lattes, foram os primeiros **mésons** (carregados e neutros) fotoproduzidos, McMillan não publicou essa descoberta. Essa indecisão de McMillan talvez fosse conseqüência de que o físico norte-americano Ernst Orlando Lawrence (1901-1958; PNF, 1939), que dirigia o Laboratório de Radiação da *Universidade de Berkeley*, não acreditava na fotoprodução dos **mésons**. Registre-se que o π^0 foi fotoproduzido logo depois, em 1950 (vide verbete neste série).

A descoberta do π teve grande repercussão na imprensa brasileira (por ação de Leite Lopes) e na mundial a ponto de ser atribuído a Powell, o PNF de 1950. Aliás, segundo Lattes, o *Comitê Nobel* pensou atribuir o PNF de 1950 para Powell, Lattes e Gardner. Contudo, como Gardner estava bastante doente [ele estava com berliose (que tira a elasticidade dos pulmões), que ele contraíra ao haver trabalhado com berílio (Be), no *Projeto Manhattan* (vide verbete nesta série)], havia a preocupação de que ele poderia morrer antes de recebê-lo. Realmente Gardner morreu em 27 de novembro de 1950.

Na conclusão deste verbete, é oportuno registrar que Powell não fez nenhuma referência a Occhialini em sua *Nobel Lecture* (Powell: NOBEL e-MUSEUM) (apenas citou os artigos dele com Lattes, Occhialini e Muirhead e dele com Occhialini, ambos em 1947, e referidos neste verbete) diferentemente de Blackett que, em sua *Nobel Lecture* (Blackett: NOBEL e-MUSEUM), falou várias vezes em Occhialini, tais como: *In autumn of 1931 in collaboration with G. P. S. Occhialini, I started to study the energetic particles found in cosmic rays by means of cloud method. ...* (“No outono de 1931 em colaboração com G. P. S. Occhialini, eu comecei a estudar as partículas energéticas encontradas em raios cósmicos por meio do método da nuvem” ...) *Occhialini and I decided to place Geiger counters above and below a vertical cloud chamber, so that any ray passing through the two counters would also pass through the chamber. ...* (“Occhialini e eu decidimos colocar contadores Geiger acima e abaixo de uma câmara de nuvem vertical, de modo que qualquer raio que passasse através dos dois contadores passaria também através da câmara ...) *During the late autumn of 1932, Occhialini and I, using our new counter-controlled cloud method, accumulated some 700 photographs of cosmic rays, among which groups of associated rays were so striking a feature as to constitute a new phenomenon and to deserve a name. From their appearance they came to be known as “showers” of cosmic ray particles. ...* (“Durante o último outono de 1932, Occhialini e eu, usando nosso novo método da câmara de névoa com contador controlado, acumulamos cerca de 700 fotografias de raios cósmicos, entre as quais os grupos de raios associados era uma característica tão impressionante que por si só já constituía um novo fenômeno e merecia um nome. Em razão de sua aparência eles vieram a ser conhecido como ‘cascatas’ de raios cósmicos” ...) *Occhialini and I suggested that the anomalous absorption of hard gamma rays by nuclei might be a result of the process of pair production and that the observed re-emission of softer radiation might represent the emission of two 0.5 MeV quanta resulting from the annihilation of a positive and negative electron. Subsequent work has confirmed that suggestion.* (“Occhialini e eu sugerimos que a absorção anômala de raios gama duros pelo núcleo poderia ser um resultado do processo de produção de pares e que a re-emissão observada da radiação mole poderia representar a emissão de dois quanta de 0.5 MeV resultantes da aniquilação de um elétron positivo com um negativo. Trabalhos posteriores confirmaram essa

sugestão”).

Pelo que descrevemos neste verbete, vê-se que Occhialini foi duplamente esquecido pelo *Comité Nobel*, quer na descoberta da **produção de pares** (Blackett), quer na descoberta do **méson π** (**píon**) (Powell). Contudo, ele não foi esquecido pela comunidade científica, como se pode ver na série de prêmios que recebeu (Leonardi Gariboldi e Pasquale Tucci, *IN: The Scientific Legacy of Beppo Occhialini*, op. cit.): **Sella Prize** (1934), **Vallauri Prize** (1935), **Einaudi Prize** (1949), **Charles Vernon Boys Prize** (1951), **Feltrinelli Prize** (1955), e **Wolf Prize** (1979) [este, compartilhado com o físico holandês George Eugene Uhlenbeck (1900-1988), formulador da idéia de **spin** do elétron, juntamente com o físico holandês Samuel Abraham Goudsmith (1902-1978), em 1925]. Note-se que o reconhecimento do importante trabalho realizado por Occhialini e Blackett já havia sido considerado pelo físico francês, o Príncipe Louis Victor Pierre Raymond de Broglie (1892-1987; PNF, 1929) ao sugerir que o PNF de 1936 fosse dividido entre Anderson, e Blackett e Occhialini. (Martha Cecília Bustamante, *IN: The Scientific Legacy of Beppo Occhialini*, op. cit.) Ainda sobre Occhialini há uma curiosidade sobre o nome com que ele assinou um grande número de artigos. Vimos neste verbete que ele trabalhou com Blackett, que assinava seus trabalhos como P. M. S. Blackett. O P era de Patrick, o M de Maynard e o S de Stuart. Vimos, também, que eles escreveram dois artigos juntos. No primeiro, de 1932, Occhialini assinou apenas G. Occhialini. Contudo, no segundo, de 1933, ele assinou como G. P. S. Occhialini. Quando lhe perguntavam sobre o significado das três letras iniciais, ele dizia: G de Giuseppe, P de Pepino e S de Sommerfeld, pois ele tinha muita admiração pelo físico alemão Arnold Johannes Wilhelm Sommerfeld (1868-1951). Contudo, isso era apenas um chiste dele, pois seu nome verdadeiro era Giuseppe Paolo Stanislao Sommerfeld, conforme vimos acima e, portanto, tem as mesmas iniciais. É oportuno registrar que durante a vida científica de Occhialini, ele escreveu muitos artigos como G. P. S. Occhialini, assim como apenas G. Occhialini, como se pode ver no livro *The Scientific Legacy of Beppo Occhialini*, op. cit.

Por fim, é oportuno registrar que Lattes, parceiro de Powell e Occhialini na descoberta do **méson π** , conforme vimos neste verbete, também não foi esquecido pela comunidade científica, pois recebeu os seguintes prêmios: **Prêmio Einstein** (Academia Brasileira de Ciências, 1951), **Prêmio Ciências** (Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura, 1953), **Prêmio Ernesto Fonseca Costa** (Conselho Nacional de Pesquisas, 1953), **Prêmio Moinho Santista-Física** (SAMBRA, 1975), **Prêmio Bernardo Houssay** (Organização dos Estados Americanos, 1978), e **Prêmio em Física** (Academia de Ciências do Terceiro Mundo, 1987) (vide verbete nesta série).



[ANTERIOR](#)

[SEGUINTE](#)