



CBPF - CENTRO BRASILEIRO DE PESQUISAS FÍSICAS

Rio de Janeiro

Ciência e Sociedade

CBPF-CS-001/90

1990

César Lattes: Um dos Descobridores do Então Méson π

José Maria Filardo Bassalo



CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

Comemoram-se neste ano de 1989, os 65 anos de idade do físico brasileiro Cesare Mansueto Giulio Lattes, nascido em Curitiba, capital do Estado do Paraná, em 11 de julho de 1924, cujo nome encontra-se citado em qualquer livro sobre Partículas Elementares escrito (e que se venha a escrever) no mundo, por haver ele descoberto (juntamente com Muirhead, Occhialini e Powell) uma das partículas fundamentais da natureza: o pión.

Muito embora haja nascido em Curitiba, Lattes iniciou o então Curso Primário, em 1929, no Instituto Menegatti, em Porto Alegre, havendo, contudo, completado esse Curso na Escola Americana, em Curitiba, de 1931 a 1933, após estudar o ano de 1930, em uma Escola Pública de Torino, na Itália. Já o então Ginásio foi cursado por Lattes no Instituto Médio "Dante Alighieri", em São Paulo, no período 1934 a 1938. Por fim, o seu Curso Superior ele o realizou na Universidade de São Paulo, havendo recebido o Grau de Bacharel em Física, em 1943, pela então Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) dessa Universidade.

A motivação de Lattes para o estudo da Física, deveu-se a dois fatos⁽⁴⁾. Primeiro, ao terminar o Ginásio, soube que Professor tinha três meses de férias por ano, ao invés de um mês, como ocorria com a maioria das demais profissões, o que lhe deixou bastante interessado. Segundo, como a maioria das matérias que estudou no Ginásio eram do tipo "decoreba", a exceção de Física e de Matemática das quais gostava e apreendeu, Lattes inclinou-se para o estudo da Física devido o incentivo que lhe deu seu pai Giuseppe (que, inclusive, falou sobre seu filho com Gleb Wataghin, um físico italo-russo, que veio a São Paulo para montar o Departamento de Física da FFCL) e seu professor Luís Borello, que ensinava a disciplina "Ciências Físicas e Matemáticas" no "Dante Alighieri".

Na FFCL da USP, Lattes foi aluno de Marcelo Damy de Souza Santos, em Física Geral e Experimental; de Abraão de Moraes, em Física-Matemática; de Giacomo Albanese, em Geometria Projetiva; e de Wataghin e Giuseppe P.S. Occhialini, em disciplinas profissionais do Curso de Física. Enquanto que as aulas desses três primeiros professores eram mais tradicionais, isto é, no sentido de serem nelas estudados assuntos de Física já consagrados

nos livros textos, as de Wataghin e Occhialini eram, principalmente, baseadas em seminários sobre temas publicados em Revistas Especializadas em Física, graças à excelente biblioteca que Wataghin organizou e manteve sempre atualizada, na FFCL.

Muito embora Lattes haja sido aluno de Occhialini apenas no 3º ano de seu Curso, em 1943, e somente em uma disciplina sobre Raios-X, a maneira curiosa como ministrou essa disciplina, permitiu que Lattes apreendesse bastante sobre a leitura de filmes de raios-X uma vez que, sendo Lattes o único aluno de Occhialini, as aulas deste naquela disciplina consistiam em fazer seu aluno destrinchar os filmes de raios-X que revelava. (Aliás, existe um fato curioso sobre Occhialini. Ele havia vindo para o Brasil em 1938, chamado por Wataghin, porque era (e ainda é) um excelente físico experimental, pois fizera com Patrick Maynard Stuart Blackett a célebre experiência em 1932/1933 que comprovou a existência do pósitron descoberto por Carl David Anderson, em 1932 e, além do mais, era anti-fascista numa Itália dominada pelo fascismo. No entanto, quando o Brasil entrou na 2ª Guerra Mundial (1942), Occhialini foi considerado inimigo de nosso país por ser cidadão italiano. Em virtude disso, foi ser guia de montanhas do Parque Nacional de Itatiaia, chegando, inclusive, a escrever um Guia para Turistas. Esteve também no Rio de Janeiro, contratado por Carlos Chagas para o Instituto de Biofísica. Contudo, em 1943, voltou a trabalhar na USP).

Logo depois de formado, Lattes começou a trabalhar em pesquisa com Wataghin, Mário Schenberg e Walter Schützer, resultando desse trabalho três artigos publicados nos Anais da Academia Brasileira de Ciências (Volume 4 (XVII), pág. 269 (1945), com Wataghin), na Physical Review (Volume 69, pág. 237 (1946), também com Wataghin) e ainda nos Anais da Academia Brasileira de Ciências (Volume 3 (XIX), pág. 193 (1947), com Schenberg e Schützer).

Quando Occhialini voltou para a Inglaterra em 1944, deixou para Lattes uma câmara de Wilson que não funcionava. Lattes, então, consertou-a (com a ajuda de Andrea Wataghin e Ugo Camerini), fez chapas fotográficas e mandou para Occhialini que trabalhava

com Cecil Frank Powell, no H.H. Willis Physical Laboratory, da Universidade de Bristol. Sendo Assistente da Cadeira de Física Teórica e Física-Matemática da FFCL (primeiro como 3^o assistente (1944-1945) e depois como 2^o, a partir de 1945), entusiasmou-se por haver colocado em funcionamento a câmara de Wilson. Decidiu-se, então, por Física Experimental (já que havia trabalhado também em Física Teórica), e pediu que Occhialini o levasse para trabalhar em Bristol, para onde partiu no começo de 1946, a convite de Powell, incorporando-se dessa forma, ao grupo de pesquisa liderado por esse físico, grupo esse que veio a se tornar o famoso Grupo de Bristol, responsável pela descoberta dos píons, conforme veremos a seguir.

Em Bristol^(2,3), Powell e Occhialini começaram a trabalhar com espalhamento elástico entre prótons e nêutrons, numa região em torno de 10 MeV de energia, com um novo tipo de emulsão nuclear construída pela Ilford LTD. (Ilford C2 Nuclear Emulsion), muito melhor que as emulsões tradicionais, já que era muito mais concentrada. Ai, então, foi dada a Lattes a tarefa de trabalhar na calibração dessa nova emulsão, ou seja, converter o alcance de prótons e de partículas alfa, em energia, e determinar o fator de contração (shrinkage factor) da emulsão depois de revelada. Os prótons usados por Lattes foram obtidos no acelerador Cockroft-Walton de Cambridge através das seguintes reações: $D(d,p) {}_1^3H$, ${}_3Li^6(d,p) {}_3Li$, ${}_3Li^7(d,p) {}_3Li^8$, ${}_4Be^9(d,p) 2n {}_4Be^8$, ${}_5B^{10}(d,p) {}_5B^{11}$ e ${}_5B^{11}(d,p) {}_5B^{12}$. (A notação $X(x,y) Y$ indica a reação $x + x \rightarrow y + Y$). Esse trabalho foi feito por Lattes juntamente com o físico francês P. Cüer e com o estudante inglês P.H. Fowler (neto do célebre Ernst Rutherford, o descobridor do núcleo atômico) e resultou em dois artigos publicados, respectivamente, na Nature (159:301(1947)) e nos Proceedings of the Physical Society, London (59:(883(1947))). (Antes disso, Lattes havia feito outros trabalhos com Cüer, relacionado com a desintegração do samário (C.M.G. Lattes and P. Cüer, Nature, 158: 1947 (1946) e C.M.G. Lattes, E.G. Samuel e P. Cüer, Anais da Academia Brasileira de Ciências, 1 (XIX):1(1947)).

Depois desses trabalhos, Lattes se interessou em calcular a energia dos nêutrons, independentemente de saber a direção dessa partícula ao ser espalhada pelo próton. Desse modo, Lattes carregou uma chapa de emulsão com compostos de boro (que a Ilford havia preparado para ele) e a colocou na direção de um feixe de nêutrons decorrente da reação ${}_5\text{B}^{11}(d,n){}_6\text{C}^{12}$. O boro, então, ao receber o nêutron transforma-se em duas partículas alfa e um hidrogênio três, segundo a reação: ${}_0\text{n}^1 + {}_5\text{B}^{10} \rightarrow 2{}_2\text{He}^4 + {}_1\text{H}^3$. Desse modo, Lattes conseguiu medir a energia e a direção do nêutron. Contudo, esses nêutrons obtidos em laboratório tinham energia da ordem de 13 MeV e Lattes queria nêutrons mais energéticos.

No outono de 1946, Occhialini entrou de férias e foi passear nos Pirineus. Lattes, então, solicitou-lhe que levasse chapas (cerca de duas dúzias, cada uma com 1cm x 2 cm, com aproximadamente 50 microns de espessura de emulsão) com boro e sem boro para ficarem expostas aos raios cósmicos, no observatório francês localizado no Pic du Midi, de Bigorre, nos Pirineus, durante o período de seu lazer. Na mesma noite em que Occhialini regressou a Bristol, ele e Lattes revelaram as chapas. No dia seguinte, Powell juntou-se aos dois e começaram a examiná-las. Logo perceberam que as placas com boro apresentavam mais eventos que as sem boro, uma vez que este composto químico tinha o PH certo para manter a imagem latente por mais tempo. Desse modo, o grupo de Powell⁽⁴⁾ (agora composto de H. Muirhead, R.M. Payne e U. Camerini) iniciou um árduo trabalho para estudar esses eventos. Assim, após alguns dias de busca ao microscópio, uma jovem moça microscopista, de nome Marietta Kurz, encontrou um raro evento interpretado pelo grupo como um duplo-méson, isto é, um traço grosso (correspondendo a um méson-stopping meson) e no seu fim emergia um segundo méson com cerca de 600 microns de alcance todo contido na emulsão. Alguns dias depois, um segundo méson-duplo foi encontrado, no entanto, o segundo méson da dupla não parou na emulsão; porém, estudando a ionização que o provocou, foi possível extrapolar um alcance também de aproximadamente 600 microns. Em

vista disso, esses primeiros resultados sobre os mésons-duplos foram publicados na *Nature* (159: 694 (1947)), num artigo assinado por Lattes, Muirhead, Occhialini e Powell. Aliás, no volume 159 dessa mesma Revista (pág. 331) há um outro trabalho assinado apenas por Lattes e Occhialini, no qual apresentam o cálculo da direção e energia dos nêutrons oriundos dos raios cósmicos. (É oportuno salientar que foi fácil ao Grupo de Bristol identificar essas partículas como mésons e não como prótons, isto devido à variação da densidade de grãos com o alcance e, também, devido o espalhamento ser muito largo).

Como haviam alguns grupos de pesquisa na Europa trabalhando com emulsões expostas em aviões⁽⁵⁾ (inclusive D. Perkins, do Imperial College, Londres, um pouco antes, havia encontrado um evento semelhante ao do Grupo de Bristol, trabalhando com novas emulsões), e acreditando haver descoberto um processo fundamental (apesar de haver possibilidade desses resultados serem explicados por uma reação exotérmica do tipo $\mu^- + {}_a X^b \rightarrow {}_{a-2} X^b + \mu^+$), o Grupo de Bristol precisava urgentemente de mais eventos de mésons-duplos além dos 1,5 já obtidos. Assim, Lattes foi ao Departamento de Geografia da Universidade de Bristol e viu que havia uma estação meteorológica no Monte Chacaltaya (que no idioma aimara significava "adonde los huesos tiemblan")⁽⁶⁾, de 5500m (mais alto que o Pic du Midi, que tem 2800m), e a uma distância de 20 km, por terra, de La Paz, capital da Bolívia. Então, de posse de várias chapas de emulsão carregadas com boro, Lattes deixou Londres num avião brasileiro e viajou para a América do Sul. (É oportuno salientar que a sorte (ou seu anjo-da-guarda) ajudou Lattes, pois o Diretor do H.H. Willis, prof. Tyndall, queria que ele tomasse um avião inglês, que caiu em Dakar matando todos os ocupantes). Depois de expor por um mês essas placas, Lattes partiu de volta a Londres, com escala no Rio de Janeiro. Já na Bolívia e no Rio, um rápido exame dessas placas, evidenciou um terceiro méson-duplo e que tinha o mesmo alcance do primeiro evento obtido, ou seja, aproximadamente 600 microns. (É oportuno esclarecer que, no Rio, Lattes usou o microscópio de Joaquim Costa Ribeiro, professor da

Faculdade Nacional de Filosofia (FNFi), para confirmar esse evento. Ao mostrá-lo a José Leite Lopes e Guido Beck, também professores da FNFi, estes acreditaram, como Lattes, tratar-se da produção de mais um méson-duplo. Leite Lopes passou, então, a estudá-lo teoricamente). Chegando em Bristol, Lattes mostrou esse terceiro evento a Blackett, e o Grupo começou imediatamente a procurar novos eventos, encontrando por fim, cerca de mais 30⁽⁷⁾.

Convencidos que haviam descoberto um processo fundamental da Natureza, Lattes, Occhialini e Powell passaram a calcular as massas desses mésons primário e secundário contando os grãos deixados nos traços. Desse modo, encontraram uma massa de 139 MeV/c² para o méson primário, e 106 MeV/c², para o méson secundário. O méson-duplo foi então identificado como sendo devido a um processo de decaimento de méson de Yukawa (o méson primário ou pi) no mésontron de Anderson (o méson secundário ou mi) e em mais uma partícula neutra de massa aproximadamente nula, presumivelmente um neutrino, necessário para o balanço do momento. Esses cálculos foram publicados na *Nature* (160:453 e 48x6x(1947)) e nos *Proceedings of the Physical Society, London* (61:163. (1948)).

Antes de prosseguirmos com a descrição do trabalho científico de Lattes, é necessário situarmos a Física das Partículas Elementares^(8,9) nas décadas de 1930 e 1940, para compreendermos a importância dessa descoberta. Em 1934, Enrico Fermi propôs a existência de uma nova força na Natureza - a força fraca - para poder explicar o decaimento beta ($n \rightarrow p + e^- + \nu$). Logo depois, em 1935, Hideki Yukawa propôs um novo tipo de partícula - méson - para poder explicar a razão pela qual prótons e nêutrons (nucleons) se confinam no núcleo, sem que os prótons sofram repulsão coulombiana. Para Yukawa, portanto, uma nova força na Natureza - a força forte - é que mantém os nucleons confinados no núcleo, força essa de curto alcance (10^{-15} m) e resultante da emissão e absorção de "elétrons pesados" (os mésons, com massa da ordem de 150 MeV/c²), por parte dos nucleons. Por outro lado, em 1936, Anderson e Seth Henry Neddermeyer, ao fazerem fotografias de raios cósmicos em câmara de Wilson, descobriram novas partículas de massa intermediária entre a do elétron e a do próton,

denominadas por eles de *mésotrons*. Em conseqüência, a questão que então surgiu foi a de saber se os *mésotrons* andersonianos eram os *mésos* Yukawianos⁽¹⁰⁾.

As experiências com os *mésotrons* andersonianos, contudo, continuaram na década de 1940. Logo em 1941, Louis Leprince-Ringuet e colaboradores (S. Gorodetstky, E. Nageotte e R. Richard-Foy) determinaram a massa dessas partículas como sendo da ordem de $120 \text{ MeV}/c^2$. Ainda nesse mesmo ano de 1941, Franco Rasetti determinou sua vida média como sendo de $2 \times 10^{-6} \text{ s}$. Todavia, a presença de mais de um *méson* na radiação cósmica havia sido demonstrada na célebre experiência realizada no Brasil, em 1939, por Wataghin, Marcelo Damy e Paulus Aulus Pompéia, e conhecida mundialmente como *chuveiros penetrantes* (*cascade showers*). Em vista disso, uma série de físicos teóricos (inclusive os brasileiros Schenberg e José Leite Lopes) começaram a formular teorias sobre os dois *mésos*^(11,12). Dentre elas, destacam-se os trabalhos realizados, entre 1935 e 1947, por vários grupos de pesquisas de físicos japoneses liderados pelo próprio Yukawa, por Shoichi Sakata, por Sin-Itiro Tomonaga e por Mituo Taketani, nos quais a idéia básica era a de que os *mésotrons* seriam produto do decaimento dos *mésos* de Yukawa. (Note-se que essa mesma idéia foi apresentada por H.A. Bethe e R. Marshak, em 1947). Neste mesmo ano de 1947, um resultado experimental importante foi obtido pelos físicos italianos Marcello Conversi, Ettore Pancini e Oreste Piccioni, qual seja, o de que os *mésotrons* andersonianos interagiam fracamente com os núcleos, o que não deveria acontecer com os previstos por Yukawa. (Os primeiros resultados obtidos por esses físicos italianos foram durante a 2ª Guerra, e quando Roma foi bombardeada eles tiveram que continuar suas pesquisas clandestinamente em um porão do Liceo Virgilio, próximo do Vaticano. Registre-se ainda, que esse resultado foi confirmado por T. Sigurgeirsson e A. Yamakawa, em Princeton, também em 1947).

Voltemos a Lattes. Conhecedor do trabalho de Conversi, Pancini e Piccioni⁽¹³⁾ (mas não dos japoneses, pois a Guerra dificultou a comunicação científica) e de posse do resultado da experiência de seu Grupo, em Bristol, Lattes pensou

numa maneira de produzir artificialmente os mésons pesados pi. Por essa época, isto é, em 1947, começou a operar o sincrociclotron de 184 polegadas, em Berkeley, California, que acelerava partículas alfa a 380 MeV. Lattes imaginou então produzir esses mésons pesados nesse acelerador. Pois bem, por indicação de Wataghin, ele foi contemplado com uma bolsa de estudos da fundação Rockefeller. Porém, esse acelerador fora construído com verbas da Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos da América e, portanto, o acesso a ele não era muito simples, tendo em vista o pós-guerra. 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, representante do Brasil na Comissão de Energia Atômica das Nações Unidas, para ver se ele conseguia permissão da Comissão de Energia Atômica dos Estados Unidos, para Lattes trabalhar naquele acelerador, a qual foi conseguida por intermédio de Mr. B. Baruch. Contudo, antes de seguir para a Califórnia, o descobridor do pión esteve em Copenhague, por convite do Nobel Niels Bohr, e também na Suécia, para falar sobre seu trabalho em Bristol.

Muito embora soubesse que partículas alfa de 380 MeV (95 MeV/nucleon) eram insuficientes para produzir os mésons pi, Lattes pensava contar com a energia de Fermi (movimento interno) dos prótons e nêutrons componentes desse tipo de partícula, para a produção desejada. (Esse cálculo foi checado por Lattes e Leite Lopes). Com efeito, em fins de 1947 e com essa idéia em mente, partiu para Berkeley e, em 1948, juntamente com Eugene Gardner, produziu artificialmente os primeiros mésons pi negativos (*Science*, 107: 270 (1948); *Proceedings of the American Physical Society* (1948)). Mésons pi positivos também foram produzidos por Lattes, Gardner e John Burfening (*Physical Review*, 75(3): 382 (1949). (Burfening era aluno de Doutorado de Lattes, assim como o foram S. White, K. Bowker, S. Jones e F. Adelman). Nessas experiências, os mésons pi(+ e -) tiveram suas massas estimadas em cerca de 300 massas do elétron ($m_e = 0.5 \text{ MeV}/c^2$), resultado esse publicado em um artigo assinado por Walter H. Barkas, Gardner e

Lattes (Proceedings of the American Physical Society (1948)). Essa descoberta teve grande repercussão nos Estados Unidos e também no Brasil, graças à divulgação na imprensa feita por Leite Lopes.

Depois de uma breve vinda ao Brasil para ser o Patrono dos Químicos Industriais da Escola Nacional de Química no final de 1948, Lattes continuou em Berkeley. Assim, no começo de 1949, com o sincrotron de elétrons de 300 MeV construído por Edwin Mattison McMillan, Lattes detectou cerca de uma dúzia de mésons pi (+ e -) (bem como a primeira evidência do pión neutro (π^0)), produzidos por fótons. Esse trabalho, no entanto, ficou inédito. É oportuno observar que Ernst Orlando Lawrence, o inventor do ciclotron, de início, negou-se a acreditar na produção artificial dos mésons pi, porém, logo depois convenceu-se. A existência dos mésons pi, deu a Yukawa o Prêmio Nobel de Física de 1949, e a Powell, o de 1950. Estranhamente não foram laureados Sakata, Occhialini e Lattes. No entanto, eles pertencem a uma nova galeria - os **Nobéis Injustiçados** -, da qual fazem parte nomes famosos na Física como Ludwig Edward Boltzmann, Lord Kelvin, Paul Langevin, Arnold Sommerfeld, Ernst Pascual Jordan, dentre muitos outros.

Depois desse sucesso em Bristol e em Berkeley, Lattes volta ao Brasil para materializar a idéia da criação de um Centro de Pesquisas Físicas, no Rio de Janeiro, já que, ainda em Berkeley, havia conversado com Nelson Lins de Barros, irmão do Ministro João Alberto (que era um político altamente influente no Brasil), sobre a viabilidade dessa sua idéia. Assim, em dezembro de 1948, no Rio, Lattes, juntamente com Leite Lopes, foi visitar o Ministro João Alberto sobre aquela sua idéia. Este, auxiliado pelos irmãos Nelson e Henry, tornaram então possível, legal, material e financeiramente, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF). Para poder estruturar este Centro, Lattes contou com o prestígio e a colaboração dos matemáticos Antonio Aniceto Monteiro, Leopoldo Nachbin e Francisco Mendes de Oliveira Castro e dos físicos Elisa Frota Pessoa, Gabriel Fialho, Jayme Tiomno, Lauro Xavier Nepomuceno, além, é claro, do próprio Leite Lopes. Desse modo, instalado no Edifício Rex, localizado na Rua Álvaro Alvim,

Cinelandia e no 21^o andar, e ainda sob a Secretaria Geral de Nelson Lins de Barros, começou o CBPF, hoje um orgulho brasileiro e respeitado internacionalmente. (Não pode deixar de ser registrado o fato de que quando o Ministro João Alberto não pôde dar mais o seu próprio dinheiro (por motivo de doença) para o CBPF, este sobreviveu graças ao auxílio dado por Euvaldo Lodi, então presidente da Confederação Brasileira da Indústria, por Mário Almeida, dono do Banco Comercial, (este doou 500 contos de réis com os quais se construiu o primeiro prédio do CBPF, no campus da Universidade do Brasil, na Av. Wenceslau Braz, 71), e por uma subvenção mensal dada pelo presidente Getúlio Vargas).

Conforme vimos, Lattes deixou o Brasil e viajou para a Inglaterra vinculado à FFCL da USP e ligado à regência da Cadeira de Física-Teórica e Física-Matemática. Pois bem, na volta ao Brasil, no começo de 1949, Wataghin tentou mantê-lo em São Paulo, ao criar uma Cadeira para ele. Mas como era uma Cadeira sem nome, sem verbas e sem salas, Lattes pediu demissão e foi ao Rio para assumir o cargo de Professor Titular do CBPF e, também, a Cadeira de Física Nuclear da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil que Joaquim Costa Ribeiro e Leite Lopes haviam criado para ele^(14,15).

Do final da década de 1940 até a metade da década de 1950, Lattes ocupou-se com a criação e a consolidação de grupos de pesquisa em Física, quer em São Paulo, quer no Rio. Assim, é que foi Diretor Científico do CBPF, trabalhou na elaboração da criação do Conselho Nacional de Pesquisas e, a partir de sua instalação em 1951 (graças ao grande empenho do Almirante Álvaro Alberto) foi Membro de seu Conselho Deliberativo e, por fim, juntamente com o Professor Ismael Escobar, implantou o Laboratório de Física Cósmica da Universidad Mayor de San Andrés, na Bolívia. (Neste último trabalho, Lattes contou com a colaboração decisiva de Occhialini, Marcel Schein, Alfred Hendel e R. Escobar).

Em virtude de um grande escândalo de corrupção envolvendo CNPq e CBPF, Lattes desgostou-se e aceitou o convite para ser responsável (Head) pelo grupo de Emulsões Nucleares do "Institute for Nuclear Studies Enrico Fermi" da Universidade de Chicago, para

onde partiu em junho de 1955, ficando ali até novembro de 1956. Dessa data em diante, trabalhou como Pesquisador Associado do College of Science, Literature and Arts da Universidade de Minnesota, USA, até dezembro de 1957. Nessas duas Universidades Lattes fez estudos sobre a desintegração eletrônica dos mésons pi e a correlação angular do decaimento ($\rightarrow + e$) de mésons produzidos por raios cósmicos em grandes altitudes (30000 m), estudos esses que resultaram em vários trabalhos (H.L. Anderson and C.M.G. Lattes, *Il Nuovo Cimento*, VI(6): 1356 (1957); P.H. Fowler, P.S. Freier, C.M.G. Lattes, E.P. Ney and S.J. St. Laurant, *Il Nuovo Cimento*, VI(1): 63 (1957), III(28) (1957), C.M. G. Lattes and P.S. Freier, *Proceedings of the Padova Conference on Elementary Particles*, 5:17 (1957); P.H. Fowler, P.S. Freier, E.P. Ney, P.H. Perkins and C.M.G. Lattes, *Il Nuovo Cimento*, 4(9): 1 (1959)).

Depois desse período de trabalho nos Estados Unidos, Lattes voltou ao Brasil e, por insistência de Schenberg e de José Goldemberg, passou a trabalhar na USP, em tempo parcial, exercendo a Cadeira de Física Superior do Departamento de Física da FFCL, havendo organizado o seu Laboratório de Emulsão Fotográfica. Nessa época, começo de 1960, Lattes recebeu uma proposta do professor Schein, de Chicago, onde trabalhara, para tomar parte em uma organização internacional para estudar cerca de 5% dos 100 litros de emulsão que haviam sido expostos em balões, a 30.000 m de altitude. Desse modo, surgiu o *International Cooperation Emulsion Flight - ICEF*, do qual faziam parte grupos de pesquisa dos Estados Unidos, Canadá, Dinamarca, Inglaterra, França, Alemanha, Itália, Polônia, Suíça, Japão, Índia e o Brasil, naturalmente. Desse ICEF resultaram alguns importantes trabalhos, sendo que um deles foi apresentado na Conferência Internacional sobre Raios Cósmicos, ocorrida em Kyoto, Japão, em 1961. Também como resultado das pesquisas realizadas pelo ICEF, Lattes preparou sua Tese para o Concurso de Professor Catedrático de Física Nuclear da FNFI, (que havia sido criado por ato do presidente Eurico Gaspar Dutra) e posteriormente editada pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas Científicas (NEPEC), do Rio de Janeiro, em 1962 (Aliás, até o presente momento, a UFRJ ainda não marcou a data desse Concurso).

Como titular da Cadeira de Física Superior da FFCL da USP, Lattes organizou um grupo de pesquisas para estudar os fenômenos produzidos pela interação de raios cósmicos de energia superior a 10^{16} eV, em câmaras de emulsão-chumbo expostas no Monte Chacaltaya. Encerrada, em 1962, a participação do Brasil no ICEF, Lattes começou nesse mesmo ano a organizar o Projeto de Colaboração Brasil-Japão^(16,17), para estudar também essas emulsões. Aliás tal Colaboração deveu-se a uma feliz coincidência, já que os físicos japoneses Y. Fujimoto, S. Hasegawa, M. Koshiba, J. Nishimura, K. Niu, M. Oda e K. Suga, do Institute for Nuclear Studies, em Tokyo, haviam organizado um projeto para examinar a produção de muons em Chacaltaya, apoiado por Bruno Rossi, do Massachusetts Institute of Technology (MIT), projeto esse denominado **Bolivian Air Shower Joint Experiment-BASJE**. A Colaboração Brasil-Japão ocorreu, graças aos contactos entre Yukawa (que visitou o Brasil em 1958), Mituo Taketani (que trabalhou no Brasil em 1958-1959, no Instituto de Física Teórica (SP) e em 1961-1962, na USP) e Lattes. Em 1967, Lattes transferiu-se para a UNICAMP a fim de organizar e dirigir o hoje Departamento de Raios Cósmicos, Cronologia, Altas Energias e Leptons do IFGW. Assim, o Projeto de Colaboração Brasil-Japão passou a envolver o IFGW e o CBPF. Hoje, há a participação da Universidade Federal Fluminense, do Rio de Janeiro e, recentemente, da Universidade Federal do Mato Grosso. (Convém observar que Lattes, ainda no Departamento de Física da FFCL da USP, em 1962, começou a fazer os primeiros estudos sobre Cosmologia e Cronologia Teórica, havendo mesmo, em 1964, em Pisa, na Itália, implantado laboratórios de datação, por fissão espontânea do urânio).

Esse Grupo de Colaboração Brasil-Japão teve a participação de importantes físicos japoneses (além dos já citados), bem como ajudou na formação de vários físicos brasileiros e que hoje são bem conceituados no cenário científico internacional. Além de contribuir para a formação de físicos conforme destacamos acima, esse Grupo obteve resultados importantes como a descoberta de uma série de eventos novos, do tipo **bola-de-fogo (fireball)**, eventos

esses resultantes da interação de raios cósmicos com núcleos da atmosfera e observados na câmara de emulsão de Chacaltaya. Esses eventos são de dois tipos: formação do evento com produção múltipla de píons e formação do evento com produção de hádrons "exóticos" não piônicos. Neste último tipo, temos eventos com pequena componente transversal do momento linear (p_t) (da ordem de 1 GeV/c) e com grande componente desse mesmo momento (da ordem de 10 GeV/c). Todos esses eventos foram comunicados em conferências e simpósios internacionais sobre raios cósmicos realizados nos quatros cantos do mundo, conforme veremos a seguir.

A idéia de **bola-de-fogo** foi apresentada por Wataghin⁽¹⁸⁾, em 1941, por ocasião do Simpósio Internacional sobre Raios Cósmicos, realizado no Rio de Janeiro. Essa idéia tornou-se popular depois da interpretação estatística dada por Fermi, em 1950, e da interpretação hidrodinâmica dada por Lev Davidovich Landau, em 1963. Por outro lado, Shunichi Hasegawa, em 1961, introduziu a natureza quântica da **bola-de-fogo** propondo o **H-quantum** (**Heavy-quantum: quantum pesado**) como a sua unidade básica. Contudo, o primeiro evento do tipo **bola-de-fogo** e com produção múltipla de píons observado pela Colaboração Brasil-Japão foi anunciado por Lattes na Conferência Internacional sobre Raios Cósmicos realizada em Jaipur, Índia, em 1963 (da qual foi Presidente da Sessão de Altas Energias), com o nome **Mirim** que na língua tupi-guarani significa **pequeno**, já que sua massa é entre 2-3 MeV/c². Em 1967, na Conferência Internacional sobre Raios Cósmicos ocorrida em Calgary, no Canadá, Lattes anunciou a detecção da **Açu** (grande, em tupi-guarani), um novo evento tipo **bola-de-fogo** com produção múltipla de píons e com massa ente 15-30 MeV/c². Já na Conferência Internacional sobre Raios Cósmicos levada a cabo em Hobart, na Tasmânia, em 1971, um outro tipo de produção múltipla de píons foi anunciado por Lattes: **Guaçu** (muito grande, em tupi guarani), com massa entre 100-300 MeV/c².

As produções de hádrons "exóticos" não-piônicos, a partir de um produto intermediário (**bola-de-fogo**) em uma reação nuclear, foram observadas pela colaboração Brasil-Japão na década de 1970.

Assim, é que esse Grupo comunicou na Conferência Internacional sobre Raios Cósmicos realizada em Denver, Colorado, em 1973 - o **Centauro** -, um evento tipo **bola-de-fogo** com a massa da **Guaçu**, porém com a componente transversal do momento linear (p_t) da ordem de 1 GeV/c, contra 400-500 MeV/c apresentada pela **Guaçu**. O nome **Centauro** foi dado por causa de um acontecimento estranho em sua produção. Nas outras famílias de **bola-de-fogo** (**Mirim**, **Açu**, **Guaçu**), a energia observada era maior na câmara de emulsão de cima do que na de baixo. No caso do **Centauro**, ocorre o contrário. É oportuno lembrar que, na Mitologia, o **Centauro** é um ser metade homem, metade cavalo). Por outro lado, na Conferência Internacional sobre Raios Cósmicos ocorrida em 1977, em Plovdiv, na Bulgária, Lattes anunciou um outro evento tipo **Centauro** que, contudo, por apresentar a massa da **Açu**, foi batizado com o nome de **Mini-Centauro**.

Por fim, a produção de hádrons "exóticos" não-piônicos⁽¹⁹⁾, porém com p_t da ordem de 10 GeV/c, maior, portanto, do que o da família **Centauro**, foi também observada pela Colaboração Brasil-Japão. O primeiro desses eventos foi apresentado por Lattes no Topical Conference on Cosmic Rays and Particle Physics above 10 TeV (promovida pela Universidade de Delaware e Bartol Research Foundation), em 1978, com o nome de **Geminion**, com massa da família **Mini-Centauro**, recebendo esse nome porque só produz um par de hádrons "exóticos". Um outro evento desse tipo, com a massa da família **Centauro**, porém com p_t da ordem de 10 GeV/c, foi comunicado pelo Grupo Brasil-Japão, no Wisconsin Symposium, em 1981. Esse evento recebeu o nome de **Chiron**. Essa família **Chiron**, contudo, apresenta um aspecto novo em relação às famílias **Centauro** e **Mini-Centauro**, pois os hádrons secundários que ela produz apresentam uma produção múltipla de pions e um feixe de partículas de componente hadrônica e electromagnética e batizada pelo Grupo de **Mini-Cluster**. (Na Mitologia, **Chiron** é um elemento da família **Centauro**).

Esses eventos tipo **bola-de-fogo** despertaram a atenção de outros pesquisadores no mundo, tanto que, no começo da década de 1970

começaram a busca desses eventos. Assim, grupos de físicos montaram câmaras de emulsão nas montanhas Pamir, na União Soviética, Fuji, no Japão, e Kambala, na China, constituindo, respectivamente, os Grupos Pamir, Fuji e Kambala⁽²⁰⁾. O Grupo Pamir, por exemplo, composto de físicos soviéticos e poloneses, detectou, no início, apenas eventos do tipo Mini-Centauro. Porém, a partir de 1980, esse Grupo juntou-se ao Grupo Brasil-Japão e, em 1987 (*Physics Letters B*, 190:226), anunciou um provável candidato a Centauro, observado nas montanhas Pamir. Os eventos tipo bola-de-fogo com formação múltipla de píons, apresentaram confirmações em experiências realizadas em aceleradores (G. Pancheri and C. Rubbia, *Nuclear Physics* 418A:117c (1984); M. Jacob, *Nuclear Physics* 418A:7c (1984); C. Rubbia, *Proceedings of the 1985 International Symposium on Lepton and Photon Interactions at High Energy*, Kyoto, Japan: 242-273). No entanto, os eventos tipo bola-de-fogo com produção de hádrons "exóticos" ainda não foram evidenciados nos aceleradores, por ser a energia destes (da ordem 10^{11} eV) ainda baixa, comparada com a energia necessária para produzi-los.

Durante esse trabalho de pesquisa, Lattes preocupou-se com a formação de pessoas altamente qualificadas conforme já frisamos, preocupação essa comprovada pela série de Teses de Mestrado que orientou (E.M. Ciocchetti, J.C. Hadler Neto, J.A. Chinellato, A.C. Fauth), de Doutorado (além das já citadas, acrescenta-se M.S. Mantovani, C. Santos, E.H. Shibuya, J.A. Chinellato, C.D. Chinellato, J.C. Hadler Neto), e de Laurea (G. Bigazzi, A. Michele), no Brasil, nos Estados Unidos e na Itália, quer na área de emulsões nucleares, quer na área de geocronologia.

Este perfil científico de Lattes mostra porque ele é o físico brasileiro mais conhecido no Brasil. Mostra, ainda, porque recebeu as maiores honrarias de todos os cantos do nosso país e, também, do mundo, durante esses 65 anos de vida. Dentre elas, destacam-se o título de Doutor Honoris Causa outorgado pela USP, em 1948, e recebido somente em 1964; o título de "Cavaliere di Gran Croce", *Ordo Capitularis Stellae Argentae Crucitae*, em 1948; o Prêmio Einstein, da Academia Brasileira de Ciências, em 1951; a Medalha de Ouro "Honra ao Mérito", da Rádio Nacional/ESSO, em

1951; o Prêmio Ciências, do Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura, em 1953; o Prêmio Ernesto Fonseca Costa, do Conselho Nacional de Pesquisas, em 1953; o título de Cidadão Carioca, em 1957; o título de Cidadão Paulista Emérito, em 1958; o título de Personagem do Ano, pelo Grêmio Cultural Rui Barbosa, em 1961; a Ordem do Mérito Cultural, da União Brasileira de Escritores, em 1969; o título de Cidadão Honorário de La Paz, Bolívia, em 1972; a Medalha Carneiro Felipe, do Conselho Nacional de Energia Nuclear, em 1973; o Prêmio Moinho Santista (SAMBRA)-Física, em 1975; a Comenda Andrés Bello, outorgado pelo Governador da Venezuela, em 1977; o Prêmio Bernardo Houssay, da Organização dos Estados Americanos, em 1978, os títulos de Doutor Honoris Causa e Professor Emérito, outorgado pela UNICAMP, em 1987, porém ainda não recebidos e, em 1987, o Award in Physics of Third World Academy of Sciences, em Trieste, Itália.

Além dessas honrarias, Lattes foi escolhido patrono e paraninfo de várias turmas de Colandos das mais variadas profissões; é nome de logradouros (ruas e prédios) públicos no Paraná (Mandaquiri, Nova Esperança, Cambira), no Rio de Janeiro (Miguel Pereira, São Gonçalo, Nova Iguaçu). (Por exemplo, o nome do edifício onde se localiza o CBPF, tem o seu nome). Além do mais, é Membro Honorário/Titular/Fundador de várias Sociedades ou Academias Científicas do Brasil e do Mundo; proferiu Colóquios e participou de Seminários em várias Instituições Estrangeiras; foi Membro do Conselho da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, por vários mandatos; foi Membro Consultor do Conselho Latino Americano de Raios Cósmicos; exerceu por três vezes o mandato de Membro da Comissão de Raios Cósmicos da União Internacional de Física Pura e Aplicada; foi também, Membro Titular do Conselho da Sociedade Brasileira de Física; foi Membro da Comissão da Revista *Il Nuovo Cimento*, da Itália; exerceu vários cargos relacionados com ensino da UNICAMP, e possui verbetes na *Encyclopaedia Britannica*, na *Biographical Encyclopaedia of Science and Technology*, de Isaac Asimov, na *Enciclopédia Mirador Internacional*, na *Grande Enciclopédia Delta Larousse* e na *Enciclopédia Delta Universal*.

Antes de concluirmos este trabalho sobre o professor César Lattes, como é mundialmente conhecido, é oportuno fazer uma pequena referência sobre a questão polêmica por ele levantada em 1979-1980, sobre a não-constância da velocidade da luz. Nessa ocasião, Lattes fez uma experiência sobre a difração da luz e notou que a figura dela resultante, se deslocava na medida em que o observador também se deslocava. Tal resultado, o levou a concluir que a mesmo violava o Princípio da Relatividade Restrita Einsteiniana. Essa conclusão foi por ele apresentada em uma reunião polêmica realizada na Academia Brasileira de Ciências, durante a qual ela recebeu crítica por parte de alguns físicos, dentre os quais se destacou Jayme Tiomno. Mais tarde, Lattes reconheceu que havia cometido um engano em sua interpretação sobre o resultado daquela experiência. Contudo, embora Lattes haja se enganado no varejo, talvez a sua intuição física indique que, no atacado, esteja certo. Segundo Mário Schenberg⁽²¹⁾, uma compreensão física mais satisfatória da Teoria da Relatividade necessita de um maior aprofundamento do sentido físico dos conceitos topológicos nela envolvidos. Observa ainda Schenberg, que essa talvez seja a razão pela qual ainda não se conseguiu uma conciliação entre a Gravitação e a Teoria Quântica. Não teria, por tanto Lattes sentido que algo não vai bem com a Relatividade? Porém, ainda não sabemos o quê! Só o futuro apontará a direção certa pressentida por Lattes, acreditamos. (É importante chamar atenção para o fato que o físico búlgaro Stefan Marinov no livro *Eppure si Muove*, escrito em 1977, relata algumas experiências por ele realizadas nas quais há evidências da violação do Princípio da Relatividade Restrita).

Em conclusão, gostaríamos de ressaltar dois aspectos da atitude científica do Professor Lattes. No começo da década de 1950, o então Ministro da Saúde estava interessado em acabar com a malária na baixada fluminense. Para isso, era necessário determinar o alcance médio do voo dos mosquitos transmissores. A técnica então utilizada era bastante rudimentar: pintar os mosquitos. No entanto, a pintura dificultava o voo e a análise do mesmo se tornava incompleta. Gustavo Oliveira Castro, biólogo-ecologista do

Instituto Oswaldo Cruz falou a Lattes sobre esse problema. Lattes apresentou-lhe a solução que consistia na criação dos mosquitos numa solução bem diluída de acetato de tório, pois, ao nascer, o mosquito já estava com o tório e ficava, portanto, marcado pela radioatividade. Depois concluiu Lattes, é só acompanhar as partículas alfa emitidas pelo mosquito e determinar, desse modo, seu alcance médio. Foi um sucesso essa solução.

O segundo aspecto que ressaltaremos do espírito científico do Professor Lattes, é a sua grande capacidade de organizar Grupos de Pesquisa. Além dos grupos por ele organizados e já citados aqui, em 1972, implantou o Grupo de Cronologia da UNICAMP e, em 1975, o Grupo de Detectores Eletrônicos para estudar os muons (e seus respectivos neutrinos) da radiação cósmica. Por fim, após se aposentar, em 1986, do cargo de Professor Titular da UNICAMP, reassumiu seu antigo posto no CBPF e na UFRJ. Está colaborando intensamente na formação de um Grupo de Pesquisa do Departamento de Física da Universidade Federal do Mato-Grosso, (cujo convite para organizá-lo, surgiu por ocasião do "III Encontro de Físicos do Centro-Oeste e Minas", ocorrido em 1985) e continua ativamente participando da Colaboração Chacaltaya-Pamir.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos Professores Edison Hiroyuki Shibuya, do Departamento de Raios Cósmicos, Cronologia, Altas Energias e Leptons, do Instituto de Física "Gleb Wataghin", da Universidade Estadual de Campinas e José Leite Lopes, Diretor do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, pela leitura e crítica, a minha mulher, Professora Célia Bassalo, pela revisão e ao Serviço de Computação da Universidade Federal do Pará, pela edição em Microcomputador deste texto.

BIBLIOGRAFIA

- 1 C.M.G. LATTES - Entrevista com Ricardo G.F. Pinto e Tjerk G. Franken (1976).
- 2 C.M.G. LATTES - My Work in Physics with Nuclear Emulsions. In: Topics on Cosmic Rays (60th Anniversary of C.M.G. Lattes): 1-5. Editora da UNICAMP (1984).
- 3 C.M.G. LATTES - My Work in Mesons Physics With Nuclear Emulsions. In: The Birth of Particles Physics: 307-310. Cambridge University Press (1986).
- 4 H. MUIRHEAD - Encounters With Giulio Lattes. In: Topics on Cosmic Rays (60th Anniversary of C.M.G. Lattes): 14-20. Editora da UNICAMP (1984).
- 5 G.F.S. OCCHIALINI - César Lattes: The Bristol Years. In: Topics on Cosmic Rays (60th Anniversary of C.M.G. Lattes): 6-8. Editora da UNICAMP (1984).
- 6 A. MARQUES - 25 anos da Descoberta do Méson pi. CBPF-CS-001/73 (1973).
- 7 C.M.G. LATTES - Leite Lopes and Physics in Brazil: A Personal Testimony. In: Leite Lopes Festschrift: 3-7. World Scientific. (1988).
- 8 E. SEGRE - Dos Raios-X aos Quarks. Editora da Universidade de Brasília (1987).
- 9 C.N. YANG - Elementary Particles: A Short History of Some Discoveries in Atomic Physics. Princeton University Press (1962).
- 10 S. HAYAKAWA - The Development of Mesons Physics in Japan. In: The Birth of Particles Physics: 82-107. Cambridge University Press (1986).
- 11 J.M.F. BASSALO - Nota Histórica: A Contribuição dos Físicos Brasileiros para o Estudo dos Léptons. Ciência e Cultura, 38 (11):1849-1858 (1986).
- 12 J. LEITE LOPES - Point-counterpoint in Physics: Theoretical Prediction and Experimental Discovery of Elementary Particles. In: Topics on Cosmic Rays (60th Anniversary of C.M.G. Lattes): 27-41. Editora da UNICAMP (1984).

- 13 O. PICCIONI - The Observations of the Leptonic Nature of the "Mesotron" by Conversi, Pancini and Piccioni. In: The Birth of Particles Physics: 222-241. Cambridge University Press (1986).
- 14 J. LEITE LOPES - Feynman e a Física no Brasil. Ciência Hoje, 9(51): 72-73 (1989).
- 15 A. SILVEIRA - A Física Moderna no Rio de Janeiro - Reminiscências. CBPF-CS-001/84 (1984).
- 16 Y. FUJIMOTO - Brasil-Japan Collaboration Experiment at Chacaltaya. In: Topics on Cosmic Rays (60th Anniversary of C.M.G. Lattes): 45-61. Editora da UNICAMP (1984).
- 17 M. TAKETANI - Professor Lattes e a Física no Japão. In: Topics on Cosmic Rays (60th Anniversary of C.M.G. Lattes): 21-26. Editora da UNICAMP (1984).
- 18 G. WATAGHIN - Entrevista com Cylon E.R. Gonçalves da Silva. Ciência e Cultura, 35 (11): 1712-1727 (1983).
- 19 S. HASEGAWA - Preliminary Results on Observation of Genetic Relations Among the Exotic Cosmic Ray Phenomena. In: Topics on Cosmic Rays (60th Anniversary of C.M.G. Lattes): 71-80. Editora da UNICAMP (1984).
- 20 S.A. SLAVATINSKI - Investigation of the Fragmentation Processes of Projectile Hadrons and Jets Production with High P_{\perp} at Energy 10^4 TeV. In: Topics on Cosmic Rays (60th Anniversary of C.M.G. Lattes): 99-121. Editora da UNICAMP (1984).
- 21 M. SCHENBERG - César Lattes: Grande Físico e Personalidade Extraordinária. In: Topics on Cosmic Rays (60th Anniversary of C.M.G. Lattes): 11-13. Editora da UNICAMP (1984).