

Em busca das partículas subatômicas mésons-pi, o brasileiro alcança fama internacional e ajuda a inaugurar a física das partículas elementares. Morto em março, deixou como legado a consolidação científica no país

Por Germana Barata e Flávia Natércia

Partícula fundamental para a estabilidade do núcleo atômico, o méson-pi, descoberto em 1947, vale como imagem do papel que um de seus descobridores, César Lattes, desempenhou no desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil e da física moderna mundial. A trajetória de um dos maiores físicos do Brasil passou por importantes laboratórios dos EUA, Inglaterra, Japão e Bolívia, gerou um efeito multiplicador de talentos, até se firmar, definitivamente, no país que julgou merecedor de seus esforços. Nascido Cesare Mansueto Giulio Lattes, de pais italianos, ele morreu aos 80 anos no último dia 8 de março.

Valendo-se de uma brecha na legislação, aos 16 anos o curitibano Lattes ingressou no curso de física da recém-criada Universidade de São Paulo (USP), onde se graduou aos 19. Um ano depois, foi contratado como terceiro assistente da cadeira de física teórica e matemática na mesma universidade e publicou o primeiro artigo científico, de uma série bem-sucedida, na prestigiada revista *Physical Review*, em 1946. Tratava-se de um estudo sobre a abundância dos elementos do Universo, em colaboração com Gleb Wataghin, físico russo e grande entusiasta do estudo dos raios cósmicos, que na época comandava o departamento de física da USP.

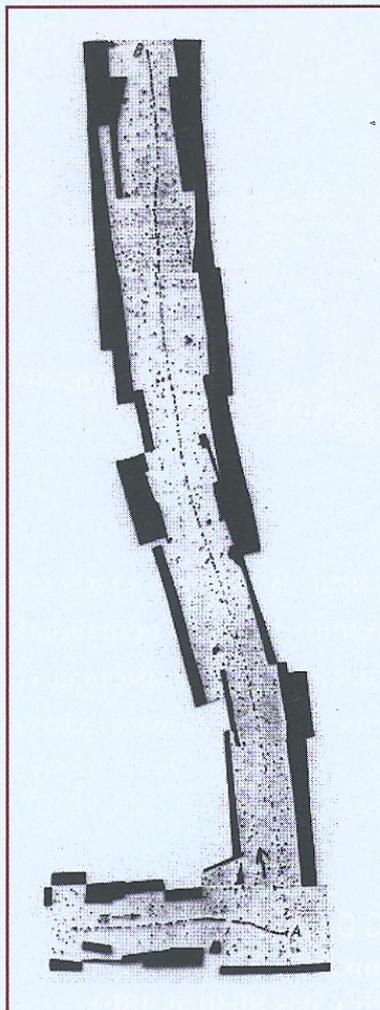
Os raios cósmicos foram investigados pela primeira vez em 1910, pelo físico e padre jesuíta Theodor Wulf, que os denominou “raios de grandes altitudes” e lançou a hipótese de que eles viriam do céu, e não da Terra. Em 1911, o austríaco Victor Hess, com o auxílio de dois assistentes, um balão de hidrogênio e um detector de radiação, fez mensurações desses raios a 5 mil metros de altura. E descobriu que a ionização do ar amplificava-se rapidamente com o aumento de altitude, corroborando a suspeita de Wulf. A princípio, a constatação de Hess foi recebida com

desconfiança. No entanto, na década seguinte, novos instrumentos de mensuração permitiram uma melhor investigação desses raios, partículas que vêm do espaço em altíssimas velocidades e, ao penetrar na atmosfera terrestre, chocam-se com os núcleos dos átomos do ar, provocando sucessivas colisões e uma cascata de partículas.

Consequência da maior eficiência dos equipamentos e de novas pesquisas, a existência de outras partículas veio à luz. Em 1932, Carl David Anderson descobriu o pósitron, a antipartícula do elétron. Seu trabalho trouxe reconhecimento não somente pessoal, como ajudou a consagrar a pesquisa de Hess, com quem dividiu o prêmio Nobel de 1936. Foi ainda por meio do estudo dos raios que o britânico Patrick Blackett e o italiano Giuseppe Occhialini (1907-1993) conseguiram demonstrar experimentalmente que o fóton é composto de um elétron e de um pósitron.

Dupla Intuição

OCCHIALINI, FILHO DE UM FÍSICO de renome, foi pesquisador assistente, entre 1930 e 1937, do Laboratório Arcetri, em Florença, onde deu início aos estudos de raios cósmicos na Itália. Depois foi trabalhar com Blackett no Laboratório Cavendish, em Cambridge, com bolsa do governo italiano. Além da descoberta dos pares elétron-pósitron, ao estudar os chuveiros eletromagnéticos sua equipe descobriu que esses pares podiam ser produzidos por raios gama. Voltou a Florença em 1934, mas não conseguiu suportar o pesado clima político e aceitou uma bolsa de professor visitante no Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Permaneceu na capital paulista até o Brasil entrar na Segunda Guerra, em agosto de 1942. Considerado inimigo, teve



LATTES (à dir.) em foto da década de 1970. Com a inovação introduzida por ele nas chapas de emulsão, que passaram a incluir bórax, foi possível revelar o traço do primeiro evento de méson duplo (à esq.), em 1947

A Escalada de CÉSAR LATTES

UT IN PRODUCTION TUESDAY, MARCH 9, 1948
Official Creation in Berkeley Cosmic Beam Held Major Key to Atom's Mysteries
First Meson Cosmic Ray Is Put In Laboratory Production in West

[9-3-1948]
FOLHA DA MANHÃ

Atribui-se excepcional importancia à descoberta do físico brasileiro Cesare Lattes no dominio atomico

CONSIDERADA O MAIOR ACONTECIMENTO CIENTIFICO DOS ULTIMOS TEMPOS A PRODUÇÃO ARTIFICIAL DE MESONS

DECLARAÇÕES DOS PROFS. WA

[Folha da Manhã, 11-3-1948]

CESAR LATTES DE

Esperado na segunda semana

[A Manhã, 28-2-1948]

CESAR LATTES DE

ARTIFICIAL

A Descoberta

a Fisica Ultra

Ciencia Moderna

RIOCA

A Manhã

o

C

N

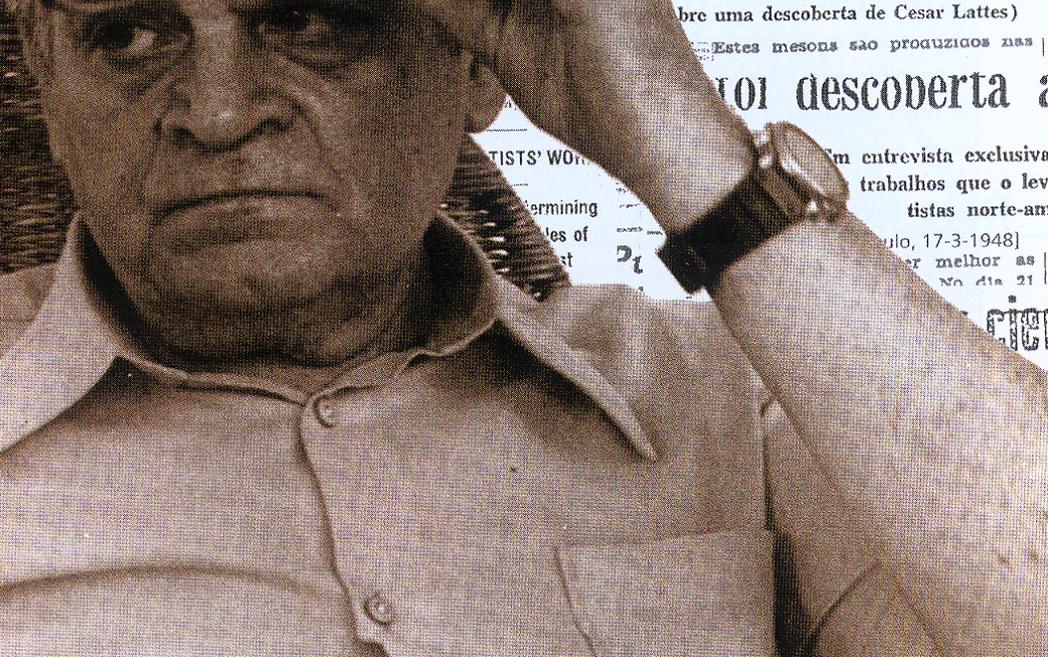
o

o

o

o

A descoberta do cientista brasileiro Cesar Lattes
[Diário de São Paulo, 7-12-1948]
esperado norio o fisico brasileiro CESAR LATTES
[Diário de São Paulo, 7-12-1948]
produção artificial dos mesons
bre uma descoberta de Cesar Lattes)
Estes mesons sao produzidos nas
oi descoberta a



o

CHUVEIRO DE RAIOS CÓSMICOS

de se esconder nas montanhas de Itatiaia. Depois do armistício italiano, em 1943, seguiu para o Rio de Janeiro. Em 1944, voltou à Inglaterra. Tentou juntar-se ao esforço militar, mas foi impedido e acabou se agregando ao laboratório chefiado por Cecil Frank Powell.

Na Inglaterra, Occhialini recebeu fotos que Lattes produzira com uma câmara de Wilson (através da qual é possível analisar a trajetória de raios cósmicos). O físico italiano enviou então ao brasileiro fotos das emulsões que estava desenvolvendo. A composição de emulsões até então utilizadas em chapas para revelar a trajetória de partículas de alta energia deixava muita interferência de fundo nas fotografias, que tinham vida curta. A identificação da trajetória das partículas depende do comprimento, do número e da distribuição dos grãos das fotos. Com esses parâmetros, estimam-se a carga, a massa e a velocidade da partícula em questão. E foi no laboratório H. H. Wills, em Bristol, que Occhialini desenvolveu a técnica para fins científicos em emulsões, antes iguais às de filmes com finalidade apenas fotográfica. Para tanto, modificou sua composição, por tentativa e erro, no laboratório de Powell. O cientista sugeriu a fornecedora Ilford, entre outras coisas, o aumento da concentração de brometo de prata da emulsão, o que foi feito, facilitando a visualização das imagens.

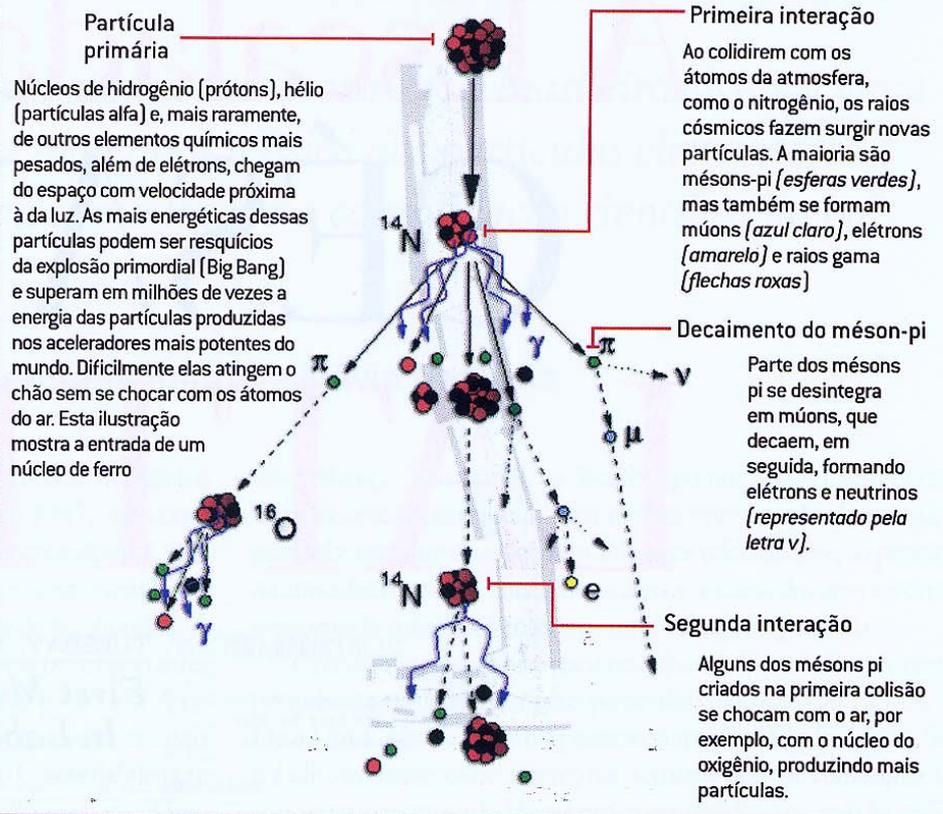
Em 1946, entusiasmado com os resultados obtidos no laboratório, Lattes juntou-se à equipe e ficou encarregado de obter o fator de encolhimento e a relação alcance/energia da nova emulsão com o objetivo de melhorar a detecção de nêutrons. Para tanto,

recebeu uma escassa bolsa de estudos da companhia de cigarros Wills, financiadora da Universidade de Bristol, graças ao empenho de Occhialini e à demanda por físicos experimentais em universidades de pequeno porte. Com humor, Lattes atribuía a esse período sua iniciação no fumo, que lhe amenizava as exigências do estômago e lhe “estimulava o intelecto”. Devido ou não aos efeitos do tabaco, o certo é que o físico brasileiro conheceu então um período de intensa produtividade e teve um de seus melhores *insights*: acrescentar o elemento químico boro à emulsão fotográfica, o que acabou facilitando a identificação do méson-pi.

O boro tem grande capacidade de ab-

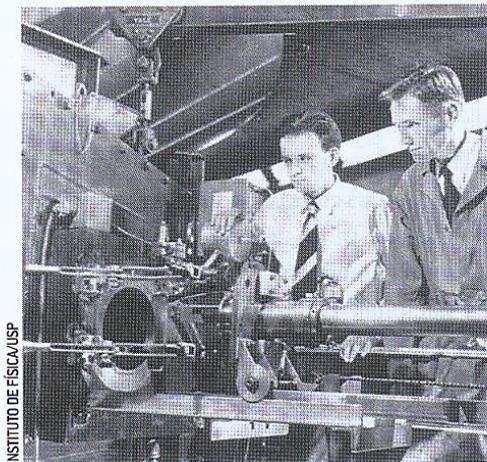
sorver nêutrons. Isso é, ao haver a colisão de um nêutron com o núcleo atômico do boro, ocorre a desintegração deste em dois átomos de hélio e um de trítio (um hidrogênio pesado). Relevante também é o fato de que os aceleradores de partículas mais potentes da época emitiam radiação alfa. Os raios alfa são compostos por dois prótons e dois nêutrons. Em contato com as emulsões, os prótons deixavam rastro, os nêutrons não. O físico brasileiro acreditava que o choque do boro com o nêutron poderia ficar registrado de maneira clara na emulsão.

As chapas com bórax, confirmando os resultados previstos pelo brasileiro, preservaram a imagem por mais tempo e permitiram a captação de um número maior de eventos. E, mais importante: foi possível flagrar a imagem de duas partículas, uma de maior massa que se desintegrava em outra, mais leve. Em 1947, os cientistas as interpretaram como sendo mésons, a comprovação da existência da força nuclear forte, prevista na década anterior por Hideki Yukawa, que acabaria recebendo o Nobel de Física de 1949. “Foi preciso que o Occhialini e eu



Resumo/Méson-pi

- Em 1947, César Lattes, Giuseppe Occhialini e Cecil F. Powell confirmam a existência dos mésons, partículas subatômicas cuja existência havia sido prevista em 1935 por Hideki Yukawa.
- A descoberta foi possível graças a uma modificação das chapas de emulsão proposta por Lattes, que decidiu agregar bórax a elas. Expostas nos Pirineus e no Monte Chacaltay, na Bolívia, as chapas revelam a desintegração do méson em múons e neutrinos.
- Em 1948, Lattes e Eugene Gardner detectam a liberação de méson-pi no ciclotron de Berkeley. Apesar da importância das descobertas, Lattes e Gardner não recebem o Prêmio Nobel, concedido a Yukawa em 1949 e a Powell em 1950.



INSTITUTO DE FÍSICA/USP

LATTES E GARDNER detectaram mésons-pi liberados artificialmente no ciclotron de Berkeley. Acima, observam equipamento para produção das partículas

chegássemos lá (a Bristol) para tirar o Powell de 20 anos de trabalho com emulsões fotográficas que podem ser compradas na loja”, dizia o brasileiro.

A força forte prevista por Yukawa é hoje considerada uma das quatro forças fundamentais da física. Ela mantém o núcleo dos átomos estáveis, e os mésons-pi (ou píons) representam uma materialização efêmera da energia que sustenta a coesão nuclear. Os mésons-pi costumam ter vida curta. Assim como vêm, vão. Rapidamente se transformam em outras partículas: os múons (ou mésons-mi) e os neutrinos. O píon é o mediador da força forte. A descoberta rendeu dois artigos de Lattes, Occhialini e Powell na revista *Nature*, em 1947. No entanto, a fim de conseguir comprovação científica mais sólida e confirmar a descoberta, eles ainda precisavam obter mais mésons, um maior acúmulo de evidências. “Nesses níveis micro, nano ou picoscópicos, a existência de qualquer achado é contestável, de acordo com o princípio da indeterminação de Heisenberg”, afirma o físico Edison Shibuya, professor do Instituto Gleb Wataghin, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Shibuya foi orientado por Lattes e trabalhava a seu lado na Unicamp.

Ainda durante sua estada em Bristol, e ciente de que quanto maior a altitude, mais intenso o “chuveiro” de raios cósmicos,

LATTES (ao centro) retornaria várias vezes ao Monte Chacaltaya, na Bolívia, onde detectou a presença de partículas subatômicas

Lattes localizou o local perfeito para uma nova investida. A 5.500 metros de altitude, em La Paz, Bolívia, havia o Monte Chacaltaya, para onde viajou no mesmo ano. Nos Andes, ainda em 1947, conseguiu cerca de 30 pares de mésons, fortalecendo as evidências da existência do méson-pi. Essa nova partícula modificou a compreensão da estrutura da matéria até então vigente. Prótons, nêutrons e elétrons ganharam a companhia de uma imensa “fauna” subnuclear, composta por mais de 300 partículas, graças ao “pioneiro” méson-pi.

“Para que partículas como os mésons-pi se materializem, é preciso ‘chacoalhar’

o núcleo de um átomo; raios cósmicos e aceleradores de partículas produzem esse efeito”, explica Shibuya (ver quadro na pág. 46). Além dos mésons-pi, diversas novas entidades foram identificadas a partir de colisões provocadas em aceleradores de partículas. O primeiro passo foi a detecção, em parceria com Eugene Gardner (1913-1950), dos mésons liberados no ciclotron de Berkeley (EUA), o acelerador mais potente disponível na época.

A constatação da existência de mésons artificiais causou surpresa geral. Trabalhando lá fazia algum tempo, os cientistas locais ainda não os haviam detectado. Mas, em



Divulgação/Unicamp

A CÉSAR O QUE É DE CÉSAR

A HISTÓRIA REGISTRA QUE A HUMANIDADE elabora modelos para tentar descrever a matéria. Os gregos chamaram de átomo o constituinte fundamental da matéria. Com o desenvolvimento da ciência e a subsequente evolução da tecnologia, o modelo atômico foi sendo aperfeiçoado para o modelo nuclear, onde o átomo seria constituído de um núcleo rodeado por elétrons. O núcleo por sua vez seria constituído de partículas denominadas prótons e nêutrons. Enquanto os elétrons e prótons exibem a propriedade denominada carga elétrica, os nêutrons aparentam ausência desta propriedade, daí o seu nome. Esse era o conhecimento no início da década de 1930 sobre a estrutura do átomo.

Experiências com fenômenos elétricos e magnéticos haviam mostrado que cargas elétricas de mesmo sinal se repelem, enquanto cargas elétricas de sinais opostos se atraem. Assim, os cientistas se perguntavam como seria possível que o núcleo constituído por prótons e nêutrons permanecessem estáveis. Afinal os átomos de vários elementos químicos, por exemplo o carbono, parecem existir há milhões de anos terrestres. Seria o nêutron o responsável pela coesão do núcleo? Como?

Quando foram observadas partículas em raios cósmicos, atualmente denominadas múons, com algumas propriedades previstas pelo físico japonês Hideki Yukawa, os cientistas supuseram que haviam encontrado a "cola nuclear", ou seja, o responsável pela coesão das partículas no núcleo.

Cesare Mansueto Giulio Lattes, mais conhecido como César Lattes, brasileiro de Santa Felicidade, arredores de Curitiba, foi incumbido de viabilizar o estudo dos nêutrons com a técnica de espessas películas fotográficas, vulgo emulsões nucleares. Para isso, solicitou a inclusão do composto químico bórax (constituído pelo elemento químico boro), com o objetivo de liberar os nêutrons através de colisão do elemento químico hélio com o boro. Observou que a inclusão do bórax estabilizava a imagem latente das emulsões, retardando o processo químico de recombinação dos íons produzidos por partículas ionizantes nelas. Esta observação foi decisiva para que encontrasse a partícula com todas as propriedades previstas por Yukawa.

Acredita-se que essa partícula, atualmente denominada pión, seja a responsável pela chamada força forte. O pión desaparece rapidamente, transformando-se em múon e em outra partícula neutra, o neutrino. O processo de transformação do pión em múon e neutrino é conhecido pelo termo técnico decaimento, regulado pela denominada força fraca.

A perspicácia e intuição demonstradas por César nesse episódio foram novamente aplicadas para que ele encontrasse os sinais do pión e do múon em colisões provocadas por partículas aceleradas em máquinas eletromecânicas. Como consequência destas e de outras descobertas subsequentes em raios cósmicos e em máquinas aceleradoras de partículas, abriu-se uma nova área de estudos, a física das partículas elementares. Assim, torna-se claro o papel do cientista César Lattes nesse episódio.

Em continuidade, foram constituídos dois projetos, um no final da década de 1950 e outro no final dos anos 1990. No primeiro, inspirado pela observação do pión, Yukawa propôs a Lattes estudar o fenômeno de produção múltipla de mésons no Monte Chacaltaya, através de uma cooperação científica internacional denominada Colaboração Brasil-Japão de Raios Cósmicos (CBJ). Nada mais apropriado devido à tradição implantada no Brasil por Gleb Wataghin, que postulou o fenômeno da produção múltipla de partículas e o comprovou com seus colaboradores brasileiros Marcello Damy de Souza Santos e Paulus Aulus Pompéia. O segundo projeto envolve cerca de 20 nações, é denominado Projeto Auger e ainda está em fase de montagem nos pampas argentinos.

A Colaboração Brasil-Japão de Raios Cósmicos, também conhecida pelas siglas CBJ, expôs 22 detectores denominados câmaras de fotoemulsões-chumbo que registram os traços das partículas ionizantes produzidos em sua grande maioria por vários píons, que por sua vez foram produzidos em colisões de partículas constituintes dos raios cósmicos. Dependendo da energia da colisão, a produção múltipla de píons parece ocorrer em 3 conjuntos diversos com características próprias. A esses conjuntos deu-se o nome genérico de "Bolas de Fogo", utilizando o termo adotado pelo físico italiano Giuseppe Cocconi. Os 3 conjuntos foram batizados por Lattes com palavras do tupi-guarani, Mirim, Açu e Guaçu, e que nos experimentos de máquinas foram condensados em duas categorias, eventos de "scaling" e eventos de quebra de "scaling", sendo que o termo "scaling" foi cunhado a partir dos trabalhos do físico americano Richard Feynman. A categoria de eventos Guaçu parece apresentar uma subestrutura, chamados provisoriamente de eventos Centauro pela CBJ.

Essa situação atual é fruto das descobertas da estabilização da imagem latente com o uso do bórax no Monte Chacaltaya, que propiciaram a confirmação da existência do pión em experiências de máquinas aceleradoras de partículas e alavancaram os estudos sobre a estrutura da matéria, inaugurando a área de física das partículas elementares com as observações feitas por César Lattes. Conclusão: A César [Lattes] o que é de César [Lattes].

apenas 15 dias, Lattes, latino-americano de apenas 23 anos, e Gardner, físico já bastante doente, observaram algo que escapara a seus colegas. A liberação artificial de mésons-pi foi amplamente divulgada na mídia americana e, por consequência, na nacional. De volta ao Brasil, o físico brasileiro foi recebido como herói.

A intuição de Lattes não se restringia a experimentos científicos, segundo Shibuya. Prestes a tomar o avião da Inglaterra para a Bolívia, Lattes teria preferido, sem motivo aparente, embarcar em um vôo da recém-inaugurada Panair do Brasil, e não da tradicional British Airways, que decolava um pouco antes. Em escala em Dacar, na África, Lattes viu o avião britânico spatifado na pista, acidente que matou todos a bordo.

Desprezo Acadêmico

EMBORA A PARTICIPAÇÃO de César Lattes tenha sido crucial para a descoberta dos mésons, não foi suficiente para receber o reconhecimento da Academia Real da Suécia. Em 1950, Powell recebeu o Nobel de Física pela pesquisa da partícula através do método fotográfico de estudo de processos nucleares. Acredita-se que Gardner teria recebido o prêmio pela descoberta do méson liberado artificialmente, se não tivesse morrido de beriliose (doença causada por exposição ao berílio, elemento radioativo) em 1950. A seqüência de prêmios Nobel para estudos relacionados à estrutura do núcleo levava a crer que ele seria o premiado em 1951. O próprio Lattes recebeu uma carta da comissão da Academia Sueca demonstrando interesse pelo trabalho da dupla. Sobre a não indicação ao prêmio Nobel, Lattes costumava se resignar com a seguinte afirmação: "Imagine se eu tivesse ganho o prêmio Nobel, minha carreira estaria encerrada. Teria de ficar escrevendo cartas de recomendação pelo resto da vida".

Avesso a titulações e homenagens, Lattes acreditava que a fase mais produtiva e criativa do cientista se confunde com seu aprendizado. Nos últimos tempos,

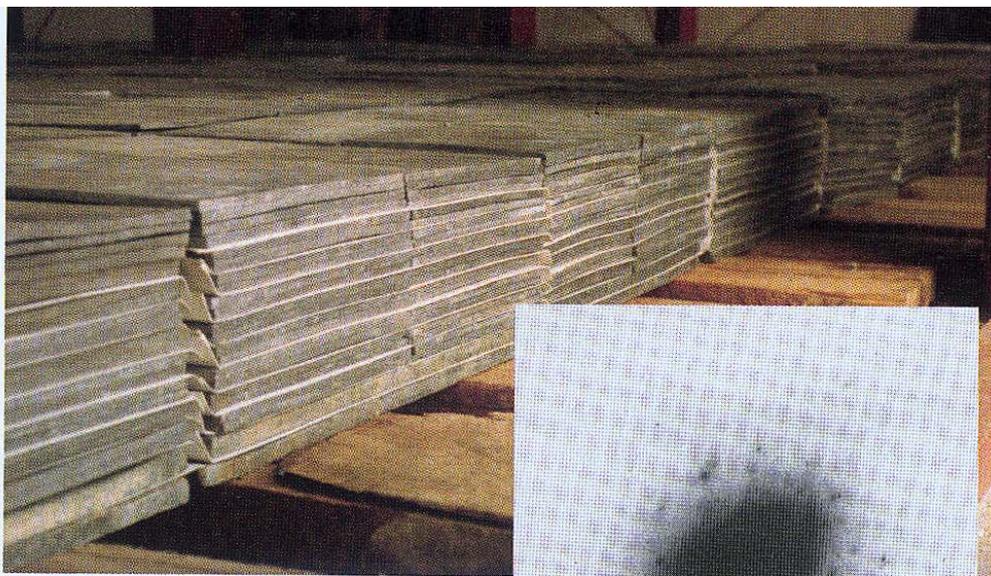
lamentava que os cientistas se tornassem profissionais somente aos 30 ou 40 anos. Quando chegou a essa idade, ele já tinha protagonizado importantes avanços no conhecimento da física.

Ciência Nacional

DEPOIS DE PASSAR alguns meses em Berkeley, Lattes voltou ao Brasil, onde ajudou a fundar, em 1949, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), juntamente com José Leite Lopes e com o aval de representantes do governo e dos militares. Também teve papel importante como catalisador de inúmeras iniciativas que alavancaram o desenvolvimento da física moderna, colocando a ciência e a tecnologia na pauta da política nacional.

A reforma universitária que se seguiu tornou a pesquisa parte das prioridades das instituições de ensino superior. Lattes participou da fundação da primeira agência de fomento à pesquisa, o atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), em 1951. Teve influência também em outros desdobramentos, como a criação do Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e, em 1968, do Instituto de Física Gleb Wataghin da Unicamp, onde foi inaugurada profícua colaboração com o Japão, que se estende até hoje. Mais recentemente, o Brasil passou a integrar o projeto do Observatório Pierre Auger, no qual detectores no Hemisfério Sul, conectados em rede, procuram decifrar a origem dos raios cósmicos de energias macroscópicas, superiores a 10^{19} elétron-volts. “Lattes, depois de acumular sucessos pelo mundo, foi a pessoa que conseguiu convencer políticos e empresários de que investir em ciência valia a pena”, observa Alfredo Marques de Oliveira, físico aposentado do CBPF e ex-parceiro de Lattes.

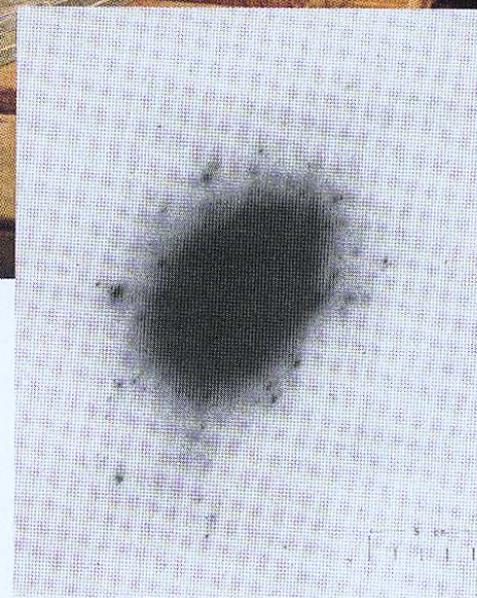
No cenário internacional, o estudo dos mésons-pi dialoga com as duas grandes teorias da física do século XX, a mecânica quântica e a relatividade, e tem relação direta com os projetos mais ambiciosos da



ACIMA, AS CHAPAS DE EMULSÃO utilizadas por Lattes e colegas. No detalhe, registro da família Andrômeda, de altíssima energia, estimada em 20 mil TeV

física contemporânea. De um lado estão os que envolvem a compreensão da origem das partículas de altíssima energia vindas do espaço. De outro, a unificação das forças nuclear forte, fraca, eletromagnética e gravitacional no que seria a “teoria de tudo”, que depende de pesquisas com raios cósmicos e aceleradores de partícula cada vez mais potentes. Ambos remetem, direta ou indiretamente, à formação da matéria e do Universo. Voz dissonante na comunidade de físicos, Lattes era crítico assumido do Modelo Padrão e da relatividade de Einstein, entre outros motivos, porque o físico alemão teria se apropriado da equação mais famosa do mundo ($E=mc^2$), definida anteriormente por Henri Poincaré.

Até recentemente, Lattes continuava freqüentando o CBPF e acompanhava o curso das pesquisas da cooperação Brasil-Japão. Um dos estudos em andamento ali é a produção múltipla de mésons. Esses eventos, mais conhecidos como Centauro, constituem hoje pesquisa de ponta. Observados em detectores de raios cósmicos em



1971, pela colaboração de cientistas brasileiros e japoneses, essas famílias atmosféricas são uma cascata de partículas bastante carregadas que entram na atmosfera e, quando atingem os detectores de raios cósmicos, revelam-se mais numerosas na base do que no topo, diferentemente do que se esperaria de uma típica colisão de raios cósmicos. A origem e o comportamento dos Centauro ainda são um mistério. Entre as possíveis explicações, há a de que surgem quando, por causa de energia extremamente alta, a força nuclear forte entre as partículas se comporta de forma inesperada. Outra explicação seria a geração de um miniburaco negro pela radiação cósmica, que acaba explodindo e sendo revelado no detector.

Germana Barata e Flávia Natércia são jornalistas

PARA CONHECER MAIS

César Lattes: descobrindo a estrutura do Universo. Entrevistado por Jesus de Paula Assis. Editora da Unesp, 2001.

César Lattes 70 anos: a nova física brasileira. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, 1994.

Processes involving charged mesons. C. M. G. Lattes, H. Muirhead, G. P. S. Occhialini e C. F. Powell, em *Nature*, vol. 159, págs. 694-7, 1947.

Observations on the tracks of slow mesons in photographic emulsion. C. M. G. Lattes, G. P. S. Occhialini e C. F. Powell, em *Nature*, vol. 160, págs. 453-6 e 486-92, 1947.

Production of mesons by the 184-inch Berkeley cyclotron. E. Gardner e C. M. G. Lattes, em *Science*, vol. 107, págs. 270-1, 1948.