

CBPF-CS-005/88

RICHARD FEYNMAN E A FÍSICA NO BRASIL

por

J. Leite LOPES

Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF/CNPq
Rua Dr. Xavier Sigaud, 150
22290 - Rio de Janeiro, RJ-- Brasil

Encontrei Richard Feynman em 1949 no Instituto de Estudos Avançados de Princeton, nos Estados Unidos.

Para aquele Instituto havia-me dirigido a convite de seu Diretor, Robert Oppenheimer, quando fui contemplado com uma bolsa de pesquisas pela Fundação Guggenheim. Era o mês de fevereiro da quele ano. Nos três anos anteriores havia eu desenvolvido esforços para que na Universidade do Brasil (a Universidade Federal do Rio de Janeiro àquela época) se organizasse um grupo de pesquisas em física nuclear e de partículas, no domínio da física teórica e da física experimental. Desde o meus anos de doutoramento na Universidade de Princeton havia mantido contacto com Cesar Lattes, que estava na Universidade de Bristol, na Inglaterra. Ao regressar de Princeton em 1946, com o apoio de Joaquim da Costa Ribeiro, sugeri a Lattes que viesse para o Rio, para a Faculdade Nacional de Filosofia, pois que em Física Experimental, a Universidade de São Paulo - de onde saíra Lattes - já contava com duas equipes de valor, a de Marcello Damy de Souza Santos (que posteriormente instalaria na USP um betatron) e a de Oscar Sala (que instalaria tam - bém anos depois um acelerador Van De Graaff). No Rio de Janeiro, foram pioneiras no Brasil, as pesquisas experimentais em física do estado sólido, conduzidas por Costa Ribeiro e seus colaboradores (Armando Dias Tavares, Elisa Frota Pessoa), na FNFi que conduziram à descoberta do efeito Costa Ribeiro, e por Bernhard Gross, Francisco Mendes de Oliveira Castro e colaboradores (entre os

quais Plínio Sussekind Rocha e Leda Lacerda) no Instituto Nacional de Tecnologia . Para estabelecer uma equipe experimental em física nuclear, parecia-me importante a vinda de um jovem físico como Cesar Lattes para instalar os laboratórios necessários e atrair e formar pesquisadores nas novas técnicas.

A luta tornou-se mais fácil com a descoberta dos pions na radiação cósmica pela equipe de Bristol, na qual Lattes trabalhava ao lado de Cecil Powell e Giuseppe Occhialini. Pelo Rio havia passado Lattes no início de 1947, trazendo emulsões nucleares para serem expostas em Chacaltaya, na Bolívia, no Laboratório de Física Cósmica a 5000 metros de altitude - na ocasião discutíamos física e a situação da física no Brasil.

Em 1948, passou novamente Lattes pelo Rio, indo para o Laboratório de Radiação da Universidade da Califórnia em Berkeley e logo depois, em colaboração com Eugene Gardner, detectou pions produzidos no acelerador de protons de Berkeley. Acontecimento importante na física, a descoberta dos pions e da desintegração pion-muon, juntamente com os trabalhos de Marcello Conversi e colaboradores na Itália, sobre captura de mesons da radiação cósmica, marcaram o nascimento da física das partículas independente da física nuclear, após período de fraca atividade científica durante a Segunda Guerra Mundial.

Paralelamente, constatávamos as enormes dificuldades para instalar na Universidade do Brasil uma equipe de física nuclear experimental. Não havia apoio nem dotações orçamentárias para isso e o DASP (Departamento Administrativo do Serviço Público) impedia a adoção do regime de tempo integral no serviço público federal -

indispensável para que tivessem os pesquisadores alguma tranquilidade para o trabalho de investigação científica, regime esse já adotado na USP. Embora pudesse contar com jovens físicos teóricos que esperava atrair para o Rio - como Jayme Tiomno que seguira para a Universidade de Princeton, e outros que começava a formar - parecia-me indispensável instalarmos no Rio de Janeiro um centro de física nuclear e de partículas, com experimentadores e físicos teóricos, que pudesse realizar intercâmbio com as equipes que começavam a crescer em São Paulo e que pudesse contribuir para atrair, para a física, jovens do Brasil e de outros países da América Latina.

No meio dessas dificuldades e dos projetos em andamento de ida para os Estados Unidos de vários físicos, surgiu o meu encontro com o Ministro João Alberto Lins de Barros, a quem me levou seu irmão Nelson Lins de Barros. Nelson, que trabalhava no Consulado do Brasil em San Francisco, me foi enviado por Lattes para saber da situação e das perspectivas da física no Rio de Janeiro. Ao comunicar a João Alberto as dificuldades com que me defrontava disse-me ele - um dos líderes políticos mais lúcidos e inteligentes que conheci - : "Temos de fazer a física nuclear no Rio de Janeiro, custe o que custar".

Foi assim lançada a idéia de fundar-se uma instituição privada - o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - já que as portas não se abriam na Universidade do Brasil para esse setor. Com a ajuda de figuras como João Alberto, o Almirante Alvaro Alberto, o deputado Ewaldo Lodi, o economista Romulo Almeida, Guilherme Guinle, Mario de Almeida, entre outros, e o prestígio de Lattes, fundou-se o CBPF a 15 de janeiro de 1949.

Na mesma época, dada a repercussão dos trabalhos sobre os pions, foi aprovada a iniciativa que Costa Ribeiro e eu tomamos para que fosse criada a cátedra de Física Nuclear na Universidade do Brasil, o que foi feito, por aprovação do Congresso, de mensagem enviada neste sentido pelo Presidente Eurico Gaspar Dutra, tendo sido nomeado Cesar Lattes para ocupar a cátedra.

Fui, então, para o Instituto de Estudos Avançados de Princeton, para trabalhar e também procurar laços de colaboração necessários à instituição recém-criada.

Na primavera de 1949, reunimo-nos em Princeton, Cesar Lattes, que veio de Berkeley, Hervásio de Carvalho, que veio de Washington, Jayme Tiomno, Walter Schutzer e eu, que estávamos em Princeton para discutir idéias e projetos.

Em Princeton, estavam em 1949, ou por lá passavam, físicos dos melhores do mundo: além de Albert Einstein, Hermann Weyl, John Von Neumann, C.N.Yang, Abraham Pais, Freeman Dyson e de Eugene Wigner, John Wheeler, e Valetin Bargman, ali estavam dois físicos japoneses Hideki Yukawa, e S.Tomonaga, Oskar Klein, Wolfgang Pauli, o mexicano Manuel Sandoval Vallarta. E seminários em cadeia eram oferecidos por Niels e Aage Bohr, Christian Moeller, Victor Weisskopf, Richard Feynman entre tantos outros. Oppenheimer mantinha intensa atividade e comandava talvez o mais importante centro de física teórica do mundo, àquela época, e com ele com Wheeler e com Yukawa, discutíamos sobre a física no Brasil.

II

No ano de 1948, a física teórica tinha acabado de receber uma contribuição da mais alta importância graças aos trabalhos de Richard Feynman, de Julian Schwinger e de Shin-Ichiro Tomonaga. Já em 1943, Tomonaga havia publicado em japonês, seu trabalho sobre uma formulação relativisticamente invariante da teoria quântica dos campos, na revista Riken Ihō vol.22, pag.545(1943). Somente depois da guerra, Tomonaga publicou esse trabalho em inglês na revista Progress of Theoretical Physics, editada em Osaka e Kyoto, seguido de vários outros.

Independentemente, Julian Schwinger publicava em 1948 na revista americana Physical Review, trabalhos sobre o mesmo assunto e chegando essencialmente a resultados equivalentes aos da equipe de Tomonaga.

Ao lado deles, e por um método diferente, Richard Feynman, com a sua singular originalidade, reconstruía a mecânica quântica e a teoria quântica dos campos. Seu primeiro trabalho, "Space-Time Approach to Quantum Mechanics", apresenta uma formulação, diferente da usual, da mecânica quântica, não-relativista e já aí, é introduzido o postulado segundo o qual a contribuição de um caminho possível à probabilidade de que uma partícula tenha um caminho numa região do espaço tempo (quadrado absoluto da soma de contribuições de cada caminho na região) é uma exponencial cuja fase imaginária é a ação clássica para esse caminho.

A contribuição total de todos os caminhos que chegam do passado ao ponto (x, t) , Feynman mostra que é a função de onda $\Psi(x, t)$, que satisfaz à equação de Schrödinger.

Em 1949, aparece em seguida, o primeiro de um conjunto de artigos de Feynman que tratam dos problemas de eletrodinâmica quântica, no qual ele analisa o comportamento de elétrons e pósitrons em potenciais externos fixos, desprezando suas interações mútuas. Neste trabalho, ele introduz a famosa interpretação dos estados de energia negativa como ondas que se propagam dos potenciais para trás no tempo, e que são traduzidas como um pósitron se propagando para o potencial, para o futuro. Um elétron que se propaga para a frente no tempo é um elétron ordinário; se ele é espalhado para trás no tempo, o processo corresponde à aniquilação de um par elétron-pósitron. No segundo artigo, denominado Space Time approach to quantum electrodynamics o tratamento é estendido à interação de elétrons e pósitrons com fótons. Daí resultaram os famosos diagramas de Feynman e as chamadas regras de Feynman para, com eles se escreverem as amplitudes de processos quânticos envolvendo essas partículas.

Foram contribuições que afetaram em profundidade, a teoria quântica dos campos, as de Feynman, e que se estenderam a vários domínios da física ultrapassando de longe o objetivo inicial, o cálculo do "Lamb shift" e a eliminação de divergências na eletrodinâmica. Não é aqui o lugar apropriado para uma análise da obra científica de Richard Phillip Feynman.

De uma visão genial, regada por uma intuição e imaginação férteis, concebeu (no Rio de Janeiro, em 1953) o seu célebre trabalho sobre a superfluidez do hélio líquido, agilizou domínios da física do estado sólido, da física nuclear, dos sistemas de muitas partículas, com os seus diagramas, criou a formulação da mecânica quântica pela teoria das integrais funcionais - as famosas integrais de caminho - que se mostrou instrumento poderoso em do-

domínios desde a mecânica estatística até as modernas teorias de campos de calibre.

Além de suas memórias originais, foi notável escritor de importantes livros - desde a eletrodinâmica quântica, à teoria dos processos fundamentais, à mecânica estatística, às interações eletromagnéticas de hadrons, até o seu famoso conjunto de Lições de Física uma série de volumes em que aborda, de maneira original, to dos os ramos fundamentais da física.

III

Depois de breve visita ao Brasil em meados de 1949, a convite de Lattes e Tiomno, regressou Feynman ao Rio de Janeiro a nosso convite para passar seu ano sabático no CBPF, de setembro de 1951 a maio de 1952. Transferiu-se na ocasião, da Universidade de Cornell para o CALTECH (California Institute of Technology) mas, segundo me disse, obteve permissão desta última instituição para passar antes um ano no CBPF.

Em 1951, houve uma ressonância de atividades notáveis no Rio de Janeiro. Graças a uma doação do banqueiro Mario de Almeida, inaugurou o CBPF seu pavilhão no campus da Praia Vermelha da Universidade do Brasil, que nos cedera terreno e nos dera mandato universitario para realizar cursos avançados (os primeiros cursos de pós-graduação no Brasil, que só mais tarde viriam a ser sistematizados e assim denominados).

No mesmo ano, concedeu a UNESCO uma importante ajuda ao CBPF enviando missão científica integrada pelos físicos Giuseppe Occhialini, Ugo Camerini, Gert Molière e Hans Joos; técnicos em eletrônica e alto vácuo, respectivamente G.Heppe Helmut Schwartz; e nos

deu quantidades de bonus para a nossa biblioteca (atualmente uma das melhores da América Latina).

Ao mesmo tempo, bacharelavam-se em física na Universidade de Buenos Aires, Daniel Amati e Alberto Sirlin e a eles, por sugestão da física argentina Estrella de Matthov, concedemos uma bolsa de pesquisa. Dos Estados Unidos, chegava com bolsa Charles Dubbs e vários eram os jovens latino-americanos que vinham para o CBPF atraídos pela nova instituição e suas atividades.

No CBPF resolveu integrar-se permanentemente Guido Beck, notável físico austríaco, que trabalhava com Heisenberg, que estava na Argentina e que já havia estado na Faculdade Nacional de Filosofia a convite de Costa Ribeiro e de mim mesmo.

No CBPF, Feynman deu um curso sobre Física Nuclear, e na FNFi, um curso sobre eletromagnetismo. Com ele colaborei numa investigação sobre a teoria do campo mesônico pseudo-escolar e a descrição de algumas propriedades do deuteron, uma colaboração na qual conheci as suas extraordinárias habilidades de cálculo apoiadas a uma visão física intuitiva excepcional.

No ano de 1952, realizou-se um Simpósio sobre as Novas Técnicas de Pesquisa em Física, sob os auspícios do recém-criado Conselho Nacional de Pesquisas e da Academia Brasileira de Ciências e ao qual compareceram físicos do calibre de Eugene Wigner, Isidor Rabi, Emilio Segre, David Bohm (então na USP), P. Budini, Sergio De Benedetti, Martin Deutsch, Ralph Schiller, R.G. Herb, R. Gans, R. Oehme e W. Macke (ambos então no Instituto de Física Teórica de São Paulo), Manoel Vallarta, Marcos Moshinsky, F. de Alba, José Balseiro, Philip Smith, Herbert Anderson, John Marshall e Leona Marshall para só citar os que vieram de fora.

Os três últimos físicos ficaram mais tempo no CBPF, integrando a missão que viera ao Brasil para iniciar os trabalhos de construção do sincrotron de protons de 400 MeV, similar ao da Universidade de Chicago, e encomendado pelo CNPq para o CBPF (levaram dois anos os trabalhos deste importante projeto que infelizmente foi abandonado pelo CNPq após a saída de Alvaro Alberto de sua presidencia na crise política de 1954).

IV

Em todas essas atividades destacara-se Feynman pela sua capacidade de trabalho e pelo seu interesse e afeição pelo CBPF. De nossos seminários, participava ativamente e assistia a cursos e conferências.

Em 1953, quando passou três meses, novamente no CBPF, formulou a sua teoria da transição do helio líquido. Interessou-se pelo ensino da física no Brasil e, em conferência na FNFi fez uma análise crítica dos livros de texto adotados no curso secundário de física em nosso país. Com Feynman, discutimos muito, Tiomno e eu, sobre esta questão básica.

Notável foi o curso que ofereceu sobre cálculo na Escola Nacional de Engenharia.

Ainda em fins de 1951, compareceu à reunião da SBPC em Belo Horizonte, onde interagiu com cientistas de várias áreas, interessando-se particularmente pela vegetação tropical.

Lembro-me de que na reunião da SBPC, após excursão pelos arredores de Belo-Horizonte, onde percebeu crianças pobres

abandonadas, retirou-se de um jantar na Pampulha quando, ao som de música, pomposamente entravam autoridades locais.

Era um homem generoso, misturados os seus sentimentos de grandeza com as qualidades - e as eventuais excentricidades - de um espírito excepcional. Encantado com a música popular brasileira tornou-se um mestre na arte da percussão, aprendeu a tocar tambores e pandeiros, desfilou no carnaval de 1952 em uma pequena escola de samba tocando uma frigideira com uma colher. Adorou as festas de Carnaval, compareceu ao Baile do Teatro Municipal fantasiado de Mefistofeles e neste baile foi buscar a saída de incendio, uma preocupação que tinha em tais ambientes, quando encontrou a porta fechada a chave - de cujo paradeiro não tinham a menor idéia os auxiliares da portaria.

Em uma das sessões da Academia Brasileira de Ciências à qual compareceu para falar de seus trabalhos, apresentou sua comunicação em português. Estranhou mais tarde em publicação que fez de suas memórias, que membros da Academia tivessem apresentado seus trabalhos em inglês - o que era hábito da Academia sempre que nesta estava presente um cientista estrangeiro. Mas isto não o impediu evidentemente de aceitar ser membro correspondente da Academia e de a ela voltar para apresentar trabalhos, como quando anos mais tarde apresentou resultados de pesquisas originais em biologia. Pois Feynman disse-me que quando chegou a vez de tomar novo ano sabático, em 1958, ao invés de sair para trabalhar em outro laboratório, preferiu ficar em Pasadena e trabalhou em biologia - uma viagem de um domínio da ciência para outro, sem sair do lugar onde estava.

Em várias cartas que me escreveu referia-se afetuosamente ao Brasil e ao CBPF. E quando a biblioteca do CBPF se incendiou em 1959, doou livros e revistas e escreveu a seus colegas nos Estados Unidos pedindo doações para a nova biblioteca do CBPF.

Quando me escrevia, quase sempre terminava a carta dizendo "eu tenho saudades do Brasil."

Para concluir, permito-me, citar duas notas pitorescas. A primeira, em 1953, quando retornou ao Rio, casado, e sua esposa, especialista em história da arte, aparentemente exigia dele que se vestisse com paletô e gravata. O que nos fez trivialmente deduzir quando chegava um dia em mangas de camisa, que a sua esposa havia viajado - dedução correta pois ela havia seguido para conhecer a arte inca na Bolívia e no Peru.

A outra nota foi esta: no dia 29 de junho de 1953 chegavam ao Rio de Janeiro, de navio, Oppenheimer e sua esposa a convite do CNPq e do CBPF. Quando nos dirigimos para o cais do porto para cumprimentá-los, no fim da tarde, os céus do Rio de Janeiro pipocavam com fogos e foguetes, pois era dia de São Pedro. O que fez Feynman me dizer: "espero que Oppenheimer não pense que esses fogos são em homenagem à sua chegada".

A última vez que estive com Feynman foi há cerca de dez anos quando o convidei, em nome da Divisão de Altas Energias do Centro de Pesquisas Nucleares, de Estrasburgo, a participar de um Simpósio Internacional sobre sistemas de muitas partículas, que a Divisão fez realizar na bela cidade de Kaysersberg, na Alsácia. Com prazer Feynman aceitou o convite e teve assim a ocasião de conhecer essa bela região da França. Em Tóquio, no Congresso

Internacional de Física de Altas Energias, aguardávamos todos o seu "invited paper" quando soubemos que não poderia comparecer ao Congresso e que havia sofrido a primeira intervenção cirúrgica da moléstia que iria depois nos privar deste homem extraordinário, um gênio da física, um professor excepcional, um homem de grande emotividade e sensibilidade artística.

A sua influência na física contemporânea fez de Feynman um dos mais notáveis físicos deste fim de século.

-13-

June 3, 1959

To: My Colleagues

From: Richard P. Feynman

As you know, I have always been interested in the development of physics in Brazil. I've been there four times, lecturing at their "Brazilian Center for Physical Research" - once staying 10 months. The "center" is in a small building of about 15 or 20 rooms, with a small library. This is where all the useful advanced work in Brazil is done, the most important physics professors do their research and advanced teaching there and their more elementary teaching at the Federal University.

Now they have had a calamity. I have a letter from my good friend (who spent a year visiting here, by the way) J. Leite Lopes. He writes:

"I am writing you under distress. The library - our nice little library - and the nuclear emulsion laboratory have been totally destroyed by fire.

Any help - reprints, preprints, lecture notes, books, journals - from our friends and colleagues for the reconstruction of the library and laboratory will be immensely appreciated".

I am sending them my collection of the PHYSICAL REVIEW (1940-59), REVIEWS OF MODERN PHYSICS, PROGRESS OF THEORETICAL PHYSICS (a Japanese journal) and THE PROCEEDINGS OF THE NATIONAL ACADEMY. But that isn't very much. I am trying to make up more complete sets of journals. Another big problem is books.

Do you have any items in physics or mathematics that you would like to send to help them? Or do you know of anyone who might have something useful? Please let me know if you do.

Thank you very much.

R. P. Feynman

CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY
PASADENA

NORMAN BRIDGE LABORATORY OF PHYSICS

October 19, 1959

Dr. Leite Lopes
Centro Brasileiro de Pesquisas Fisicas
Av. Venceslau Bras, 71
Rio de Janeiro, Brasil

Dear Leite:

We are shipping your books directly from Los Angeles to Rio de Janeiro on the SS MOREMACK SERVE, which sails on October 20 and it should arrive in two or three weeks. I am enclosing a list of the approximate contents. We didn't send them through Real-Aerovias Airline because handling is so expensive in the United States that shipping to Miami, reloading and repacking would probably be even more expensive than to send them through to Rio de Janeiro by boat. I haven't found out how much it costs yet. If it is less than \$100, I will send you the excess; if more, I will make a donation to the Centro.

Don't worry, I didn't feel upset by any business sounding letters. The only thing that bothered me was that, until yours, none of the letters told me how to send them. Of course, I didn't send them the way you said, anyway, so that is the way things are.

I hope your library is getting back on its feet and everything is progressing in the usual slow and generally sure manner.

Sincerely yours,

R. P. Feynman.
R. P. Feynman

RPF:n
Enc.

Regards to everyone - I got a call from the Ford foundation & told them the Centro was the most important place for physics in all South America - that you attracted students from most countries in S.A. & were "south western hemisphere renowned". Let's see what happens. Fortunately, I didn't have to lie.

I miss you all - I'll have to come & visit again ^{Dick} sometime soon.





18 FILIA: da esquerda para direita:
Maurício Mattos, Felipe, Leonardo,
28 FILIA: da esquerda para direita:
C. Jorge, Rafael, G. Soares, ...