SOBRE A TEORIA DAS FORÇAS NUCLEARES

SOBRE A TEORIA DAS FORÇAS NUCLEARES

J. Leite Lopes, Ph.D.

Organização de F. Caruso & A.A.P Videira

Copyright © 2025 José Leite Lopes
1ª Edição

Direção editorial
Victor Pereira Marinho
José Roberto Marinho

Projeto gráfico e diagramação
Francisco Caruso

Capa
Fabrício Ribeiro

Edição revisada segundo o Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Lopes, José Leite, 1918-2006
Sobre a teoria das forças nucleares / Jose Leite Lopes; organização F. Caruso, A.A.P Videira. –
São Paulo: LF Editorial, 2025.

Bibliografia.
ISBN: 978-65-5563-596-6

1. Física - Teoria 2. Físicos - Biografia 3. Homens - Biografia 4. Lopes, José Leite, 1918-2006
I. Caruso, F. II. Videira, A.A.P. III. Título.

25-276966 CDD-530.092

Índices para catálogo sistemático:
1. Físicos: Vida e obra 530.092

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta obra poderá ser reproduzida
sejam quais forem os meios empregados sem a permissão da Editora.
Aos infratores aplicam-se as sanções previstas nos artigos 102, 104, 106 e 107
da Lei Nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998

LF Editorial
www.livrariadafisica.com.br
www.lfeditorial.com.br
(11) 2648-6666 | Loja do Instituto
de Física da USP
(11) 3936-3413 | Editora

Prefácio

Entre dezembro de 1945 e julho de 1948, José Leite Lopes defendeu duas teses. A primeira delas foi a de doutorado, na Universidade de Princeton (EUA); a segunda foi a tese para a cátedra de Física Teórica e Superior, na Faculdade Nacional de Filosofia (FNFi) da Universidade do Brasil[1] requisito necessário para passar a professor efetivo – e não mais ocupar o cargo de interino, como vinha acontecendo, desde o verão de 1946. Uma versão integral da primeira acaba de ser publicada pela Livraria da Física, com nossa organização e prefácio.[2] A segunda, vem à luz também na íntegra nesta edição.

José Leite Lopes (1918-2006) nasceu em Recife, no dia 28 de outubro, filho do comerciante José Ferreira Lopes e de Beatriz Coelho Leite. Informações e descrições da rica e movimentada vida acadêmica estão disponíveis na literatura,[3] inclusive no que se refere à sua formação

[1] Atual Universidade Federal do Rio de Janeiro, localizada na cidade do Rio de Janeiro.

[2] José Leite Lopes, *High energy neutron-proton scattering and the meson theory of nuclear forces with strong coupling*, organizado por F. Caruso & A.A.P. Videira, São Paulo: Livraria da Física, 2025.

[3] Cf., por exemplo, J.M.F. Bassalo & F. Caruso. Leite Lopes. São

acadêmico-científica,[4] o que justifica não repetirmos aqui essa história. Ao invés disso, optamos por destacar a relevância da Tese de Cátedra de Leite Lopes no contexto da formação e consolidação de um ambiente propício ao desenvolvimento científico, com a participação da Universidade e da Sociedade como um todo. Leite – como era amistosamente chamado por todos aqueles, que conviveram com ele – sempre teve clareza que este seria o único caminho possível. Desde moço, decidiu que se dedicaria a fundo e com muito empenho à formação de jovens físicos, o que seria incompatível em uma Universidade como se conhecia no Brasil da época, quase uma Escola de terceiro grau, aquela mesma onde havia se formado antes de partir para o doutoramento, no início de 1944.

Como diz o físico teórico Amós Troper, no seu prefácio ao livro *Leite Lopes*, de Bassalo & Caruso: "Leite Lopes é um apóstolo do homem total concebido no Iluminismo, interligando o trabalho científico, político e artístico numa atividade coerente e unificada". Era essa a essência do caráter de um homem que, concluído seu doutorado, não hesitou em recusar convites para permanecer nos EUA, e retornou imediatamente ao seu país natal para partilhar seu conhecimento em prol de uma nova universidade e de um novo modo de fazer ciência.

Leite integrou a primeira geração de físicos brasileiros profissionais que começaram a fazer Física no país, como parte de um movimento que tem início a

Paulo: Livraria da Física, 2014.

[4] Veja o extenso prefácio de F. Caruso & A.A.P. Videira à sua Tese de Doutorado (*op. cit.*) "José Leite Lopes: de Recife a Princeton, os anos de formação como físico teórico (1935-1946).

partir da criação da USP, em 1934, cuja importância fica ainda mais clara após a Segunda Guerra Mundial. Ainda que de forma retrospectiva, não nos parece exagerado afirmar que Leite foi o físico brasileiro da sua geração que mais se preocupou e se dedicou a refletir sobre as responsabilidades sociais de um cientista, praticamente desde o início da sua carreira universitária. O discurso proferido ao tomar posse da cátedra de Física Teórica é um exemplo claro e explícito dos ideais e objetivos que Leite escolheu para si próprio. Era um apaixonado de dois mundos.[5]

Ao término de seu Doutoramento, Leite Lopes voltou, em fevereiro de 1946, ao Brasil, sendo imediatamente convidado, pelo físico brasileiro Joaquim da Costa Ribeiro, catedrático de Física Experimental, para ensinar na FNFi, atuando como catedrático interino de Física Teórica e Superior, pois seu catedrático, o físico-matemático italiano Luigi Sobrero[6] havia deixado o Brasil, em 1942, em virtude da Segunda Guerra Mundial.

O concurso para o preenchimento da cátedra desejada por Leite Lopes ocorreu entre os dias 12 e 16 de julho de 1948. Integraram a banca que examinadora: Joaquim da Costa Ribeiro, Carneiro Felippe, João Christovão Cardoso, Francisco Mendes de Oliveira Castro e Carlos Chagas Filho. Mário Schenberg, catedrático de Mecânica

[5] José Maria Filardo Bassalo & Francisco Caruso: José Leite Lopes: um apaixonado de dois mundos. *Anais do Congresso Scientiarum Historia* II: Encontro Luso-Brasileiro de História da Ciência. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009. v. 1. p. 523-528. Veja também, dos mesmos autores: Evocações de José Leite Lopes, in A. Troper; A.A.P. Videira & C.L. Vieira (Orgs.): *Os 60 anos do CBPF e a Gênese do CNPq*, Rio de Janeiro: CBPF, p. 61-91.

[6] Foi discípulo do matemático italiano Tullio Levi-Civita.

Clássica na Universidade de São Paulo, deveria ter integrado a banca, mas foi impedido devido à sua prisão, alegadamente por incentivar e realizar ações contrárias à "ordem social". Schenberg era comunista e tinha sido eleito, por esse partido, deputado federal nas eleições do ano de 1946. Carlos Chagas Filho foi o seu substituto.

O tema da tese de cátedra escolhido por Leite foi praticamente o mesmo da tese defendida em dezembro de 1945, mas com enfoque diferente. Ao escolher investigar "o problema da colisão de nucleons com nucleons, sobre o da interação de mésons com nucleons e o da desintegração mesônica dos mésons da radiação cósmica", o físico pernambucano reconhecia, ainda que sem o dizer explicitamente, que a Física Nuclear ainda enfrentava dificuldades relevantes. Ainda que o ano de 1947 tenha produzido resultados animadores, como a confirmação da existência do méson π, por Cecil Powell, Giuseppe Occhialini e César Lattes, muitos obstáculos ainda se interpunham até a formulação de uma teoria razoável sobre a estrutura e a dinâmica do núcleo atômico.

Leite não duvidava de que progressos somente poderiam alcançados caso novos dados empíricos fossem conhecidos. Caso contrário, ou seja, caso esses dados não aparecessem, e os físicos ficassem como que restritos à "manipulação matemática", as chances de conhecer um pouco mais o núcleo atômico ficaria seriamente comprometida. Um exemplo de sua percepção da relevância dos dados empíricos encontra-se especificamente em cartas (duas), enviadas por Leite Lopes ao seu colega e amigo, Jayme Tiomno (então no Departamento de Física da Universidade de São Paulo). Em 25 de agosto de 1947, Leite afirmava que a teoria de

Schwinger é melhor do que a Møller-Rosenfeld. Dois meses depois, em 27 de outubro, afirma que o artigo de Finkelstein, publicado em 1° de setembro na *Physical Review*, era um golpe mortal na teoria de Schwinger.[7]

As informações, que podem ser extraídas da correspondência entre Leite e Tiomno, sugerem que ele começou a escrever a tese no segundo semestre de 1947, sem deixar de continuar a se dedicar a suas outras atividades didáticas, que não eram poucas, como se verifica no trecho abaixo:

> "O seminário de Mecânica Quântica continua firme, com uma média de 18 pessoas. Os seminários continuarão esta semana. Estou me controlando um pouco agora pois sinto que me excedi em trabalho e estou sentindo agora os primeiros sinais de cansaço sério." (Rio de Janeiro, 1° de setembro de 1947).

Correspondência enviada a Schenberg, em 30 de novembro, informa que a redação da tese não tinha sido interrompida e que, caso nada acontecesse, o trabalho estaria terminado no mês seguinte. Como era seu costume, Leite usava suas cartas como relatórios comentados daquilo que fazia: "Aqui trabalhou-se bastante o ano passado. E estou contente e animado com a Física em nosso país, apesar das dificuldades".[8]

O ano de 1948 encontrou Leite trabalhando como sempre, com muitas aulas para dar e seminários para

[7] As cartas enviadas por Leite Lopes a Tiomno encontram-se no Museu de Astronomia e Ciências Afins/MCTI (Rio de Janeiro). Agradecemos ao Prof. Dr. Heráclio D. Tavares que nos enviou cópias dessas cartas.

[8] Cópia desta carta, que está no mesmo acervo Jayme Tiomno, também nos foi cedida por Heráclio Tavares.

organizar e dirigir. Nas férias de verão daquele ano, tinha ido a Recife, onde teve uma passagem animada e preenchida com entrevistas e palestras, nas quais aproveitou para incentivar os esforços locais em prol da criação de instituições científicas modernas. As inúmeras atividades não faziam com que Leite se esquecesse do "seu" concurso. Já naquela época, Leite se mostrava impaciente com o ritmo da administração universitária, lenta e pesada para tomar e implementar decisões. Também a composição dos membros da banca o preocupava, pois poderia retardar a realização as provas: "Meu concurso: já saiu a banca: Costa, Cardoso, C. Felipe, Castro, Chagas (entrou no lugar do Mário). Aguardo realização. Farei força para não passar de junho. Só me falta convencer O[liveira] Castro de que deve aceitar para eu não ser prejudicado".[9]

Entre os meses de abril (quando enviou a carta acima para Tiomno) e julho, quando se deu o concurso, Leite ainda encontrou tempo para ir à Argentina, dar palestras e cursos em diferentes cidades. Retornou muito bem impressionado com o que lá enviou, em particular com o entusiasmo dos jovens argentinos com a ciência. Após uma espera, que às vezes parecia ser demorada, o concurso foi realizado:

> "Caro Jayme:
>
> "Recebi há dias a sua carta de 10/7 e hoje a de 12/7. Não respondi logo à 1ª porque de 12 a 16 estive realizando o meu[10] concurso. Felizmente, estava afiadíssimo, fiz provas muito boas e obtive 10 em tudo e de todos. Pelo que

[9] Carta a Jayme Tiomno, Rio de Janeiro, 19 de abril de 1948. MAST/MCTI.

[10] Leite foi o único candidato a concorrer à vaga.

> me disseram o Tomaz Coelho e outros profs., as provas produziram uma grande impressão na F.N.F. e só espero que isto contribua para que eu possa realizar mais eficientemente e com maior peso os nossos ideais e os nossos planos de pesquisa e trabalho sério"."[11]

Figura 1: José Leite Lopes, por ocasião da sua defesa de cátedra. Na ocasião, ele tinha 20 anos.

Após a realização do concurso, Leite Lopes assumiu essa Cátedra e, em discurso proferido no dia 16 de novembro de 1948, ofereceu uma análise oportuna sobre o funcionamento de uma Universidade Moderna voltada para os problemas da comunidade por ela envolvida, bem como sugeriu medidas a serem tomadas por essa nova Universidade, dentre as quais, a adoção do tempo integral pelos seus professores, para que eles pudessem formar jovens cientistas, visando à criação de uma

[11] Leite Lopes a Tiomno, Rio de Janeiro, 18 de julho de 1948.

escola científica, pois, conhecedor que era da História da Ciência, sabia da importância de tal organismo, cujos exemplos recentes das escolas alemã, dinamarquesa, inglesa e soviética lhe deram aquela convicção. É oportuno registrar que, por essa época, o tempo integral já existia na Universidade de São Paulo (USP) desde sua fundação, em 1934, bem como em várias instituições no Rio de Janeiro, especialmente na área de Medicina.[12]

Observando ser difícil criar uma escola de físicos na FNFi, por causa da estrutura arcaica da UB, Leite, juntamente com seus jovens amigos, e apoiando-se no prestígio enorme envolvendo o nome de Lattes, passou a defender, já naquele mesmo ano de 1948, a criação de uma instituição destinada a produzir pesquisa física e formar recursos humanos altamente qualificados. No entanto, o simples fato de se formar uma instituição com o objetivo de realizar pesquisas não é o suficiente, já que é fundamental o intercâmbio científico com instituições que realizam pesquisa de ponta. Com isso em mente, no ano seguinte ao concurso para catedrático, Leite Lopes volta aos Estados Unidos, desta vez para pesquisar no *Institute for Advanced Studies*, em Princeton, que era dirigido pelo físico norte-americano Julius Robert Oppenheimer. Com uma bolsa de estudos da *John Simon Guggenheim Memorial*, ele realizou pesquisas nesse Instituto, durante o período 1949-1950. Dessas pesquisas resultou um importante estudo (*Anais da Academia Brasileira de Ciências* **21**,

[12] A respeito da necessidade de implantação do regime de trabalho como tempo integral, consultar A Situação da Física no Rio de Janeiro na Década de 1940, *in: Os 60 Anos do CBPF e a Gênese do CNPq*. Amós Troper, A.A.P. Videira e Cássio Leite Vieira (Orgs.). Rio de Janeiro: CBPF, 2010, pp. 117-137.

p. 30, 1949; *Physical Review* **78**, p. 36, 1950) sobre o momento magnético anômalo do núcleon (próton e nêutron), usando a recente Eletrodinâmica Quântica Renormalizada, que havia sido desenvolvida por Sin-Itiro Tomonaga e Richard Phillips Feynman, e por Julian Seymour Schwinger, entre 1943 e 1949.

Leite ainda se afastaria, de forma longa, por duas outras vezes da sua cátedra. No ano acadêmico de 1956-57, esteve no *Caltech*, colaborando com Richard Feynman. Na década seguinte, e depois do golpe militar de 31 de março de 1964, dirigiu-se, a convite do físico Maurice Lévy, para a Faculdade de Ciências de Orsay, na França, onde trabalhou até os primeiros meses de 1967. Algum tempo depois do seu retorno, concluída a reforma universitária, no início de 1968, foi escolhido pelo reitor da já agora Universidade Federal do Rio de Janeiro, diretor temporário do recém criado Instituto de Física, cargo em que permaneceu até ser cassado em abril de 1969, quando, mais uma vez, se ausentou do Brasil. Agora, não por vontade própria e com o objetivo de ganhar energias para melhor ensinar, orientar e pesquisa, mas, sim, para evitar que a sua carreira terminasse. O autoexílio de Leite Lopes durou 15 anos.

Agradecimentos

Antonio Augusto Passos Videira registra o apoio das bolsas de pesquisa do CNPq, n° 303.507-5, do Programa Prociência (UERJ) e do Projeto de Pesquisa História da Ciência e Tecnologia no Brasil – 1945-2000, (UFBA), CNPq/MCTI/FNDCT n° 18/2021. Agradece também a acolhida dada pelos funcionários da Casa Acervo da

Fundação Getúlio Vargas, onde se encontra o arquivo de José Leite Lopes.

É com prazer que reconhecemos também a colaboração de Alessandra Balbi na digitação da primeira versão deste trabalho. Por fim, a José Roberto Marinho, Editor-chefe da Livraria da Física, por tornar viável a publicação deste volume.

Os organizadores

Rio de Janeiro, 3 de junho de 2025

Sumário

Prefácio **vii**

Introdução **1**

1 Os fundamentos da teoria do campo mesônico **3**

2 A hamiltoniana da teoria do campo mesônico pseudoescalar **15**

3 A hamiltoniana da teoria do campo mesônico vetorial **33**

4 A energia potencial núcleon-núcleon segundo as teorias de Møller-Rosenfeld e Schwinger **45**

5 A anisotropia da colisão de nêutrons e prótons rápidos **55**

6 Captura de mésons por núcleons e desintegração mesônica de mésons **67**

7 Síntese das conclusões **77**

SOBRE A TEORIA DAS FORÇAS NUCLEARES

J. Leite Lopes, Ph.D.