



Ildeu de Castro Moreira^{1#} 

¹Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Reio de Janeiro, RJ, Brasil.

Palavras-chaves

história da ciência
história da física no Brasil
A Física na Escola

Resumo

Em comemoração aos 25 anos de *A Física na Escola*, rememoramos o início da seção “Notas da História da Física no Brasil” e analisamos a presença, na revista, de artigos e matérias relativas a esse tema, bem como destacamos pontos positivos e deficiências no trato do assunto ao longo dos anos. Recordamos pesquisas que mostram o grande desconhecimento da população brasileira sobre cientistas e instituições de pesquisa locais e discutimos as razões pelas quais julgamos que a história da ciência no Brasil deva ser apresentada e debatida na educação básica.

1. Os primórdios da FnE e a história da física no Brasil

A Física na Escola (FnE) faz 25 anos! Esse é um fato importante para o nosso ensino de física e que deve ser comemorado. Parabéns à SBF e a todos que atuaram na revista e escreveram nela ao longo desses anos. Em particular, ao Nelson Stuard, que foi inspirador, um de seus criadores, editor e carregador de piano por muitos anos. Tive participação na revista desde as discussões iniciais para sua criação no Conselho da SBF, do qual fazia parte na época, entre 1999 e 2003, e lembro-me das resistências oferecidas a ela e do processo de articulação política que

conduziu ao seu surgimento. Durante alguns anos, atuei nela buscando trazer à baila temas relacionados com a história da ciência local, em particular com a história da física no Brasil. Vou fazer um relato pessoal, escorado em lembranças e dados, mas que contém, evidentemente, o viés do lugar de fala e que deve, portanto, ser lido com um grão de sal. Emito tam-

Por que a história da ciência no Brasil, em particular a da física, seria relevante na educação básica em nosso país? O conhecimento geral sobre a história própria do país é um elemento importante na formação cidadã dos jovens!

bém opiniões sobre os aspectos positivos na FnE dentro desse contexto, aponto deficiências variadas e assinalo pontos que, creio, deveriam ser ainda considerados.

Por que a história da ciência no Brasil, em particular a da física, seria relevante na educação básica em nosso país? Um pressuposto

#Autor de correspondência. E-mail: ildeucastro@gmail.com.

Este é um artigo de acesso livre sob licença Creative Commons



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/>

inicial: um conhecimento geral sobre a história própria do país é um elemento importante na formação cidadã dos jovens [1]. Por outro lado, o uso da história da ciência no ensino pode ser, se bem realizado, um instrumento/metodologia/estratégia importante no ensino de física, conforme testado em escolas e discutido em inúmeros artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, em particular na FnE e na RBEF nas últimas duas décadas.

A ciência e a tecnologia no Brasil têm história e tradições, em um trajeto complexo e tortuoso, com avanços significativos e retardos, dentro de um cenário que teve conquistas importantes, mas também muitos obstáculos e limitações. No entanto, há um enorme desconhecimento dessa história e da ciência que se faz aqui, hoje, por parte dos brasileiros e brasileiras, como mostraremos. Não vou justificar aqui, mas creio ser mais ou menos claro que: quem não conhece bem um assunto ou objeto tem mais chance de não acreditar nele, de não gostar dele e de cair em contos diversos, de estilo “negacionista”, em particular sobre a ciência no Brasil.

A FnE tem debatido e apresentado muitos artigos relacionados à história da ciência e da física, em especial discutindo sua relevância para o Ensino Médio. O artigo de Marlon e Breno, de 2022, fez uma boa retrospectiva do que foi publicado sobre história da ciência nas primeiras duas décadas da FnE [2], embora não se dê ali muita ênfase ao aspecto que queremos destacar aqui: que a física brasileira tem também uma história, com percalços e limitações várias, que merece ser discutida e abordada adequadamente. Em outro artigo, Marcelo Ferreira desenvolveu estudos cientométricos interessantes que esmiuçaram os textos publicados na FnE [3].

Meu objetivo aqui é recuperar um pouco do que se fez na FnE relativamente à história da física no Brasil. Desde seu primeiro número, tendo Nelson Studart como editor entusiasmado com o tema e atuante na área, a revista buscou trazer textos sobre a história da física no Brasil, ao lado de artigos sobre a história da ciência em geral. Para estimular isso, foi criada na revista, logo no seu início, a seção denominada “Notas da História da Física no Brasil” (Fig. 1). Seus objetivos principais foram: mostrar que a física no Brasil também tem história; narrar essa história por meio de eventos/episódios/personagens específicos; possibilitar que professores de física, pesquisadores e estudantes tivessem a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre a história da ciência e da tecnologia no Brasil, com seus atores, instituições, contextos e limitações variadas e suas conexões econômicas, sociais e culturais, oferecendo uma bibliografia confiável ao professor de física sobre esses temas.



Figura 1 - Marca da seção sobre história da física no Brasil na FnE.

Nelson recordou um e-mail, enviado a ele na fase inicial da FnE, no qual discutíamos a importância do tema na revista: “Acho que [sobre a seção “Notas da História da Ciência no Brasil”] se trata também de história da ciência, no âmbito local, embora sem o impacto e a importância mundial da física de Galileu, Newton ou Einstein, claro... Mas achamos importante, para os professores da educação básica, chamar a atenção de que a física no Brasil também tem história”. Quando se deu a partida na FnE para essa seção, o objetivo era justamente chamar a atenção para o fato de que há história da física no Brasil, que ela é muito pouco conhecida e divulgada, mas que faz sentido apresentá-la e discuti-la.

Pesquisas nacionais de percepção pública da C&T, que realizamos desde 2006 e a cada quinquênio, mostram que a população do país tem um conhecimento muito baixo sobre cientistas brasileiros e sobre as instituições de pesquisa aqui existentes. A Fig. 2

mostra o percentual de pessoas que declararam se lembrar do nome de algum cientista brasileiro importante ou de instituição que faça pesquisa científica no Brasil [4].

Os percentuais são muito baixos e caem ao longo do tempo; há uma reversão positiva e significativa na última enquete (2023), em função do período de pan-

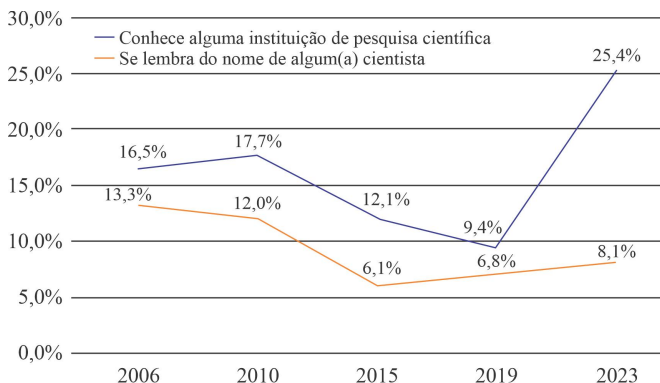


Figura 2 - Resultados de cinco enquetes nacionais sobre o conhecimento da população sobre cientistas e instituições de pesquisa locais

demia, que colocou em maior evidência, na mídia e nas redes sociais, cientistas e instituições locais [4]. Embora esse seja apenas um indicador parcial, esses dados mostram que a ciência produzida no Brasil é muito pouco conhecida de sua população, e isso, muitas vezes, só é lembrado pela comunidade científica nos momentos de campanhas justas por um financiamento adequado para a C&T.

Outra evidência que atesta esse desconhecimento, particularmente na história da física, surge quando analisamos o conhecimento do público sobre Cesar Lattes, o cientista do qual se comemora o centenário em 2025, e o único físico minimamente citado nas enquetes nacionais. O gráfico da Fig. 3 mostra que o percentual de brasileiros(as) que se lembram dele nas pesquisas está se reduzindo significativamente. A primeira enquete feita no Brasil, que abordou essa questão, foi a de 1987, realizada pelo CNPq e pelo MAST, que registrou um percentual significativo (13%) de pessoas que mencionavam Cesar Lattes [5]. De lá para cá, esse valor se reduziu muito, o que seria de se esperar, em certa medida, após a morte de Lattes, tendo diminuído bastante sua menção nos meios de comunicação. No entanto, a queda é muito significativa, e nenhum nome de pesquisador em física o tem substituído, mesmo em percentual muito reduzido.

As raízes para esse desconhecimento não são difíceis de serem identificadas: a ausência quase completa de conteúdos e discussões sobre o tópico da história da ciência no Brasil na educação básica e a diminuta presença deles, de forma acessível e clara, nos meios de comunicação e nas redes sociais. Isso torna evidente que, se se considerar relevante esse conhecimento para a formação adequada de cidadãos que sejam dotados de conhecimento básico sobre o país do qual fazem parte, medidas deveriam ser adotadas para mitigar esse quadro deso-

lador. As publicações de ensino da SBF, assim como outras ações e publicações nas redes sociais, são instrumentos importantes, embora evidentemente limitados, para afetar, em alguma medida, a formação de professores e a educação básica, na busca pela mitigação desse cenário de desconhecimento generalizado.

2. As matérias e artigos sobre história da física no Brasil

Pelo meu cômputo, nestes 25 anos, cerca de 24 artigos/matérias foram publicados na FnE relativos à história da física no Brasil, escritos por cerca de 15 autores diferentes. A maior concentração deles ocorreu na primeira fase da revista, entre 2000 e 2009, tendo Nelson como editor. Nesse período, em particular nos primeiros anos, eu o auxiliei na escrita e na busca de textos sobre este tema. Atuei mais intensamente nos primeiros anos da FnE, até ser designado para estabelecer e dirigir um departamento voltado para a popularização da C&T no Ministério da Ciência e Tecnologia. A seção “Notas da História da Ciência no Brasil”¹ iniciou-se já no volume 1, número 1, com três matérias curtas sobre importantes pesquisas de física feitas no Brasil em meados do século XX: a explicação do mecanismo de explosão das estrelas supernovas (Processo URCA), proposta por Mario Schenberg e George Gamow, em 1940; o trabalho de Gleb Wataghin, Marcelo Damy e Paulus Pompeia sobre a observação dos “chuviros penetrantes”, de 1939. e a descoberta e descrição do efeito termoeletrônico realizada por Joaquim da Costa Ribeiro, na década de 1940 [6].

No período entre 2010 e 2015, a orientação não se manteve, e houve também um interregno na revista entre 2012 e 2015, durante o qual nada foi publicado sobre o tema. Em 2016, com o retorno de Nelson como editor da FnE, o tema voltou a ser considerado e cinco artigos foram publicados desde então. Em tempos diferentes, isso ocorreu com menor intensidade do que na primeira fase. Colaborei novamente no início da seção e revejo uma mensagem de 24 de março de 2016 na qual perguntei ao Nelson: “Vai voltar a ‘Notas da História da Física no Brasil’?” E a resposta entusiasmada dele: “Claro que sim!!!! Essa coluna faz sucesso.” Devia ter lhe perguntado na época como ele aferia esse “sucesso”, mas não me lembro de tê-lo feito. No entanto, pouco pude colaborar nesse período com esse tema na FnE porque assumi, pouco tempo depois, a presidência da SBPC e permaneci nela por alguns anos, em um período de um governo federal pouco afável à ciência e até negacionista, o que mobilizou muito da energia e do tempo de muitos de nós na superação da intempérie.

Uma pequena série de artigos, publicada nos primeiros anos, buscou resgatar personagens e episódios da ciência brasileira anteriores ao século XX, protago-

Cesar Lattes, que comemoraria seu centenário em 2025, é um dos poucos físicos minimamente citados em enquetes nacionais. E o percentual de pessoas que se lembram dele está se reduzindo significativamente

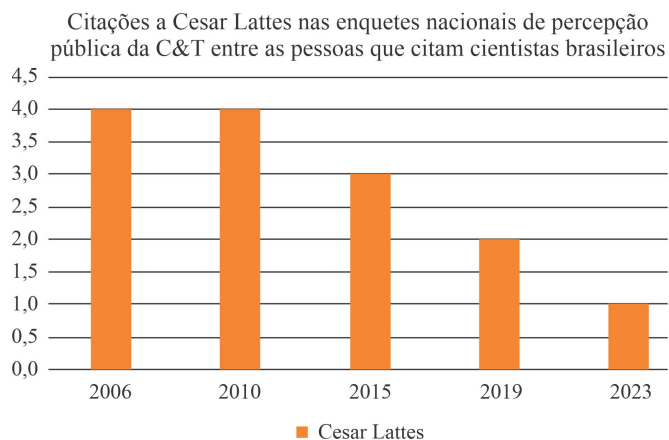


Figura 3 - Resultado das menções a Cesar Lattes nas pesquisas de percepção pública da C&T.

nizados por professores de física, com o intuito de mostrar que já havia, no século XIX, pessoas que se interessavam pela física e suas aplicações, embora ainda não com a realização de pesquisas sistemáticas e institucionalizadas. Assim, em um deles [7], apresentamos a realização do experimento de Foucault no Brasil, já em 1851, três meses após a sua exibição em Paris, por um professor de física da Academia Real Militar. Um segundo texto explorou a introdução do telégrafo elétrico no Brasil, em 1852, bem como sua expansão pelo território nacional sob a direção do professor de física Guilherme Schüch de Capanema [8]. Uma terceira nota foi dedicada ao uso pioneiro dos raios X e ao estudo inicial dos raios catódicos (elétrons) no Brasil, no qual um papel relevante coube ao professor de física experimental e astrônomo Henrique Morize [9]. Esse artigo trouxe uma fotografia inédita, de 1897, do aparato experimental utilizado por Morize, possivelmente o primeiro de física moderna no Brasil (Fig. 4). Todas essas ações de pesquisa ou de aplicações da física, que estavam conectadas, de certo modo, com o enfoque posteriormente denominado CTS, foram realizadas por professores de física que atuavam na formação de engenheiros no Rio de Janeiro, ao longo do século XIX.

Em 2006, cinco textos foram dedicados a apresentar e discutir a história do cientista e inventor brasileiro Santos Dumont, em um número especial que comemorou o centenário do voo do 14-Bis e que explorou, de forma didática, muitos aspectos da física do voo. A Carta ao Leitor justificava: “A Física na Escola se junta a essas manifestações de admiração e reverência a este grande brasileiro, lançando um número especial em que se tentou reunir aspectos das invenções de Santos-Dumont e da física do voo” [10].

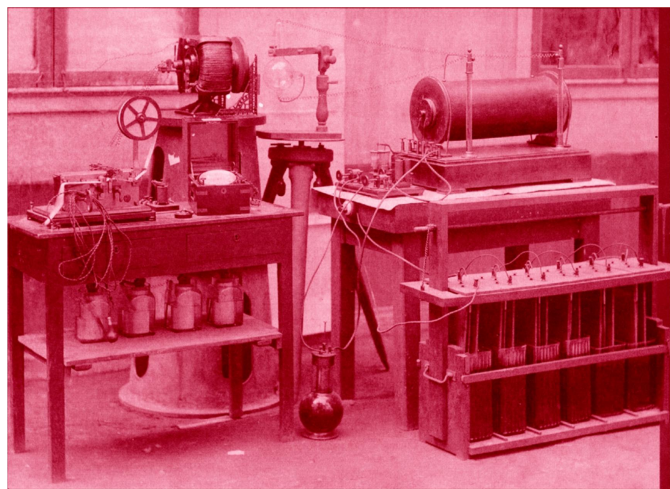


Figura 4 - Aparato experimental de Morize [9].

A observação do desvio da luz das estrelas durante um eclipse solar, decisivas para a aceitação da teoria da relatividade geral de Einstein, foi destacadas na capa da FnE e em Editorial no ano do centenário das observações

Outro conjunto de artigos históricos abordou físicos brasileiros do início da pesquisa institucionalizada, em particular na USP, com textos sobre Bernhard Gross [11], Gleb Wataghin e a física na USP [12] e Cesar Lattes [13], além de um artigo sobre os precursores da física no Brasil, escrito por um de seus protagonistas, Marcelo Damy [14], e outro que recordou a atuação e os trabalhos de Theodoro Ramos na introdução da física moderna (mecânica quântica) no país [15]. As interações científicas de físicos importantes com o Brasil foram também consideradas, como a de John Wheeler [16] e as de Richard Feynman, com um texto relativo a sua famosa palestra sobre o ensino de física, em 1952 [17], e um mais amplo sobre sua relação com o ensino de física, inclusive no Brasil [18].

Dois momentos de testes observacionais de importantes teorias gravitacionais, feitos no Brasil, foram recordados: as observações do francês Pierre Couplet sobre o atraso do pêndulo na Paraíba, em 1698 [19], que foram citadas por Newton [20] em defesa de sua teoria gravitacional, e as observações feitas em Sobral, em 1919, do desvio da luz das estrelas nas proximidades do Sol, durante um eclipse solar, que foram decisivas para a aceitação da teoria da relatividade geral de Einstein, que se contrapunha à previsão newtoniana. Essas últimas foram destacadas na capa da FnE e em Editorial no ano do centenário das observações [21].

A história de instituições de física no Brasil foi abordada, mas em grau aquém do que deveria ter sido. Assim, há o belo artigo de Salinas sobre Wataghin, que discute também a física na USP [12], e um texto comemorativo do meio século de existência do Instituto de Física Teórica (IFT), atualmente ligado à UNESP [22]. Artigos exploraram também as relações entre a cultura e a arte brasileiras e a história da física. Um deles apresentou e discutiu, com objetivos didáticos, o contexto de produção e a letra do samba de Cartola e Carlos Cachça, de 1949, no qual Lattes e Pedro Américo são homenageados [23]; outro texto explorou o uso de poemas em português e de letras de músicas brasileiras na sala de aula de ciências, estabelecendo conexões históricas com conceitos, teorias e usos da física [24].

3. Contexto, repercussões e limitações

O surgimento de uma seção sobre história da física no Brasil na FnE não foi um acontecimento isolado, embora tenha sido uma iniciativa precursora nesse tipo de periódico. Destaca-se que a *Revista Brasileira de Ensino de Física*, criada em 1979, teve já em seu primeiro número um artigo sobre a história da física no Pará [25] e, de lá para cá, muitos outros foram ali publicados. Nas décadas finais do século XX e no início do século XXI emergiu um interesse maior sobre a história

da ciência no Brasil, com a criação da Sociedade Brasileira de História da Ciência (1983), que realizou o I Seminário Nacional sobre História da Ciência e Tecnologia, em 1986, e criou sua revista em 2008. Alguns cursos de PG foram criados tendo esse tema como linha de pesquisa, como ocorreu nas universidades USP, COC/Fiocruz, PUC-SP, Unicamp e outras. Um exemplo de destaque foi a criação do curso interdisciplinar e interunidades na UFRJ, o Programa de PG em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia - HCTE, cuja origem remonta a pesquisas e teses em programas da COPPE e outras unidades da UFRJ, no final dos anos 1990. Ali se iniciaram, pelo que sabemos, as primeiras cadeiras gerais de história de ciência na PG brasileira e o programa formou, desde 2008, quando foi reconhecido pela Capes, 36 mestres e 46 doutores nesta linha de pesquisa. Os cursos de PG em história da ciência, bem como a formação de doutores no exterior, conduziram a uma nova geração de historiadores da ciência profissionais que renovaram muito a pesquisa e o ensino nessa área, inclusive nas publicações e encontros da SBF. Cursos opcionais de história da física no Brasil surgiram também, posteriormente, nos mestrados profissionais de ensino de física, como no do IF-UFRJ, e no II Encontro do MNPEF, em 2022.

Acho importante registrar, ainda, que textos e discussões estimuladas pela FnE e pela RBEF colaboraram com outras iniciativas para a difusão da história da ciência no Brasil. Os Anos Internacionais definidos pela UNESCO, como o da física (2005), da astronomia (2009) e da química (2011), criaram oportunidades para a publicação de textos e a realização de vídeos e exposições sobre assuntos da história da ciência no Brasil. Do mesmo modo, a Semana Nacional de C&T, que teve como lema “Ciência no Brasil”, em 2009 (Fig. 5), inspirou muitas atividades, entre as quais a série de 12 fascículos vendidos nas bancas de jornais sobre cientistas brasileiros pela revista *Caros Amigos*. Assim como o fizeram outras comemorações históricas brasileiras: o Ano do Centenário do 14-bis (2006), que teve um número especial da FnE; o centenário do eclipse de Sobral, com artigos na FnE e na RBEF e exposição no Congresso Nacional, além de muitas ações de divulgação em Sobral; e, mais recentemente, em 2024, diversas atividades relativas ao centenário de Cesar Lattes, em particular simpósios e seminários e uma exposição sobre sua obra (e da cientista Johanna Döbereiner) no Congresso Nacional, que está em itinerância pelo país. Esse movimento sobre a história da ciência no Brasil estimulou a produção de diversos vídeos e de séries de programas de TV, como ocorreu com “Grandes Cientistas do Brasil”, no programa *Globo Ciência* de 2010, e com os 30 vídeos de animação *Um cientista, uma história*, produzidos

**Textos e discussões
estimuladas pela FnE e pela
RBEF colaboraram com
outras iniciativas para a
difusão da história da ciência
no Brasil**



Figura 5 - Quadro com caricaturas de cientistas brasileiros, entre os quais alguns físicos, criado pelo professor Vitorvani Soares (IF-UFRJ) e difundido na SNCT 2009.

pela Fundação Roberto Marinho e pelo SESI, em 2015/16.

Muitas foram as limitações relativas à história da física no Brasil que estiveram presentes na cobertura do tema na FnE. Melhor dizendo, muitas foram as ausências, como a de artigos e matérias que analisassem o papel das mulheres na física brasileira, as contribuições de povos originários para o conhecimento [26] (como a astronomia indígena²) e as trazidas por escravizados e imigrantes. Outra deficiência foi que tivemos pouca capacidade de mobilizar físicos e historiadores para escreverem sobre a história institucional da física no Brasil e sobre temas mais recentes acerca de como a pesquisa e o ensino de física se espalharam pelo país. Lembro-me de que, em alguns casos, se tentou a produção de textos que suprissem todas essas deficiências. Mas não era fácil, naquele momento, conseguir autores qualificados. Por outro lado, o maior interesse e os estudos sobre esses temas são recentes, tendo se acentuado na última década.

Outras iniciativas foram articuladas para cobrir tais deficiências, como a publicação de um livreto, em 2006, pela SBPC-RJ, e apoiado pelo MCT, que abordou mulheres pioneiras na ciência brasileira, entre as quais três físicas: Sonja Ashauer, Elisa Frota-Pessoa e Neusa Amato [28]. O livro destacava: “No século XX, as mulheres conseguiram avançar no sistema educacional, venceram o analfabetismo e ingressaram nas universidades - instituições estas que configuram o passaporte para o ingresso na carreira científica. No entanto, o mundo da ciência ainda permanece um reduto masculino, no Brasil e no mundo. Há quase uma ‘invisibilidade’ das mulheres nos campos dos saberes científicos - da matemática, ciência considerada pelos antigos como a ferramenta para a

explicação do mundo, aos demais campos científicos, nos quais observa-se que a presença feminina aparece esparsa ao longo dos séculos.” Também os dois números especiais sobre história da ciência no Brasil, publicados pela *Revista de História da Biblioteca Nacional*, em 2009, exploraram vários dos aspectos que ainda não haviam sido tratados nos periódicos usuais.

4. Conclusões

Pretendemos aqui mostrar que a FnE, com intensidade variável ao longo dos anos, abordou, em muitas matérias, tópicos da história da física no Brasil. O grande desconhecimento da população brasileira sobre a ciência produzida em seu próprio país deve-se à sua diminuta difusão pelos meios de comunicação e ao fato de o assunto não ser abordado na educação básica. Isso coloca em evidência a importância de as revistas ligadas ao ensino das ciências continuarem a abrir espaço para tais publicações. Aponta também para a necessidade de tal tema ser abordado na formação dos professores, em nossas licenciaturas, e na produção de livros sobre o assunto, voltados, em especial, para a educação

básica. Há uma ausência quase absoluta de livros com essa finalidade, e ainda são muito raros os cursos na graduação e na pós-graduação. Permanece o desafio não trivial de como esses conteúdos poderiam ser inseridos no ensino de física, em especial no Ensino Médio, ainda mais porque não constam dos currículos usuais nem são cobrados em exames como o ENEM e vestibulares.

Na FnE, uma indução importante a esse tema está colocada nas Diretrizes para os autores: “7. Também incentivamos os autores a trazerem para a FnE episódios de história da física que contemplem a ciência feita no Brasil, assim como sua possível inserção na prática de ensino.” Destacamos que o último número da FnE registra, na capa, uma bela homenagem a dois grandes cientistas brasileiros, Cesar Lattes e Beatriz Alvarenga, expoentes da pesquisa e do ensino de física no Brasil, bem como também o faz o editorial [29]: “Viva a ciência brasileira! Beatriz Alvarenga e Cesar Lattes: a física e o seu ensino”.

Recebido em: 28 de Outubro de 2024

Aceito em: 28 de Outubro de 2024

Notas

¹A Ref. [2] registra que o primeiro artigo sobre história da ciência na FnE foi publicado no volume 1, número 2.

²Uma proposta para a inclusão de tópicos de astronomia indígena brasileira nas aulas de física do Ensino Médio foi proposta na Ref. [27].

Referências

- [1] J.M. de Carvalho, *Cidadania no Brasil* (Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 2004).
- [2] M.C. Alcantara, B.A. Moura, *Física na Escola* **20**(1), 210906 (2022).
- [3] M. Ferreira, *Física na Escola* **21**, 230508 (2023).
- [4] Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, *Percepção Pública da C&T no Brasil - 2023. Resumo Executivo* (CGEE/MCTI, Brasília, 2003). Disponível em https://www.cgee.org.br/documents/10195/4686075/CGEE_OCTI_Resumo_Executivo-Perc_Pub_CT_Br_2023.pdf/02c40801-8a7c-4822-a77e-2859c0c53334?version=1.8
- [5] CNPQ, MAST, *O Que o Brasileiro Pensa da Ciência e da Tecnologia?* (CNPq/GALLUP, Rio de Janeiro, 1987).
- [6] Notas da História da Física no Brasil, *Física na Escola* **1**(1), 28 (2000).
- [7] I.C. Moreira, *Física na Escola* **2**(1), 31 (2001).
- [8] I.C. Moreira, M.C. Silva, *Física na Escola* **2**(2), 31 (2001).
- [9] I.C. Moreira, *Física na Escola* **4**(1) 33 (2003).
- [10] N. Studart, *Física na Escola* **7**(2) 3 (2006).
- [11] G.F.L. Ferreira, *Física na Escola* **2**(1), 32 (2001).
- [12] S.S.R. Salinas, *Física na Escola* **6**(2), 42 (2005).
- [13] C.L. Vieira, *Física na Escola* **6**(2), 44 (2005).
- [14] M.D.S. Santos, *Física na Escola* **8**(2), 48 (2007).
- [15] N. Studart, R.C.T. Costa, I.C. Moreira, *Física na Escola* **5**(2), 34 (2004).
- [16] O. Freire Jr., J.M. Bassalo, *Física na Escola* **9**(1), 44 (2008).
- [17] I.C. Moreira, M.C. Paiva, *Física na Escola* **14**(1), 62 (2016).
- [18] N. Studart, *Física na Escola* **16**(2), 10 (2018).
- [19] I.C. Moreira, *Física na Escola* **4**(2), 33 (2003).
- [20] I. Newton, *Mathematical Principles of Natural Philosophy, Book 3, The System of the World* (University of California Press, Berkeley, 1962).
- [21] N. Studart, *Física na Escola* **17**(1) 3 (2019).
- [22] P.C. Oliveira, *Física na Escola* **3**(1), 35 (2002).
- [23] N.W. Lima, *Física na Escola* **18**(2), 67 (2020).
- [24] I.C. Moreira, *Física na Escola* **3**(1), 17 (2002).
- [25] J.M. Bassalo, *Revista Brasileira de Ensino de Física* **1**(1), 55 (1979).
- [26] I.C. Moreira, *Ciência Hoje* **31**(184), 40 (2002).
- [27] D.C.C. Araújo, M.F.S. Verdeaux, W.T. Cardoso, *Ciência e Educação* **23**, 1035 (2017).
- [28] H.P. Melo, L.M.C.S. Rodrigues, *Pioneiras da Ciência do Brasil* (SBPC-RJ, Rio de Janeiro, 2006).
- [29] M.C. Alcantara, B.A. Moura, *Física na Escola* **22**, 240201 (2024).