

“Meu caro Einstein”
e outras histórias
da ciência
e da técnica



Conselho Editorial da Editora Livraria da Física

Amílcar Pinto Martins - Universidade Aberta de Portugal

Arthur Belford Powell - Rutgers University, Newark, USA

Carlos Aldemir Farias da Silva - Universidade Federal do Pará

Emmánuel Lizcano Fernandes - UNED, Madri

Iran Abreu Mendes - Universidade Federal do Pará

José D'Assunção Barros - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Luis Radford - Universidade Laurentienne, Canadá

Manoel de Campos Almeida - Pontifícia Universidade Católica do Paraná

Maria Aparecida Viggiani Bicudo - Universidade Estadual Paulista - UNESP/Rio Claro

Maria da Conceição Xavier de Almeida - Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Maria do Socorro de Sousa - Universidade Federal do Ceará

Maria Luisa Oliveras - Universidade de Granada, Espanha

Maria Marly de Oliveira - Universidade Federal Rural de Pernambuco

Raquel Gonçalves-Maia - Universidade de Lisboa

Teresa Vergani - Universidade Aberta de Portugal

Gildo Magalhães

***“Meu caro Einstein”* e outras
histórias da ciência e da técnica**



2023

Copyright © 2023 Gildo Magalhães
1ª Edição

Direção editorial: José Roberto Marinho

Capa: Fabrício Ribeiro

Projeto gráfico e diagramação: 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)

Magalhães, Gildo

"Meu caro Einstein" e outras histórias da ciência e da técnica / Gildo Magalhães. – São Paulo, SP:
Livraria da Física, 2023.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5563-373-3

1. Einstein, Albert, 1879-1955 2. Física - História I. Título.

23-172317

CDD-530.09

Índices para catálogo sistemático:

1. Física: História 530.09

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

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



Editora Livraria da Física
www.livrariadafisica.com.br

(11) 3815-8688 | Loja do Instituto de Física da USP
(11) 3936-3413 | Editora



Sumário

Apresentação	7
“Meu caro Einstein” – a correspondência tumultuosa de Ehrenhaft e o debate sobre correntes magnéticas.....	11
Uma carta inédita de Augustin Fresnel: aberração da luz e teoria ondulatória	57
Uma história de silenciamento: Ida Noddack e a “Abundância Universal” da Matéria.....	79
Emergência: continuidade ou rompimento? Um olhar além da física e por trás da economia.....	105
Sobre uma possível contribuição da matemática transfinita para o euritmia.....	121
A braquistócrona, o melhor dos mundos e o conceito de euritmia	143
A inspiração republicana e a ideia de progresso: Vauthier, politécnico francês no Brasil Imperial.....	159
Evolução no sertão: intelectuais brasileiros e o desenvolvimento da nação.....	171
“Is small beautiful?” Controvérsias sobre a operação atual das primeiras usinas hidrelétricas	197
Energia no Brasil: um panorama histórico	215



Apresentação

Por uma série de circunstâncias ligadas à sua publicação no exterior, alguns textos de minha autoria não foram originalmente escritos em português. Além disso, as respectivas publicações internacionais neste caso nem sempre estão disponíveis pela internet. Há também comunicações que foram apresentados apenas oralmente em congressos internacionais. Julguei conveniente preparar a tradução para o português de dez desses textos e assim poder atender uma demanda já colocada há algum tempo por diversos alunos e colaboradores.

Tratam-se de estudos que evidenciam aquilo em que tenho insistido em outras ocasiões: o avanço do conhecimento se dá em meio e devido a controvérsias.¹ Longe de modelos epistemológicos que, se por um lado, representam bem o desenvolvimento de teorias e práticas científicas e técnicas, por outro lado não condizem bem com a história. Esta não é uma linha direta de progresso, mas tem precisão do contraditório, das controvérsias que a enriquecem e tornam mais humana. O problema da verdade não se reduz a fórmulas e acaba ficando oculta por uma apresentação triunfalista que permeia os relatos e conclusões, desde os livros didáticos até mesmo a narrativa universitária. Daí a importância de uma história da ciência e da técnica como pesquisa sem um partido tomado, procurando nas fontes a substância do que constitui o exercício desta atividade humana ímpar.

Os textos podem ser divididos em três grupos. No primeiro estão artigos que resultaram de pesquisas em bibliotecas e instituições especializadas de História da Ciência nos EUA e Europa, tendo em comum o aspecto de tratar de controvérsias científicas passadas, mas possivelmente ainda muito presentes na atualidade. Começo tratando de Felix Ehrenhaft, um físico austríaco da primeira metade do século 20, que travou uma polêmica com seus colegas

1 Vide, por exemplo, G. Magalhães, “Por uma dialética das controvérsias: o fim do modelo positivista na história das ciências”. *Estudos Avançados*, 94, setembro/dezembro 2018, p. 345-362.

sobre a existência de correntes magnéticas, com destaque para Albert Einstein. Os manuscritos com a troca de correspondência mútua entre esses dois físicos fornecem um panorama fascinante da vida pessoal e científica quando se foge dos paradigmas aceitos pela maioria dos cientistas. Em outro artigo está uma carta que estava inédita do jovem Augustin Fresnel, escrita quando ainda era um aspirante à arena científica, mas já com elementos para propor em bases muito originais a volta triunfante da teoria oscilatória da luz. No último artigo deste bloco apresenta-se Ida Noddack, uma química alemã que foi notável, não só por ter descoberto um novo elemento da Tabela Periódica (e talvez até mesmo dois elementos), mas por suas ideias impactantes sobre a distribuição relativa dos elementos no universo, uma contribuição que tem permanecido pouco conhecida, por razões externas e inernas à ciência, como se verá no texto.

O conjunto seguinte de três textos diz respeito à minha colaboração com o Centro de Filosofia da Ciência da Universidade de Lisboa, que tem organizado simpósios internacionais em torno de uma profunda revisão conceitual da física quântica. Como é notório, a visão quântica ortodoxa é adepta da incerteza estatística, ou seja, repele um dos pilares do pensamento humano, que é a noção amplamente utilizada na ciência de que os fenômenos são passíveis de descrição rigorosamente causal. A proposta do Grupo de Lisboa favorece a causalidade e adotou um princípio que foi denominado de euritmia, entrando em uma controvérsia sobre os fundamentos da física que data do primeiro terço do século 20 e permanece vívida e inconclusa. Examinando, do ponto de vista histórico e epistemológico, algumas questões que estão interligadas com a física quântica, como a emergência de fenômenos tais como as chamadas "partículas fundamentais", a controversa teoria dos números transfinitos na história da matemática e o fundamento histórico da euritmia, entrevisto nos princípios de otimização do universo enunciados por cientistas como Leibniz, e a aceitação da quantização ao invés da continuidade na natureza. A problemática quântica é mais geral do que parece, pois tem implicações paralelas em áreas tão distintas quanto a biologia evolutiva e a economia.

No último conjunto de textos, examino alguns tópicos da história da ciência e da técnica no Brasil, tendo como pano de fundo o desenvolvimento do país, começando com um breve apanhado sobre o engenheiro francês Vauthier, que veio trabalhar no Brasil do Segundo Império. Trato a seguir de

três intelectuais que foram diversamente influenciados pela teoria evolutiva de Darwin em suas obras: Sílvio Romero, Euclides da Cunha e Monteiro Lobato. Confrontados com o atraso econômico brasileiro, e em meio a teorias deterministas ligadas a questões raciais, cada um deles foi capaz, até certo ponto, de entrever que o problema estava em outra esfera. O texto seguinte diz respeito a um projeto temático de longa duração financiado pela FAPESP, o Eletromemória, sobre a história da energia elétrica em São Paulo, em especial as pequenas centrais hidrelétricas que foram construídas no começo do século 20 e continuaram, ou voltaram a funcionar, numa demonstração teimosa de sobrevivência e longevidade de equipamentos, algo ímpar na história da técnica, até em comparações internacionais. A seleção se fecha com um artigo que se propôs dar uma visão histórica panorâmica das principais fontes de energia utilizadas no Brasil desde a segunda metade do século 19, e que pode iluminar alguns acertos e erros de estratégias atuais nesse setor da infra-estrutura.

Todos os textos selecionados foram revistos e complementados, inclusive em termos bibliográficos, com relação àquilo que foi anteriormente publicado no exterior.

Gildo Magalhães

Professor Titular do Departamento de História e Diretor do Centro de História da Ciência, Universidade de São Paulo



“Meu caro Einstein” – a correspondência tumultuosa de Ehrenhaft e o debate sobre correntes magnéticas

As questões no epistolário Ehrenhaft–Einstein

A ciência praticamente esqueceu a figura polêmica de Felix Albert Ehrenhaft (1879-1952), um físico austríaco que nas décadas de 1900 e 1910 assumiu que existiam cargas elétricas menores do que o elétron, com base em seu trabalho experimental. Três décadas depois, Ehrenhaft surgiu com o que parecia ser outra heresia, insistindo que tinha observado polos magnéticos isolados, bem como seu deslocamento formando uma “corrente magnética”. Ele manteve uma correspondência com Albert Einstein sobre esses assuntos por cerca de trinta anos, tentando convencer Einstein da validade de seus argumentos, ao passo que Einstein atacava as conclusões de Ehrenhaft, enquanto acompanhava seu trabalho experimental. A correspondência pessoal Ehrenhaft–Einstein examinada aqui é notável e em sua maior parte não foi publicada.² Embora a coleção tenha sido disponibilizada para consulta há

2 Fontes manuscritas: MSS 2898 [*Albert Einstein and Felix Ehrenhaft: Letters, notes, memoranda and queries exchanged between 1939 and 1941 (with preliminary letters 1917–1932). Felix Ehrenhaft: Typescript of unpublished “Meine Erlebnisse mit Einstein 1908–1940”. Felix Ehrenhaft: A collection of his lectures, articles and reprints. Lilly (Rona) Ehrenhaft: Personal and scientific papers. Agathe Magnus: Papers concerning patents by Lilly Rona*]. MSS122A [*Albert Einstein: Letter to Felix Ehrenhaft from 3.9.1939*] - Dibner Library of History of Science and Technology, Smithsonian Institution, Division of Rare Books and Manuscripts, American History Museum, Washington, D.C. Esses itens foram comprados em 1960 por US\$ 2.500 pelo colecionador e historiador da ciência Ben Dibner, aparentemente como parte dos arquivos pessoais de Lilly Rona-Ehrenhaft. Incluem 47 itens de correspondência (a maior parte em alemão) envolvendo Einstein, Ehrenhaft, e Lilly, além de outras pessoas. Há também exemplares de trabalhos

décadas, ela aparentemente ainda não chamou a atenção dos historiadores, em que pese serem essas cartas, telegramas e notas manuscritas uma fonte valiosa, trazendo questões científicas, históricas e epistemológicas bastante relevantes.

Durante os primeiros anos do século vinte, Ehrenhaft era relativamente bem conhecido, graças ao seu cuidadoso trabalho experimental sobre o movimento browniano e à medição pioneira da carga do elétron. Ele estava em contato com figuras notáveis da nova física que começou a ser desenvolvida principalmente depois de 1900, tais como Max Planck e Erwin Schrödinger, seu colega na Universidade de Viena, mas o cientista mais notável com quem trocou ideias foi sem dúvida Albert Einstein, seu hóspede na Áustria em várias ocasiões.

Nascido de pais judeus, Ehrenhaft posteriormente se converteu ao catolicismo, pelo menos nominalmente, aparentemente uma tentativa de minimizar a resistência contra sua nomeação para uma cátedra na Universidade de Viena na década de 1920. Quando Ehrenhaft fugiu do regime nazista para os EUA, ele achou natural procurar Einstein não só para a crítica de seu trabalho científico, mas para pedir ajuda para encontrar alguma colocação numa instituição americana.

À medida que sua discussão com Einstein se centralizou na existência de monopolos magnéticos, ela atingiu um ponto dramático com a intervenção da terceira esposa de Ehrenhaft, Lilly Rona.³ Ela era uma escultora austríaca, que tinha previamente emigrado para os EUA; atenta, logo percebeu diferentemente de seu marido os sentimentos de Einstein para com Ehrenhaft, e ousou intervir diretamente na disputa científica. Em um determinado ponto de seu duelo escrito, Einstein começou a usar uma arma verbal que o extasiava: a

publicados por Ehrenhaft, alguns com dedicatórias afetuosas para Lilly. Ben Dibner fez a doação junto com uma parte substancial de sua enorme coleção de livros raros e manuscritos ao Instituto Smithsonian, onde estão disponíveis para estudiosos desde 1976. O autor agradece a Kirsten van der Veen, bibliotecária na Coleção Dibner Collection, bem como a Brigitte Kromp, Diretora da Biblioteca Central de Física na Universidade de Viena, e a Joe Anderson, no Centro de História da Física, College Park, Md. Agradece também as contribuições cuidadosas e estimulantes de pareceristas anônimos do *British Journal for the History of Science*.

- 3 Os magnetos apresentam dois polos, tradicionalmente designados de norte e sul. Diferentemente das cargas elétricas, que podem ser separadas em positivas e negativas e cuja movimentação produz a chamada corrente elétrica, um magneto como por exemplo uma agulha imantada, ao ser dividida em duas partes terá em cada parte novamente dois polos, um norte e outro sul. Ehrenhaft alegava ter conseguido separar os polos e fazer fluir entre eles uma "corrente magnética", de modo similar ao de uma corrente elétrica.

poesia, algo em que Ehrenhaft não era nada bom. Coube a Lilly tomar a iniciativa e responder as provocações de Einstein com mais poemas, o que fez a batalha verbal pegar fogo.

A triangulação intelectual resultante foi pouco investigada pela história da ciência e este ensaio vai rever sinteticamente uma parte significativa da correspondência para investigar algumas questões que não foram exploradas pela bibliografia einsteiniana existente. O conflito de Ehrenhaft com Einstein é especialmente interessante, pois ambos compartilhavam um fundo cultural alemão e uma origem judaica. Ehrenhaft continuou emocionalmente ligado a Einstein até quase o fim de sua vida, mas deixou de perceber que seus sentimentos não tinham reciprocidade.

A vida e os tempos de Felix Ehrenhaft

É meio desapontante procurar informação sobre a vida de Felix Ehrenhaft; até agora a única fonte detalhada é uma biografia escrita por Joseph Braunbeck.⁴ Seus escritos pessoais estão reunidos principalmente em três locais: a Biblioteca Central de Física na Universidade de Viena, a Biblioteca Dibner do Instituto Smithsonian (Washington, D.C.) e o Centro de História da Física (College Park, Maryland). Sua correspondência com Einstein é uma parte substancial da respectiva coleção na Biblioteca Dibner.

Ehrenhaft nasceu em Viena a 24 de abril de 1879, filho de um médico abastado. Depois de completar o serviço militar e se graduar como oficial de artilharia, ele terminou seus estudos na Universidade de Viena, recebendo tanto um título de doutor em física quanto um diploma de engenheiro mecânico. A seguir ele entrou num programa de pesquisa sobre coloides, que o capacitou a ser promovido para “Privatdozent” em 1905, engajando-se depois em outra

4 Joseph Braunbeck, *Der andere Physiker. Das Leben von Felix Ehrenhaft* (Wien: Technisches Museum & Leykam, 2003). Essa biografia é muito útil, mas deve ser lida com cuidado devido a seu tom por vezes excessivamente laudatório do biografado. As biografias de Einstein dificilmente mencionam Ehrenhaft, apenas aquela mais antiga por Philipp Frank, *Einstein, his life and times* (1947). [2nd ed. Cambridge (Mass.): Da Capo (Perseus), 2002: 72-73], indica que após a 1ª Guerra Mundial Einstein ficou hospedado na casa de Ehrenhaft em Viena – mas foi o próprio Ehrenhaft que escreveu para Frank em 1940 fornecendo informação sobre Einstein, incluindo uma série de curiosidades contidas no livro de Frank, que não revelou sua fonte. Isto pode ser comprovado, pois algumas dessas histórias são parte da carta de Ehrenhaft para Frank, em 9 de fevereiro de 1940, e estão recontadas na recordação de Ehrenhaft, “Meine Erlebnisse mit Einstein”, ambas na Coleção Dibner.

pesquisa sobre o movimento browniano, e publicou em 1907 sua descoberta de que esse movimento errático existe também em gases.⁵ Sua descoberta foi imediatamente considerada mais um passo decisivo para desvelar a estrutura interna do átomo, numa época em que a própria existência do átomo era ainda um debate científico acalorado.⁶

Ele se casou em 1908 com sua antiga colega de universidade, Olga Steindler, que foi a mãe de seus dois filhos, e nessa época se engajou na medição do quantum elementar de eletricidade, como era então chamado o elétron. J.J Thomson tinha argumentado que os raios catódicos eram um feixe de partículas elétricas e, em 1897, em seu célebre modelo atômico, propôs que esses "elétrons" se moviam num fluido hipotético positivamente carregado. Essas ideias foram mais elaboradas na década seguinte pelo próprio Thomson, auxiliado por sua importante escola de pesquisa em Cambridge, e por outros cientistas europeus.

As experiências sobre a carga do elétron realizadas por Ehrenhaft lhe trouxeram bastante fama, especialmente na Europa, mas depois ele sofreu uma rápida queda de prestígio, pois registrou medições que contradiziam exatamente a suposta quantização da carga elétrica. Como será discutido à frente, isso o levou a uma controvérsia com Robert Millikan sobre o tema.

Durante a 1ª Guerra Mundial, Ehrenhaft foi mobilizado, e lutou na frente de batalha, mas depois passou a servir como professor de balística na escola de oficiais de artilharia. Imediatamente após o final da guerra ele se dedicou a uma nova pesquisa, com a qual reivindicou a descoberta da fotoforescência em 1918, um fenômeno no qual a luz podia movimentar partículas em suspensão.⁷ Isso foi considerado por muitos físicos apenas um efeito radiométrico – como no bem conhecido radiômetro de Crookes, uma espécie de catavento com quatro pás pintadas alternadamente de preto e branco, que ao ser iluminado produz um impulso devido à absorção diferenciada da luz pelas pás e um subsequente aquecimento do ar, que faz o dispositivo girar em torno do seu eixo. Ehrenhaft descartou a justificativa radiométrica após uma série de

5 "Das optische Verhalten der Metallkolloide und deren Teilchengröße", *Annalen der Physik* 11: 489, 1903; "Über die der Brownschen Molekularbewegung in Flüssigkeiten gleichartige Molekularbewegung in den Gasen", *Wiener Berichte* 116: 1175, 1907.

6 Helge Hragh, "Particle Science", em R.C. Olby et al., *Companion to the history of modern science*. London and New York: Routledge, 1996: 654-655.

7 "Die Photophoresis", *Annalen der Physik*, 56 (1918): 81.

novas experiências, preferindo explicar suas observações como sendo o efeito direto da luz sobre a matéria. Para partículas de tamanho comparável ao comprimento de onda da luz, ele insistiu que elas poderiam se mover em direção à fonte luminosa, um efeito que ele chamou de “fotoforese negativa”. Esse assunto aumentou a reprovação que ele vinha sofrendo de outros físicos em consequência da controvérsia anterior sobre a carga do elétron.

Em 1920, Franz Exner se aposentou como diretor do Instituto de Física da Universidade de Viena. Ehrenhaft era considerado um candidato natural ao cargo, mas não foi eleito, porque os colegas físicos mais graduados consideravam-no muito dissidente da física ortodoxa. Exner tinha desempenhado um papel no ambiente vienense que ia além da física, na tradição de Helmholtz e Boltzmann, pois era um intelectual com amplos interesses, incluindo a filosofia e a evolução cultural, um advogado dos benefícios interdisciplinares que as ciências exatas poderiam colher das ciências humanas.⁸ Ehrenhaft não tinha esse perfil e sua própria concordância com o físico e filósofo Mach era provavelmente por razões diversas das de Exner; o mais importante para Ehrenhaft era sua crença de que somente os fatos experimentais formavam a base do conhecimento.

Einstein também foi consultado nesse assunto da nomeação de Ehrenhaft pela Universidade de Viena e seu conselho foi contra sua indicação.⁹ No que parece ter sido uma decisão política, Ehrenhaft acabou recebendo da Universidade um novo e independente instituto de física para dirigir, onde a comunidade acadêmica esperava que sua influência fosse comparativamente menor.

Apesar de suas fortes diferenças científicas, sempre que Einstein ia a Viena para conferências ou congressos durante os anos de 1921 a 1931 (Figura 1), era recebido como hóspede na casa de Ehrenhaft. Este cuidava também do entretenimento social de Einstein, o levava para passear na cidade e uma vez até arranjou para Einstein tocar seu violino em um quarteto de cordas num

8 Cf. Erwin Hiebert, “Common frontiers of the exact sciences and the humanities”, *Physics in Perspective* 2 (2000): 6-29. No campo científico, Exner podia ser associado a Mach e à tradição do indeterminismo vienense. Um estudo extensivo de Exner como físico e o autor evolucionista cultural de *From chaos to the present* pode ser encontrado em Michael Stöltzner, “Franz Serafin Exner’s indeterminist theory of culture”, *Physics in Perspective*, 4 (2002): 267-319.

9 Vide a carta de Einstein à Universidade de Viena de 25 de junho de 1920, em Braunbeck [2003]: 36-37.

recital doméstico. A relação pessoal entre os dois físicos era aparentemente cordial, e Einstein retribuiu convidando o casal Ehrenhaft, hospedando-o em sua casa em Caputh, perto de Potsdam, no verão de 1932. A primeira esposa de Ehrenhaft faleceu mais tarde naquele ano, e ele se casou novamente em 1935 com Bettina Stein.



Figura. 1. Uma conferência de Einstein (de pé, em primeiro plano) em Viena – Ehrenhaft é o terceiro, em pé, da direita para a esquerda. (Sem data). Cortesia da Universidade de Viena, Biblioteca Central Austríaca de Física

Este foi um período de grande inquietude em Viena. Artigos antisemitas de jornal exigiam a exclusão de intelectuais judeus das atividades públicas, inclusive no mundo acadêmico. O assassinato do filósofo Moritz Schlick em 1936 na Universidade de Viena foi saudado pela ala fascista austríaca como uma “boa solução” para a Questão Judaica – apesar de o próprio Schlick não ter nenhuma ascendência judaica. No mesmo ano, o físico alemão Philipp Lenard (Prêmio Nobel de 1905), apoiado por Johannes Stark (Prêmio Nobel de 1919), publicou o livro *Deutsche Physik*, contendo um manifesto contra a “física judaica”. O livro defendia a física experimental e atacava o que chamava

de especulações teóricas, “modernas”, tais como a relatividade e a teoria quântica. A ideologia nazista negava assim a universalidade da ciência, propondo em seu lugar uma ciência “alemã” - *Deutsche Physik*, *Deutsche Mathematik*, *Deutsche Chemie* – uma tendência na verdade apoiada apenas por poucos cientistas renomados.¹⁰ A maioria dos cientistas dificilmente eram politicamente ativos em geral, e sempre que se envolviam de alguma forma, ficavam confinados especificamente em seu interesse profissional e não em questões nacionais.

Um traço singular da personalidade de Ehrenhaft, que ele demonstraria em seus futuros contatos com Einstein nos EUA, era sua ingenuidade – e apesar de suas origens judaicas, em princípio ele concordou publicamente com radicais de direita, como Lenard e Stark, ainda que apenas em termos de física. Ehrenhaft tinha lutado como bom soldado na 1ª Guerra Mundial e pode ter considerado seu dever patriótico permanecer leal à ideologia austríaca no conflito iminente. De toda forma, seu endosso às premissas ideológicas da *Física Alemã*, como a apologia da prática contra a teoria, continuou mesmo depois da 2ª Guerra, e Ehrenhaft preferiu sempre ignorar o respectivo conteúdo político e se satisfazer com o que pensava ser uma justificativa de suas próprias convicções científicas.¹¹

Ele continuou trabalhando normalmente depois que Hitler tomou o poder na Alemanha em 1933, e apesar da crescente pressão austríaca contra judeus e judeus convertidos, ele se manteve em suas posições dentro de comissões estatais, tais como membro do escritório nacional de avaliação de patentes e do comitê austríaco de normas técnicas. Entretanto, depois da anexação (*Anschluss*) de 1938, ele foi detido e espancado pela polícia, teve seu dinheiro confiscado e foi expulso da Universidade de Viena, juntamente com muitos outros cientistas rotulados como judeus ou politicamente perigosos para o regime. Mesmo assim, Ehrenhaft acreditava que não seria perturbado pelo

10 Reinhard Siegmund-Schultze, “The problem of anti-Fascist resistance of ‘apolitical’ German scholars”, in Monika Renneberg & Mark Walker (eds.), *Science, technology and National Socialism*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993: 312-323.

11 Paul Feyerabend em *Killing time* (1995) [Tradução *Matando o tempo*, São Paulo, UNESP, 1996: 74] lembra que, ao frequentar as aulas de Ehrenhaft em 1947 como aluno de física, este seu professor ainda aprovava as concepções da *Física Alemã*, e Braunbeck [2003: 68] diz que Ehrenhaft preferia ignorar o prefácio do livro (com seus ataques antisemitas) em favor de seu conteúdo de física. Ehrenhaft repetia a respeito que seguia o conselho de Faraday, de ceticismo em relação ao uso da teoria, dando precedência ao experimento (citado em F. Ehrenhaft. “Festrede an Michael Faraday”, *Physik u. Chemie*, 32 (5), 1932: 14).

governo nazista, mas depois lentamente mudou de ideia. Finalmente pediu um visto, e em abril de 1939 partiu para a Inglaterra para depois emigrar para os EUA, deixando sua segunda esposa em Viena, onde ela morreu de um câncer devastador poucos meses depois.

Inicialmente, Ehrenhaft viveu nos EUA em casa do irmão de sua primeira esposa, um cirurgião no Meio Oeste americano, e não é claro como ele se manteve financeiramente nesta época. Em Viena ele tinha sido financiado pela Fundação Rockfeller, e lá havia dinheiro reservado em seu nome, mas ele não conseguiu acessar esses fundos. Fez vários contatos com cientistas nos EUA, inclusive Einstein, tentando encontrar emprego em uma posição acadêmica, ou em laboratório empresarial de pesquisa, mas sem sucesso. Eventualmente ele conseguiu publicar alguns de seus trabalhos mais recentes – especialmente os experimentos em que alegava ter separado os monopolos magnéticos.¹²

Ele se mudou para a cidade de Nova Iorque em 1940, onde conheceu a escultora Alice Lilly Rona, uma judia austríaca (Figura 2) que emigrara antes, e com quem se casaria em março de 1942.¹³ Nascida Alice Lili Taussky em 1893, em Temesvar (atualmente Romênia), ela se mudou para Viena para estudar física e línguas, antes de entrar para o estúdio do escultor austríaco Gustinus Ambrosius. Em Nova Iorque, ela comprou equipamento e montou um pequeno laboratório que permitiu a Ehrenhaft continuar com seus experimentos sobre magnetólise da água (separação dos gases componentes por meio de um forte campo magnético homogêneo, processo supostamente análogo à eletrólise) e sobre correntes magnéticas. Lilly Rona também seguia a conversação científica entre Ehrenhaft e Einstein, e acabou acusando este de fazer um jogo de duas caras. Como resultado, a relação entre os físicos se tornou ainda mais frágil e amarga, enquanto Ehrenhaft se via como um cavaleiro solitário cavalgando contra o corpo de conhecimento tradicional.

12 *Physical Review* 57: 562, e 659, 1940; *Annales de Physique* 13:151, 1940; *Journal of the Franklin Institute*, 230 nº 3, 1940; ib. 233 nº3, 1942; *Nature* 147: 25, 1941; *Science* 94: 232, 1941; ib. 96: 228, 1942.

13 Dentre outros trabalhos, Lilly recebeu encomendas para esculpir os bustos de Arturo Toscanini, de Eleanor Roosevelt e do presidente Eisenhower, que lhe granjearam reconhecimento público.

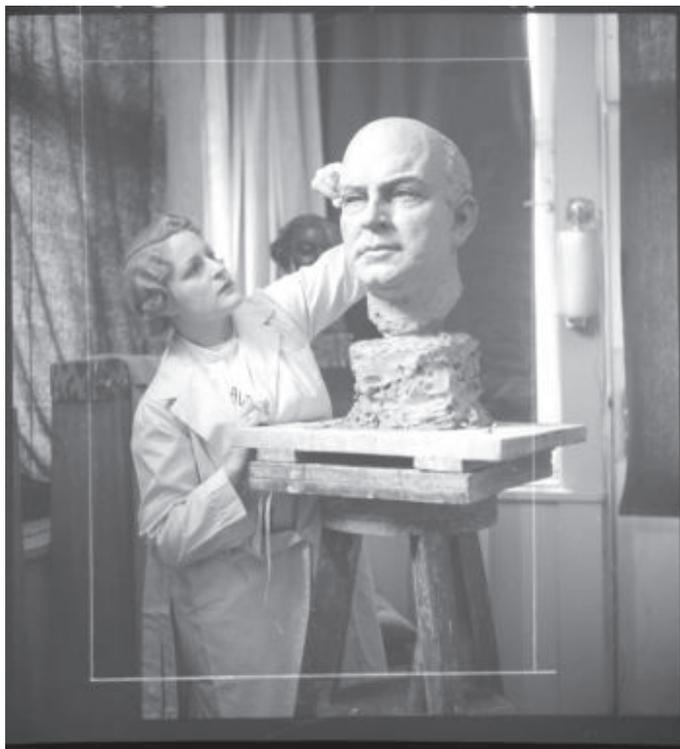


Figura 2. Lilly Rona trabalhando em busto de Ehrenhaft em 1940 – Radiocraft, November 1944

Neste ponto é conveniente nos demorarmos algo mais sobre as principais questões que fizeram com que Ehrenhaft fosse tão atacado, antes de apreciar a correspondência que nos ajudará a perceber como essas *dramatis personae* atuaram.

Controvérsias na física: carga elétrica elementar e monopolos magnéticos

A maioria dos físicos contemporâneos considerou os resultados de Ehrenhaft com suspeita, um eco da controvérsia do sub-elétron, e ao mesmo tempo ficaram intrigados pelos seus resultados experimentais.¹⁴ Poderiam

14 Essa visão é expressa em várias cartas arquivadas no Centro de História da Física (College Park, Md), como naquela escrita para Einstein por W.F.G. Swann, da Fundação Bertol de Pesquisas, de 16 de novembro de 1940: “Suponho que a maioria de nós concordaria que a interpretação de Ehrenhaft de seus experimentos provavelmente está errada, mas pessoalmente sinto que pode

Einstein e outros terem se enganado sobre as afirmações de Ehrenhaft? Alguns de seus trabalhos publicados foram revistos em 1972, por ocasião de um encontro no Lago de Como sobre a história da física do século vinte.¹⁵ Uma das comunicações foi a de Gerald Holton, e outra foi de Paul Dirac, ambas tratando de sub-elétrons, dando assim oportunidade de saber como o trabalho de Ehrenhaft era julgado na década de 1970.

Holton fez um relato vívido da polêmica entre Ehrenhaft e Robert Millikan sobre o valor da carga elétrica e . Ehrenhaft foi o primeiro a publicar esse valor em 1909, usando o movimento browniano em preparações coloidais, e seus valores da época chegaram mais perto do que se aceita hoje do que Millikan, mas este aperfeiçoou seu método nos anos seguintes e obteve valores ainda melhores. O problema para Ehrenhaft começou quando ele subsequentemente anunciou na prestigiada *Physikalische Zeitschrift* que tinha também medido valores menores do que e , que chamou de "sub-elétrons", geralmente $2e/3$, mas também $e/3$ e $e/2$. Millikan disse que isso era resultado de métodos inadequados ou observações errôneas, e Ehrenhaft por sua vez criticou os dados de Millikan. Uma nova série de experimentos de Millikan foi vista como um golpe final no suposto sub-elétron, o mundo acadêmico ficou amplamente convencido, e Millikan recebeu em 1923 o prêmio Nobel pela medição da carga e .

Os valores de Ehrenhaft e sua interpretação foram desacreditados em geral, apesar de que ele e seus colaboradores ainda realizaram novos experimentos que continuaram registrando cargas fracionárias de eletricidade. Holton voltou aos cadernos de anotações originais de Millikan para analisar suas medidas, e concluiu que alguns dos mesmos valores encontrados por este

haver algo nos próprios experimentos que deveria ser melhor investigado"; em sua resposta de 19 de novembro Einstein disse para Swann: "A respeito de seus resultados sobre a carga elementar, não acredito em seus resultados numéricos, mas acredito que ninguém tem uma ideia clara sobre as causas que produzem as aparentes cargas sub-eletrônicas que encontrou em investigações cuidadosas".

15 Paul A.M. Dirac, "Ehrenhaft, the subelectron and the quark", in C. Weiner (ed.), *History of twentieth century physics. Proceedings of the International School of Physics Enrico Fermi. Course LVII (1972)* [New York and London: Academic Press, 1977: 290]. O estudo de Gerald Holton foi incluído em *The scientific imagination: case studies*. (1978).