

JEREMY BERNSTEIN

Albert Einstein

e as fronteiras da física

Tradução

André Czarnobai

claroenigma

Copyright do texto © 1996 by Jeremy Bernstein
Copyright da tradução © André Czarnobai

*Grafia atualizada segundo o Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa de 1990,
que entrou em vigor no Brasil em 2009.*

This translation of *Albert Einstein*, originally published in English in 1996, is published by arrangement
with Oxford University Press, Inc.

Esta tradução de Albert Einstein, título lançado originalmente em inglês, em 1996, é publicada mediante
acordo com a Oxford University Press, Inc.

Título original

Albert Einstein and the Frontiers of Physics

Capa

Kiko Farkas/ Máquina Estúdio

Imagem de capa

Os direitos de imagem de Albert Einstein foram autorizados pela Universidade Hebraica de Jerusalém,
representada exclusivamente pela GreenLight.Gamma.Keystone/Getty Images.

Imagem da p. 6

Einstein no Instituto de Tecnologia da Califórnia, em 1932

Preparação

Maria Fernanda Alvares

Índice remissivo

Luciano Marchiori

Revisão técnica

Rogério Rosenfeld

Revisão

Huendel Viana

Luciane Helena Gomide

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

Bernstein, Jeremy
Albert Einstein e as fronteiras da física / Jeremy Bernstein ;
tradução André Czarnobai — 1ª ed. — São Paulo : Claro Enigma,
2013.

Título original: Albert Einstein and the Frontiers of Physics
ISBN 978-85-8166-086-8

1. Einstein, Albert, 1879-1955 2. Físicos – Biografia 3. Literatura
infantojuvenil I. Título.

13-08091

CDD-028.5

Índice para catálogo sistemático:

1. Einstein, Albert : Biografia : Literatura juvenil 028.5

[2013]

Todos os direitos desta edição reservados à

EDITORA CLARO ENIGMA

Rua São Lázaro, 233

01103-020 — São Paulo — SP

Telefone: (11) 3707-3531

Sumário

	Prefácio: Como acabei não conhecendo Albert Einstein	7
1.	Einstein quando jovem	15
	Box: Einstein prova o teorema de Pitágoras	23
2.	O ano miraculoso	34
	Box: Uma breve história da teoria da luz	44
3.	A estranha história do quantum	62
	Box: Como a radiação de cavidade, ou de corpo negro, tornou-se um ponto crucial na física	74
	Box: Quanta luminosos	78
4.	A melhor ideia do professor Einstein	82
	Box: O que torna uma geometria euclidiana?	93
5.	A cosmologia de Einstein	109
6.	A história ainda mais estranha do quantum	117
	Box: Como detectar física de charlatão?	125
7.	Mercer Street, número 112	135
8.	O legado de Einstein	157
	Posfácio: Como acabei vendo Einstein	161
	Apêndice: A experiência de Michelson-Morley	162
	Cronologia	171
	Leitura complementar	173
	Índice remissivo	174

1. Einstein quando jovem

Albert Einstein nasceu no dia 15 de março de 1879 na cidade de Ulm, no sul da Alemanha, aos pés dos alpes de Württemberg. A casa em que ele nasceu, no número 135 da Bahnhofstrasse, foi destruída em um bombardeio durante a Segunda Guerra Mundial. Seus pais, Hermann e Pauline Koch Einstein, eram judeus, embora não fossem praticantes da religião. O fato de terem dado nomes tradicionais alemães aos filhos Albert e Maria, nascida dois anos mais tarde, em vez de nomes tirados do Velho Testamento como Abraão e Sara, demonstra que eles estavam distantes do judaísmo ortodoxo. Mesmo assim, sua afiliação religiosa, “israelita”, foi impressa na certidão de nascimento de Einstein, e é interessante especular o que isso poderia significar para a história da ciência moderna caso Einstein tivesse nascido meio século antes ou depois na mesma cidade alemã.

Até 1871, apenas oito anos antes do nascimento de Einstein, os judeus não eram considerados cidadãos completos na Alemanha; eles não tinham os mesmos direitos e oportunidades que os demais alemães. Na verdade, no começo do século eles haviam sido forçados a viver em guetos e eram frequentemente obrigados a usar distintivos amarelos especiais — uma prática trazida de volta pelos nazistas cerca de cinquenta anos depois do nascimento de Einstein. Judeus não podiam frequentar universidades, e lhes era permitido exercer um número muito limitado de profissões. Dessa forma, se alguém com as habilidades de Einstein

tivesse nascido em um desses guetos, na época, ou teria passado despercebido ou talvez se tornasse um erudito religioso. Exemplos de cientistas judeus na Europa, pelo menos de cientistas cujo trabalho é amplamente reconhecido, parecem inexistentes até a metade do século XIX. Portanto, não surpreende a falta de registros de alguém demonstrando grandes habilidades científicas na família do pai ou da mãe de Einstein.

Por outro lado, é claro que, se Einstein tivesse nascido cinquenta anos depois, seu nascimento coincidiria com a ascensão do nazismo na Alemanha, e, se ele não tivesse sido um dos poucos judeus com sorte o suficiente para emigrar, teria morrido em um campo de concentração. Mesmo assim, foi obrigado a deixar a Alemanha em 1932 para nunca mais retornar.

Independente disso, ter nascido em 1879 significava que ele tinha vinte e poucos anos na virada do século, quando a tradicional física “clássica” de Isaac Newton e seus sucessores desmoronou. Foi necessária uma revolução para reerguer a física, e as revoluções, especialmente nessa área, em geral são capitaneadas por pessoas com menos de trinta anos. Portanto, Einstein estava na idade certa para ver as coisas com um novo olhar. E ele não tinha interesse na física estabelecida.

Depois que Einstein ganhou fama, sua irmã Maria — cujo apelido era Maja — escreveu um breve relato biográfico sobre o irmão mais velho, de quem era muito próxima. Ela descreveu como via Einstein quando ambos eram crianças pequenas, e lembrou seus eventuais acessos de mau humor, quando “seu rosto perdia a cor, a ponta do nariz ficava branca, e ele perdia o controle sobre si mesmo”. Existe um consenso de que Einstein levou muito tempo para começar a falar. Mais velho, ele teria lembrado isso, ao contar a um de seus assistentes que, quando tinha dois ou três anos, pretendia falar apenas frases inteiras. Então, antes de dizê-las em voz alta, praticava em silêncio até ter certeza de que estavam corretas. Certamente poucos adultos são capazes de recordar como aprenderam a falar. Mas, quando chegou à idade adulta, já mundialmente reconhecido como o maior gênio da ciência desde Newton, e depois de ter respondido a tantas perguntas sobre as diferenças entre seus processos mentais e os das demais pessoas, Einstein acabou pensando bastante em como esses processos haviam se desenvolvido. Talvez por isso ele lembrava, ou pensava que lembrava, como tinha aprendido a falar.

A mãe de Einstein adorava música e, portanto, seus dois filhos começaram a estudar música desde cedo. Einstein começou a tocar violino quando tinha seis anos, e teve aulas até os treze. Ele tocou com regularidade até uma idade avançada, quando sentiu que estava ficando difícil continuar. Não se sabe ao certo o quanto Einstein era bom em tocar violino. Vários músicos famosos quiseram tocar e tocaram com ele, mas provavelmente porque ele era Einstein, o físico, e não Einstein, o músico.

O interesse de Einstein na música o levou a outras amizades interessantes. Em 1911, um rico e excêntrico industrial belga chamado Ernest Solvay começou a organizar e pagar por conferências realizadas de tempos em tempos em Bruxelas, a capital da Bélgica. Solvay tinha algumas teorias científicas bem malucas, e provavelmente deve ter pensado que, se pagasse o suficiente, poderia reunir um grupo de cientistas importantes dispostos a escutá-las. Uma vez reunidos, entretanto, os cientistas preferiram escutar uns aos outros. Foi num desses encontros que Einstein conheceu o rei e a rainha da Bélgica, a quem ele se referia como “os Reis”, como se esse fosse o sobrenome deles. Em 1930, Einstein escreveu de Bruxelas para sua mulher:

Às três da tarde eu dirigi até os Reis, onde fui recebido com entusiasmo como-vente. Essas pessoas são de uma pureza e gentileza raramente vistas. Primeiro, conversamos por cerca de uma hora. Então uma musicista inglesa chegou, e tocamos em quartetos e trios (também estava presente uma dama de companhia que era musicista). Tocamos animadamente por várias horas. Então, todos se foram e eu fiquei para jantar com os Reis — no estilo vegetariano, e sem serviçais. Espinafre com ovos cozidos e batatas e ponto final. (Eles não sabiam que eu ficaria para o jantar.) Eu gostei muito daqui, e estou certo de que o sentimento foi mútuo.

O pai de Einstein, Hermann, não teve muito sucesso nos negócios. Quando Albert tinha um ano, seu pai decidiu abrir uma empresa de engenharia elétrica e hidráulica com o irmão mais jovem, Jakob, que havia estudado engenharia. Eles montaram o negócio em uma das principais cidade alemãs, Munique, contando com a ajuda financeira dos pais de Pauline Einstein. O jovem Albert passaria os

catorze anos seguintes em Munique, onde cursaria o primário. Nessa época, na Alemanha, a maioria das escolas públicas tinha uma afiliação religiosa. Havia escolas judaicas, católicas, e assim por diante. Os pais de Einstein acharam que ele teria uma educação melhor numa escola católica, e então o matricularam numa delas. Mesmo Einstein sendo o único judeu em sua escola, isso aparentemente não trouxe nenhum problema.

Mas essas escolas tinham uma tradição militar e, frequentemente, também um ambiente militar, o que Einstein sempre detestou. Quando era criança, nunca brincava com soldadinhos e assistia às paradas militares com sentimentos de pena e desprezo. Esses sentimentos o acompanharam por boa parte da vida. Durante a Primeira Guerra Mundial, ele costumava se meter em apuros como ativista contra o conflito. Na década de 1930, com a ascensão de Adolf Hitler na Alemanha, Einstein mudou de opinião, ao perceber que Hitler só poderia ser detido pelo uso da força bruta.

Não há evidências de que, nos anos que passou em Munique, Einstein tenha impressionado seus professores com algum talento especial. Muitos dos grandes físicos teóricos exibiam habilidades extraordinárias — geralmente em matemá-



Einstein, o terceiro da direita para a esquerda na fileira da frente, com seus colegas em Munique, em 1889. Ele odiava o ambiente ríspido e militar da escola.

tica — desde muito jovens, seja aprendendo cálculo antes da adolescência ou demonstrando uma aptidão excepcional para a aritmética mental. Mas Einstein parece não ter feito nada disso.

Na verdade, a impressão que ele deixou nos seus primeiros professores foi a de ser uma criança dispersa, desprovida de um futuro especialmente promissor. Mesmo assim, segundo o próprio Einstein, suas memórias mais fortes e antigas ligadas à ciência são desse período. Ele nunca escreveu uma autobiografia, como fazem hoje muitos cientistas, que nos contam sobre seus casamentos, filhos — até mesmo seus casos amorosos — e, às vezes, sobre seu trabalho científico. Embora tenha sido casado duas vezes, tido dois filhos e, muito provavelmente, alguns casos amorosos, Einstein devia acreditar fortemente que isso só dizia respeito a ele. Tanto que, quando escreveu um ensaio autobiográfico, aos 67 anos de idade, não incluiu praticamente nada sobre sua vida pessoal. Nem sequer menciona seus casamentos. O ensaio é quase todo dedicado às origens de suas ideias científicas. É por meio dessa “autobiografia” que ficamos sabendo como a ciência entrou na vida dele.

Em seu ensaio, Einstein nos fala sobre duas lembranças da infância muito distintas e específicas. Elas estão fortemente ligadas ao tipo de ciência que ele iria praticar mais tarde. Ele descreve o fascínio que esses fatos exerceram sobre ele. “Fascínio” é uma palavra muito importante aqui. Ficamos fascinados pelas coisas que observamos na natureza que nos cerca. O que mantém as nuvens no céu? Por que existem as estações do ano? O que faz a água ferver, as plantas verdes ou o céu azul? Os cientistas se diferenciam das outras pessoas por não suportarem não saber as respostas para perguntas como essas. São capazes de passar uma noite — ou mesmo várias — em claro até que a pergunta seja respondida. Einstein levava esse sentimento tão a sério que se referia a ele como “um voo a partir da fascinação”. É como se o cientista tivesse de fugir do fascínio — a sensação de não entender uma coisa —, um sentimento que para ele era desagradável e aterradorizante, e só podia ser aliviado pela busca da compreensão.

A primeira memória científica de Einstein é a de seu pai lhe mostrando uma bússola quando ele tinha cerca de cinco anos. Ao descrever o fenômeno aparentemente estranho de a agulha “saber” para onde apontar ainda que nada pareça tocá-la, ele escreveu: “O fato de aquela agulha se comportar de maneira tão de-

terminada não se enquadrava na natureza dos acontecimentos... no mundo inconsciente dos conceitos...”. E prossegue: “Eu ainda me lembro — ou, pelo menos, acho que me lembro — do impacto profundo e duradouro que essa experiência teve sobre mim. Algo profundamente oculto devia existir por trás das coisas”. Para diferenciar uma experiência como essa de simples mágica, o cientista precisa descobrir por que ela acontece e como ela se relaciona com elementos mais familiares. É impressionante que a primeira memória científica de Einstein esteja relacionada ao magnetismo, já que, muitos anos depois, um dos triunfos da teoria da relatividade foi justamente demonstrar que o magnetismo e a eletricidade são, na verdade, o mesmo fenômeno, geralmente chamado de eletromagnetismo.

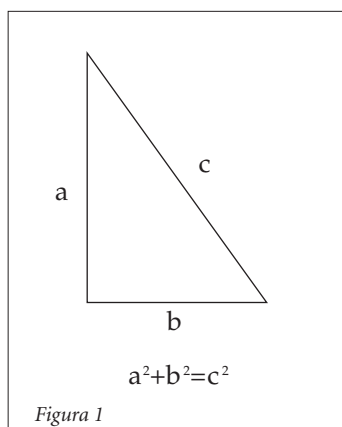
Na época da experiência infantil de Einstein, a teoria moderna de eletromagnetismo também estava na infância. Ela havia sido desenvolvida pelo grande físico escocês James Clerk Maxwell cerca de 25 anos antes, de modo que, quando Einstein estava tendo sua formação científica, por volta da virada do século, o conceito de eletromagnetismo ainda era tão novo e compreendido por tão poucas pessoas que nem sequer era ensinado na escola. Ele teve de aprendê-lo sozinho.

A segunda experiência científica que Einstein lembrava era de um tipo bem diferente. Envolvia geometria, e aconteceu quando ele tinha cerca de doze anos. A essa altura ele já havia passado do ensino primário para o que era conhecido como ginásio. Na verdade era como o ensino médio, mas levado muito mais a sério. Alguns dos professores do ginásio eram acadêmicos respeitados, que haviam publicado livros ou realizado algum experimento científico significativo. Einstein frequentou o ginásio de Luitpold, em Munique, uma escola católica onde a disciplina parecia ainda mais militar do que na sua escola primária. Uma foto tirada com seus colegas — todos meninos — mostra todos usando uniforme. Talvez fosse uma escola militar. Na verdade, Einstein referia-se a seus professores como “tenentes”, em oposição aos “sargentos”, que lhe deram aulas no ensino primário. Na foto, ele parece esboçar um sorriso e tem jeito de ser o tipo de garoto capaz de deixar os professores malucos — o que não estava muito longe da realidade.

Na época em que teve essas primeiras experiências científicas, Einstein já havia começado a ler livros de ciência populares, sugeridos a ele por um estudante de medicina russo, judeu e pobre chamado Max Talmud. Ainda que os Einstein não fossem formalmente muito religiosos, eles seguiam a tradição ju-

daica de convidar um estudante pobre para participar de uma refeição com eles — no caso de Talmud, isso acontecia todas as quintas, ao meio-dia. Entre os livros que Talmud sugeriu a Einstein estavam alguns títulos do autor Aaron Bernstein, que havia escrito uma série intitulada *Livros populares sobre ciência natural*. Talmud e Einstein costumavam passar horas discutindo esses livros.

Além disso, o tio de Einstein, Jakob, encorajava com frequência seu incipiente interesse em matemática propondo problemas de álgebra ou geometria para que ele resolvesse. Um desses problemas foi demonstrar o teorema de Pitágoras em geometria plana, que afirma que a soma dos quadrados dos catetos de um triângulo retângulo é igual ao quadrado da sua hipotenusa. Em seguida seu tio lhe deu um livro sobre geometria, para que ele pudesse entender como o assunto estava estruturado. Mais tarde, Einstein teria escrito, “quando eu tinha doze anos experimentei um segundo fascínio de uma natureza totalmente diferente do primeiro, por obra de um livrinho sobre geometria euclidiana plana, que veio parar em minhas mãos no começo do ano letivo. Ele continha afirmações que — embora não fossem de forma alguma evidentes — podiam ser provadas com tal certeza que qualquer dúvida parecia fora de questão. Tamanha lucidez e convicção tiveram uma influência indescritível sobre mim. O fato de o axioma ter de ser aceito sem prova não me incomodava. Eu podia basear as provas em proposições cuja validade parecia livre de qualquer dúvida...”.



Einstein expressa aí algo que provavelmente todos nós já pensamos a respeito da geometria. O fato notável de que se nos basearmos em algumas proposições aparentemente óbvias — chamadas de axiomas —, como a possibilidade de ligar quaisquer dois pontos com uma linha reta, ou de que todos os ângulos retos são iguais, poderemos provar teoremas extraordinários. Todos nós fomos ensinados que não podemos “provar” os axiomas em si. Devemos aceitá-los

como os tijolos com os quais são construídos os teoremas da geometria. Einstein nos conta como ele tentou fazer isso com o teorema de Pitágoras. Ele diz: “Lembro que um tio [Jakob] me falou sobre o teorema de Pitágoras antes de o livreto

sagrado de geometria cair em minhas mãos. Depois de muito esforço, consegui ‘provar’ esse teorema com base na similaridade dos triângulos; ao fazê-lo me pareceu ‘evidente’ que as relações entre os lados dos triângulos retângulos teriam de ser inteiramente determinadas por um dos ângulos agudos. Para mim, somente algo que não fosse assim tão ‘evidente’ precisaria de algum tipo de prova...”. O quadro na página 23 mostra uma hipótese do que pode ter sido a prova de Einstein, mas é apenas uma espécie de palpite, já que ele mesmo nunca nos deu mais detalhes.

Em 1894, Hermann Einstein mudou-se com toda a família — exceto Albert — para Milão, na Itália. Os negócios não tinham ido bem em Munique, e o representante italiano da firma sugeriu que os irmãos Einstein tentassem a sorte naquele país. Albert ficou para terminar sua educação no ginásio, e foi morar em uma pensão administrada por um parente distante. A essa altura, toda a atmosfera do ginásio tinha começado a irritá-lo. Alguns dizem que Einstein foi um mau aluno, mas isso não é verdade. Pelo contrário, ele era um excelente aluno. Talvez não estivesse entre os primeiros da turma o tempo todo, mas tirava notas muito boas. No entanto, não era um estudante muito respeitoso, e isso logo ficou claro para seus professores.

De qualquer forma, depois de viver sozinho em Munique por seis meses, Einstein decidiu ir embora. Ele conseguiu um atestado médico dizendo que estava sofrendo de um colapso nervoso, e também uma carta de um professor de matemática afirmando que seu conhecimento superior no assunto o havia preparado para estudos mais avançados — ou algo nessa linha. Mas as coisas se converteram numa questão acadêmica quando um professor o avisou de que ele seria convidado a deixar a escola. Quando perguntou o motivo disso, teria ouvido que “sua presença em sala de aula aniquila o respeito dos alunos”. Basta olhar a foto de Einstein com sua turma para entender o que o professor quis dizer. No fim das contas, essa foi a melhor coisa que poderia ter acontecido a Einstein. Se ele tivesse permanecido até o fim do ano, teria idade suficiente para ser convocado.