



Exacta

ISSN: 1678-5428

exacta@uninove.br

Universidade Nove de Julho
Brasil

Contieri, Roberto Pepi
Einstein: annus mirabilis
Exacta, núm. 3, 2005, pp. 29-33
Universidade Nove de Julho
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81000303>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Einstein: *annus mirabilis*

Roberto Pepi Contieri

Mestre em História da Ciência – PUC-SP;
Mestre em Educação – UNISAL;
Professor na graduação – UNINOVE.
rpepi@uninove.br, São Paulo [Brasil]

Em março de 1905, ano em que Albert Einstein completava 26 anos, ele começou a publicar uma série de trabalhos que revolucionaram a Física, o conhecimento e a cultura até os dias de hoje. Foi seu *annus mirabilis* – o período em que, entre papéis e declarações sobre patentes de produtos elétricos numa firma suíça, nasceu de sua imaginação um conceito tão material quanto transcendente: o do espaço-tempo ou do tempo como quarta dimensão. O texto pretende reportar às condições vividas por Einstein em 1905 e ao seu desenvolvimento intelectual e familiar na confecção de seus artigos.

Palavras-chave: Miraculoso.¹ Relatividade. Tempo.



1 Introdução

O ano de 2005 corresponde ao centésimo aniversário do ano milagroso ou miraculoso (*annus mirabilis*)² da produção científica de Albert Einstein (1879-1955), quando foram publicados cinco artigos lendários que criaram ou forneceram a base para o desenvolvimento de três campos fundamentais da Física, a saber: a teoria da relatividade, a teoria quântica e a física atômica e molecular. Einstein era capaz de dar uma descrição correta e consistente de eventos físicos em referenciais inerciais diferentes sem fazer suposições especiais sobre a natureza da matéria e da radiação, ou como elas interagiam. A partir desses ensaios, a Física nunca mais seria a mesma.

Einstein nasceu em Ulm, Alemanha, em 14 de março de 1879, e cresceu em Munique. Filho único de Hermann Einstein – dono de uma oficina eletrotécnica – e Pauline Koch, era considerado pela família um menino muito lento no aprendizado, em razão de sua dificuldade em aprender a falar (hoje, acredita-se, talvez fosse disléxico). Dizem que, quando o pai, Hermann, perguntou ao diretor da escola qual seria a melhor profissão para seu filho, obteve como resposta: “Não importa. Ele nunca terá sucesso em nada [...]” (HAWKING, 2005, p. 910).

Aos 16 anos, prestou exames de admissão à Escola de Engenharia do Instituto Tecnológico de Zurique, na Suíça. Embora tenha tido um desempenho brilhante em Matemática e Física, foi reprovado em outras matérias. Sua família, para contornar o problema, mandou-o estudar em Aarau, também na Suíça, na esperança de vê-lo ainda na escola, em Zurique, e foi o que de fato ocorreu, em 1896. Graduiu-se em Matemática e Física na Politécnica de Zurique, em 1900. O aperfeiçoamento dos estudos veio por conta própria e passou a ganhar a vida como professor. Foi nessa época que tomou conhecimento da eletrodinâmica

de Maxwell (físico escocês James Clerk Maxwell [1831-1879]).

Nesse período, Einstein apaixonou-se por Mileva Maric e naturalizou-se suíço. Fruto desse romance – antes do casamento –, em 1901, nasce Lieserl, filha do casal, da qual pouco se tem notícia. Sabe-se apenas que nascera com uma deficiência física ou teria adoecido muito cedo na infância, e que foi adotada por uma família na Hungria, onde residiam os pais de Mileva. Einstein e Mileva casaram-se em 1903, sem o consentimento dos pais da moça, e o casal teve outros dois filhos, Hans e Edward. Aos poucos o casamento foi-se deteriorando. Em carta à sua prima Elsa – com quem viria a casar-se em 1919 e adotaria as filhas do primeiro casamento dela, Ilse e Margot –, Einstein assim se expressa: “Trato Mileva como uma empregada que não posso demitir. Tenho meu próprio quarto, e evito ficar sozinho com ela. Somente desta forma consigo suportar nosso convívio [...]” (OLIVEIRA, 2003, p. 123).

Como a carreira de professor não era das mais promissoras e Einstein sobrevivia dando aulas particulares, para ajudá-lo, um amigo matemático da Politécnica, Marcel Grossmann, por meio de seu pai, conseguiu-lhe emprego num escritório de patentes, em Berna. Ali, nas horas vagas, Einstein viria a produzir o trabalho que revolucionaria a Física! O ano de nascimento de seu filho Hans, 1905, foi miraculoso para ele, pois conseguiu articular a tarefa de ser pai com o emprego no escritório de patentes e, ao mesmo tempo, publicar seus ensaios científicos, tudo isso sem possuir a infraestrutura de uma posição acadêmica.

Na primavera desse ano, Einstein³ submeteu três artigos ao periódico alemão *Annalen der Physik* (em português *Anais da Física*), aceitos e publicados no número 17 da revista, que, no mesmo ano, acolheu mais dois artigos do físico. O primeiro foi sua dissertação⁴ sobre uma nova determinação das dimensões moleculares; o segundo

referia-se ao movimento browniano – o movimento de pequenas partículas em suspensão dentro de líquidos em repouso, tal como exigido pela teoria cinético-molecular do calor; o terceiro – a teoria da relatividade – tratava da eletrodinâmica dos corpos em movimento; o quarto, ainda sobre relatividade, abordava a seguinte questão: a inércia de um corpo depende de seu conteúdo de energia?; o quinto foi o trabalho inicial de Einstein sobre hipótese quântica de um ponto de vista heurístico a respeito da produção e transformação da luz. Apesar desses trabalhos considerados revolucionários, Einstein, já titulado doutor, só obteria um cargo de professor quatro anos mais tarde.

Em 1913, retornou à Alemanha para trabalhar na Sociedade Científica Cáiser Guilherme, em Berlim. Dedicava-se à ampliação da teoria da relatividade para casos mais gerais, incorporando a ela a teoria da gravitação de Isaac Newton. A nova Teoria da Relatividade Geral, de 1916, permitia, mais do que qualquer outra até então formulada, explicar o maior número possível de fenômenos do universo, possibilitando, inclusive, prever aqueles ainda não observados. Um destes é o desvio que a luz sofreria por ação da gravidade que, alguns anos depois, em 1919, viria a ser confirmado ao se observar um eclipse solar e sua influência sobre a luz de algumas estrelas.

O quinto artigo propiciou a Einstein desenvolver estudos sobre o campo fotoelétrico, o que lhe valeu, em 1921, o Prêmio Nobel de Física, embora seu trabalho mais importante e de repercussão fosse a teoria da relatividade. Na época, os físicos não receberam bem as idéias da natureza quântica do efeito fotoelétrico. Isso porque, até então, a luz, assim como qualquer outra radiação eletromagnética, era considerada apenas uma onda, o que os levava a questionar a possibilidade de a luz ser um feixe de partículas.

Com suas pesquisas, ganhou notoriedade de tal ordem que uma visita sua a outros países

tornava-se um evento nacional; fotógrafos e repórteres o seguiam por todos os lugares.

Não podemos deixar de associar os ensaios de Einstein com a grande revolução do século XVII provocada por Newton, que, ao contrário daquele, primeiro estudou, analisou e divulgou muito intimamente para poucos amigos suas pesquisas sobre Física e Matemática, publicando-as anos depois, quando já era um pensador notório e de alta credibilidade; Einstein, por sua vez, com suas publicações, abriu portas e aumentou a sua credibilidade no mundo científico.

Na denominada Física Clássica, Newton afirmava que “[...] o tempo absoluto, verdadeiro, matemático por si próprio e por sua própria natureza, flui uniformemente sem relação a qualquer coisa externa [...]” (HAWKING, 2005, p. 912), enquanto Einstein sustentava que todos os observadores deveriam medir a mesma velocidade da luz, independentemente da rapidez com que eles se estivessem movendo. Experiências posteriores revelaram que uma pequena partícula de matéria, quando acelerada até atingir 87% da velocidade da luz, tem o dobro da massa registrada em repouso, estabelecendo a conhecida equação $E = mc^2$, em que a energia é diretamente proporcional ao produto da massa pelo quadrado da velocidade da luz no vácuo.⁵

Em 1905, quando Einstein pôs pela primeira vez a sua equação no papel, estava tão isolado que preparou o principal artigo sobre a relatividade sem notas de rodapé, algo de que praticamente não se ouve falar em ciência. No texto, o único agradecimento de Einstein foi dirigido a seu leal amigo Michele Besso, engenheiro mecânico, companheiro de trabalho no escritório de patentes (BODANIS, 2001, p. 87-88).

A Teoria da Relatividade é baseada em dois postulados fundamentais: 1) todos os sistemas inerciais são equivalentes, e 2) a velocidade da luz é a mesma em qualquer sistema inercial. Como



consequência, as noções de espaço e tempo absolutos definidos pela mecânica clássica tiveram de ser abandonadas. Na teoria da relatividade, intervalos de tempo e distâncias dependem do estado de movimento do observador. Estes dois enunciados bastam para se chegar a uma teoria simples e consistente da eletrodinâmica de corpos em movimento e de corpos em repouso.⁶

Com essa teoria, Einstein estabeleceu uma nova visão, uma nova dimensão a ser considerada, com o tempo, formando outras três dimensões; isso remete a reflexões como o paradoxo de Maxwell – que não concordava com (a mecânica de) Newton, uma vez que todos os referenciais que se movimentam com velocidade constante são equivalentes. De acordo com a segunda lei de Newton, a luz seria um fenômeno ondulatório; então, como ficaria a imagem de uma pessoa refletida num espelho, se a pessoa e o espelho estivessem viajando à velocidade da luz no vácuo? Nessa situação, se pensássemos de acordo com a Física Clássica, a luz não alcançaria o espelho e, consequentemente, não haveria imagem.

Um dos exemplos mais populares de Einstein – e que até hoje continua sendo investigado pelos cientistas –, no qual se observa a transformação do referencial do tempo, é o denominado paradoxo dos gêmeos: um deles viaja pelo espaço em velocidade próxima à da luz enquanto o outro permanece estacionário na Terra. Quando o primeiro retorna de sua viagem e os dois se reencontram, observa-se que aquele que se deslocou envelheceu menos rapidamente do que o outro que permaneceu na Terra, ou seja, o tempo para o viajante passou mais devagar que para o que permaneceu no referencial fixo.

A confirmação da Teoria da Relatividade Geral transformou Einstein em uma celebridade internacional e, em 1921, foi eleito membro da Royal Society,⁷ sendo homenageado pela comunidade acadêmica de cada cidade que visitou. Em

1927, começou a desenvolver os fundamentos da mecânica quântica com o físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962). Em 1928, foi para os Estados Unidos, estabelecendo-se em Princeton, Nova Jersey, no Instituto de Estudos Avançados, como professor de Matemática e Física teórica. A mudança ocorreu em virtude de o partido nazista, na Alemanha, ter iniciado uma campanha contra a chamada “ciência judia”. Sua moradia foi confiscada e ele perdeu seus cargos nas universidades alemãs e sua cidadania nacional.

Em 1939, com seu amigo Leo Szillard, Einstein enviou uma carta ao então presidente dos Estados Unidos, Franklin Delano Roosevelt (1882-1945), alertando-o sobre uma bomba atômica em estudos na Alemanha de Adolf Hitler (1889-1945) e sugerindo que os americanos desenvolvessem uma pesquisa nuclear. Essa foi a premissa para que se iniciasse o Projeto Manhattan,⁸ que daria origem às primeiras armas nucleares do mundo. Preocupado com o alto poder de destruição de uma arma desse tipo, em 1945, Einstein escreveu novamente apelando ao presidente para que não a usasse. Roosevelt faleceu antes de ler a carta. Seu sucessor Harry S. Truman (1884-1972) ignorou o apelo, lançando a bomba atômica em 6 de agosto sobre Hiroshima e, três dias depois, em Nagasaki, no Japão. Mais tarde, Einstein trabalhou para o estabelecimento de acordos internacionais que afastassem a possibilidade de guerras atômicas, mas seus esforços tiveram pouco resultado. O acúmulo de artefatos bélicos nucleares continuou a crescer, e só na década de 1980 se iniciaria o desarmamento de parte desse arsenal.

Por combater as idéias do nazismo e apoiar explicitamente o sionismo, após a Segunda Guerra Mundial, recebeu convite para presidir o recém-criado Estado de Israel, do qual educadamente declinou, alegando não ser a melhor pessoa para ocupar o cargo. Alguns dias antes de sua morte, Einstein escreveu uma carta ao filósofo e matemático Bertrand Russell (1872-1970), manifestando

concordância em assinar uma declaração em que pedia que todas as nações abandonassem seus projetos e armas nucleares.

A efervescência intelectual de Einstein esgotou prematuramente suas reservas físicas. Ao longo de sua vida, por diversas vezes, ficou gravemente doente, não conseguindo recuperar, satisfatoriamente, a saúde. Em 1954, o rápido declínio de suas forças físicas manifestou-se de forma irreversível e, em abril de 1955, foi transferido para o hospital de Princeton. Na manhã de 18 de abril sofreu um ataque cardíaco, vindo a falecer. Desaparecia um gênio da ciência, que sempre privilegiou em sua trajetória investigativa a acuidade do pensamento em detrimento de seus sentidos. Em certa ocasião, disse (HAWKING, 2005, p. 915): “A verdade de uma teoria está na mente e não nos olhos.”

Einstein: *annus mirabilis*

In March 1905, when Albert Einstein was celebrating his 26th birthday, a series of his papers was first published turning over a new leaf in Physics, knowledge and culture until nowadays. It was his *annus mirabilis*, a period in which, among papers and declarations to patent electric products in a Swiss company, his imagination gave rise to a concept both materialistic and transcendent: the time-space dimension or time as the fourth dimension. This paper intends to show the conditions that surrounded Einstein in 1905 concerning his intellectual and familiar development during the creation of his articles.

Key words: Miraculous. Relativity. Time.

Notas

- 1 N. do Ed.: *Mirabilis*, palavra latina que significa admirável, extraordinário, maravilhoso. O autor adota miraculoso, com base na literatura sobre o tema.
- 2 A expressão *annus mirabilis* foi aplicada, anteriormente, com muito mais precisão, entre 1664-1666, por biógrafos de Isaac Newton (1642-1727), em *A vida de Isaac Newton* (CÉLINE; WESTFALL, 1995). O livro pode ser consultado para informações biográficas da vida de Newton.
- 3 Os artigos detalhados e em ordem de publicação encontram-se no livro *O ano miraculoso de Einstein*, de Stachel (2001).
- 4 No início do século XX as dissertações eram elaboradas para o título de doutor.
- 5 Velocidade da luz no vácuo é de aproximadamente 300 mil quilômetros por segundo (km/s).
- 6 Para maiores informações consulte Hawking (2005, p. 917-918).
- 7 A Real Sociedade de Londres é uma instituição destinada à promoção das ciências.
- 8 Projeto estadunidense responsável pela construção da bomba atômica, que se iniciou no fim da década de 1930 e chegou a sua concretização em 1945, sob coordenação do físico Julius Robert Oppenheimer (1904-1967).

Referências

- BODANIS, D. *E = mc²*. Uma biografia da equação que mudou o mundo e o que ela significa. 1. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2001.
- CÉLINE, L-F.; WESTFALL, R. S. *A vida de Isaac Newton*. 1. ed. São Paulo: Nova Fronteira, 1995.
- HAWKING, S. *Os gênios da ciência: sobre os ombros de gigante*. As mais intrigantes idéias da física e da astronomia organizadas e comentadas pelo mais famoso físico da atualidade. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier-Campus, 2005.
- OLIVEIRA, I. S. *Física moderna para iniciados, interessados e aficionados*. 1. ed. Rio de Janeiro: Livraria da Física, 2003. v. 1.
- STACHEL, J. (Org.). *O ano miraculoso de Einstein*. 1. ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001.

recebido em: 13 jun. 2005 / aprovado em: 19 ago. 2005

Para referenciar este texto:

CONTIERI, R. P. Einstein: annus mirabilis. *Exacta*, São Paulo, v. 3, p. 29-33, 2005.