

EINSTEIN – do *Annus Mirabilis* à visita ao Brasil

PAULO ROBERTO GOTAC*
Capitão de Mar e Guerra (Ref²)

SUMÁRIO

Introdução
O *Annus Mirabilis*
A Relatividade Geral
A Fama e as Viagens – Estada no Brasil
Conclusão

INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como propósito apresentar um resumo histórico despretensioso do período que compreende os aspectos básicos da atividade de Albert Einstein (1879-1955), desde a publicação dos famosos quatro artigos em 1905, o ano miraculoso da Física, passando pela divul-

gação da sua Relatividade Geral, extensão da restrita, e a conquista repentina da fama a partir dos resultados experimentais obtidos em Sobral, Ceará, durante o eclipse solar de 19 de maio de 1919, até os registros de algumas viagens subsequentes, em especial à América do Sul, quando visitou o Brasil, em 1925. Apesar da pouca difusão e do pequeno número de acadêmicos com algum

* Declaração a Guarda-Marinha em junho de 1963; graduação em Física (UERJ-1971); docência em Eletromagnetismo (Faculdade Veiga de Almeida-1974); (Universidade Católica de Petrópolis-1975/78). Foi chefe do Departamento Técnico do Centro de Munição (1984/86) e chefe do Departamento de Pesquisa do Instituto de Pesquisas (1986/88). Após transferência para a reserva, foi chefe de Projeto do Instituto Nacional de Projetos Especiais (1988-1996) e exerceu atividade docente na Escola Naval em Eletromagneto e Física (1996-2008). Vários artigos publicados em revistas sobre Física.

conhecimento das novas ideias, o que pode ter gerado equívocos entre alguns deles, pode-se afirmar que a visita foi importante para o desenvolvimento da pesquisa básica e para a divulgação dos conceitos de Física moderna no País.

O *ANNUS MIRABILIS*

O ano de 1905 é até hoje lembrado como o ano miraculoso (*Annus Mirabilis*) da Física. No seu transcorrer, Albert Einstein publicou, no periódico alemão *Annalen der Physik*, quatro artigos que influenciaram sobremaneira o desenvolvimento posterior do pensamento científico.

O primeiro, o único realmente revolucionário, segundo o próprio autor responsável pelo Nobel de

Física de 1921 a ele conferido, ressuscitou a interpretação corpuscular da luz, proposta por Isaac Newton 200 anos antes, com outros objetivos. Sugeriu-a composta de partículas, os fótons, e, por meio de uma relação heurística original, elucidou o efeito fotoelétrico (interação da radiação eletromagnética com a matéria) [5], dando também uma dimensão definitiva à hipótese quântica, relutantemente proposta por Max Planck [6] cinco anos antes para explicar o espectro energético do corpo negro que vinha desafiando os cânones da Física clássica. Alguns o consideram o trabalho verdadeiramente pioneiro da futura Mecânica Quântica.

O segundo se inspirou no movimento aleatório de partículas em suspensão, o chamado movimento browniano, assim denominado em homenagem ao biólogo escocês Robert Brown (1773-1858), que o observou. Foi determinante para reafirmar

a estrutura atômica da matéria e importante para o desenvolvimento da mecânica estatística que já vinha sendo investigada dentro do contexto da irreversibilidade evidenciada pela segunda Lei da Termodinâmica, por James Clerk Maxwell (1831-1879) e Ludwig Boltzmann (1844-1906).

O terceiro, talvez o mais famoso, lançou as bases da Teoria da Relatividade restrita e revolucionou os conceitos de medida do espaço e do tempo, com base em dois postulados: um de que as leis físicas, inclusive as do eletromagnetismo, não alteram sua forma de descrição nos referenciais inerciais

em movimento relativo retilíneo uniforme; e outro que estabelece a constância da velocidade da luz, afirmando que a luz não se compõe vetorialmente com a velocidade da fonte que a emite.

A Teoria da Relatividade restrita revolucionou os conceitos de medida do espaço e do tempo

No último deles, quase uma continuação do anterior, é estabelecida a vinculação da energia com a massa e deduzida a relação $E = mc^2$, onde E é o conteúdo energético; m , a massa relativista do corpo e c é a velocidade da luz no vácuo. Trata-se talvez da fórmula mais reproduzida de todos os tempos, verificada experimentalmente de modo dramático em 1945, em Hiroshima.

Apesar do caráter impactante, com sua nova visão de medida de espaço e tempo, a Teoria da Relatividade apresentada por Einstein, ainda um desconhecido do mundo acadêmico, não foi imediatamente aceita (os físicos são conservadores) pelos medalhões da época, como, por exemplo, o holandês Hendrik Lorentz (1853-1928), Nobel de Física em 1902, que, no entanto, só não chegou à nova teoria por não se sentir encorajado a dar o passo mais ousado, o de considerar que cada corpo em movimento apresenta seu próprio tempo,

não sendo mais este parâmetro um absoluto, como admitido até então pela Física pré-relativista.

A RELATIVIDADE GERAL

Os próximos esforços de Einstein após 1905 concentraram-se na generalização da relatividade restrita, de modo a estender o primeiro postulado, já citado, e incluir também os referenciais em movimento qualquer (acelerados). Para isso estabeleceu o chamado Princípio da Equivalência [7], que traduz o fato de que um sistema de referência acelerado é fisicamente indistinguível da ação de um campo gravitacional sobre ele, dando como consequência a igualdade da massa inercial, o m da famosa fórmula $F = ma$, e o m que figura na fórmula da gravitação de Newton, $G M m / r^2$, onde G é a constante universal, M é a massa do corpo atrator, quase fixo (a Terra, por exemplo, em relação a corpos bem menores que ela), e r a distância entre as massas.

A teoria que emergiu do trabalho, conhecida como Relatividade Geral, utilizou novas ferramentas matemáticas, como o cálculo tensorial, e resultou numa interpretação diferente da gravitação, que deixou de representar, conforme previa a teoria newtoniana, uma interação entre corpos massivos, passando a constituir uma ma-

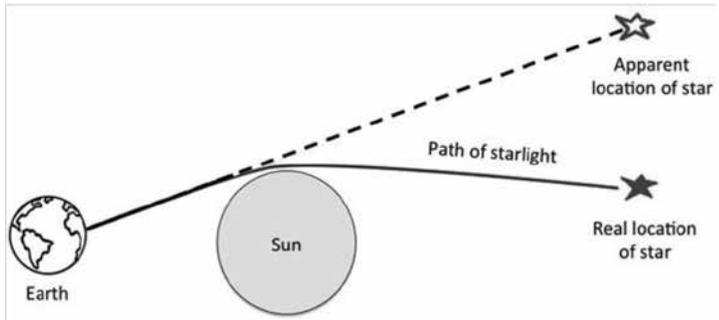


Figura 1 – Esquema do experimento da deflexão do raio luminoso

nifestação da curvatura do espaço-tempo.

Assim, a 25 de novembro de 1915, Einstein apresentou sua teoria à plateia reunida na Academia Prussiana de Ciências, em Berlim, e a publicou no *Annalen der Physik*, em março de 1916 [8].

Um dos experimentos propostos por Einstein para confirmar suas conclusões consistia na observação da deflexão de raios luminosos por influência de campos gravitacionais de corpos massivos.

Na Inglaterra, o físico Arthur Stanley Eddington (1882-1944) [9], pacifista, recusou-se, por razões

religiosas, a alistar-se para combate na Primeira Guerra Mundial, durante a qual recebeu as primeiras informações sobre a nova teoria. Terminado o conflito, partiu, mesmo com óbices de natureza política diante da nacionalidade alemã de Einstein, para a tarefa de montar expedições científicas em dois locais onde fosse possível melhor observar o eclipse total do Sol, previsto para ocorrer a 29 de maio de 1919, a fim de verificar as posições de estrelas próximas ao disco solar e constatar o desvio dos raios



Figura 2 – Museu do Eclipse, em Sobral

luminosos delas provenientes, ao passarem próximos à massa do Sol (figura 1). Um dos locais foi a cidade de Sobral, no Ceará, para onde uma equipe de cientistas ingleses se deslocou com toda a parafernália de telescópios e instrumentos de medida e colheu os dados, sendo o evento lembrado pela construção, no local das observações, do Museu do Eclipse (figura 2).

O outro local escolhido foi a Ilha Príncipe, na costa atlântica do Golfo da Guiné, onde porém não foi possível realizar observações devido ao céu encoberto.

Os dados obtidos foram considerados conclusivos por Eddington e em concordância com a Relatividade Geral, sendo apresentados na sessão solene conjunta da Royal Society of London e da Royal Astronomical Society, realizada em 6 de novembro de 1919 [10].

A partir daí, Einstein, até então meio ignorado pelos meios acadêmicos, transformou-se numa espécie de *superstar*, fato demonstrado pelas manchetes da edição de 10 de novembro de 1919 do *The New York Times* (figura 3).

A FAMA E AS VIAGENS – ESTADA NO BRASIL

Uma das consequências da erupção repentina da fama foi o grande número de convites para viagens a países estrangeiros [11]. Einstein as realiza motivado pelo desejo de conhecer outros povos e outras culturas, de difundir suas teorias, de agir politicamente no sentido de reaproximar os países da Europa que haviam acabado de

sair de uma dramática guerra e consolidar seu engajamento na causa judaica, além de mostrar que a ciência deve transcender disputas de poder.

Assim, visitou pela primeira vez os Estados Unidos da América (EUA), onde proferiu palestras em prestigiadas universidades e visitou a Casa Branca. No regresso à Europa, manteve contato com várias expressões do mundo intelectual e apresentou uma conferência no King's College, em Londres. Em 1922, viajou pelo continente asiático, com visitas e palestras em Singapura e Ceilão, além do Japão, onde conferenciou durante quatro horas e se encontrou com o Imperador.

Einstein, até então meio ignorado pelos meios acadêmicos, transformou-se numa espécie de superstar, fato demonstrado pelas manchetes da edição de 10 de novembro de 1919 do *The New York Times*

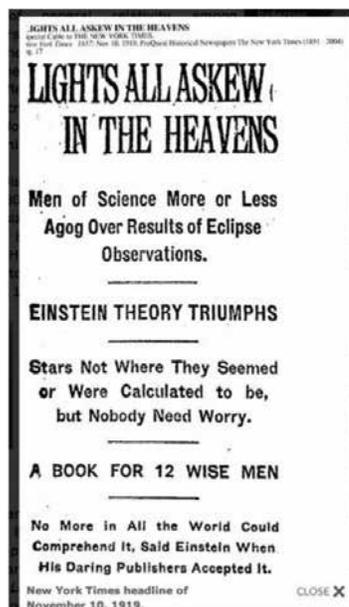


Figura 3 – Manchetes da edição de 10 de novembro de 1919 do *The New York Times*

Durante sua permanência na Terra do Sol Nascente, recebeu a notícia que fora laureado com o Nobel de Física de 1921, concedido com atraso de um ano, não pela Relatividade, responsável pela repentina fama, mas pela elucidação do efeito fotoelétrico, registrada num dos quatro trabalhos de 1905, já citado. Impossibilitado de comparecer à solenidade de entrega em Estocolmo, à qual esteve presente o ganhador do prêmio de 1922, Niels Bohr (1885-1962), um dos fundadores



Figura 4 – Einstein conferenciando na Escola Politécnica [13]

da Física Quântica, foi representado pelo embaixador alemão. Finalizou a longa viagem em 1923, com uma visita de 12 dias à Palestina [12].

Em 1925, fez uma viagem à América do Sul, quando visitou Argentina, Uruguai e Brasil. A iniciativa do convite inicial para essa viagem partiu do jornalista argentino Leopoldo Lugones [13], em 1923, ano

em que o cientista estava sendo pressionado por seu posicionamento pacifista assumido durante a guerra e perseguido pelo sentimento antissemita que reinava na Europa. Sem poder atender imediatamente, cedeu às insistências dos argentinos e aceitou finalmente o convite em 1925, realizando um ciclo de palestras na Universidade

de Buenos Aires. Foram programadas também, sob os auspícios da Associação Hebraica, conferências em Montevideú e no Rio de Janeiro.

“O problema que minha mente formulou foi respondido pelo luminoso céu do Brasil”.

Albert Einstein, em referência à expedição científica de 1919 a Sobral, que resultou na confirmação da sua Teoria da Relatividade Geral

Passou pelo Rio de Janeiro em 21 de março, a caminho de Buenos Aires, e retornou à cidade carioca em 4 de maio de 1925, quando foi recebido pelo Presidente Artur Bernardes e visitou o Pão de Açúcar, o Corcovado (ainda sem o Cristo), o Jardim Botânico, a Floresta da Tijuca, o Museu Nacional, a Academia Brasileira de Ciências e o Instituto Osvaldo Cruz. Num

desses encontros de natureza social, acredita-se ter ele feito o seguinte comentário, por escrito, ao jornalista Assis Chateaubriand: “O problema que minha mente formulou foi respondido pelo luminoso céu do Brasil”, em referência à expedição científica de 1919 a Sobral, que resultou na confirmação da sua Teoria da Relatividade Geral [11].

Proferiu três conferências sobre Teoria da Relatividade. Uma delas foi no Clube de Engenharia, onde encontrou um salão superlotado, muito quente, com autoridades, ministros e generais, alguns até acompanhados de esposas e filhos, uma plateia evidentemente despreparada para entender o que estava sendo transmitido. Não foi muito diferente do que aconteceu na realizada na Escola Politécnica do Largo de São Francisco (figura 4), onde havia poucos assistentes que possuíam alguma informação sobre o assunto, e na Academia Brasileira de Ciências. Na verdade,

eram pouquíssimos àquela altura os brasileiros que se interessavam pela nova teoria. Talvez um dos primeiros tenha sido o diretor do Observatório Nacional em 1919, Henrique Charles Morize (1860-1930) [14].

A introdução formal no Brasil das novas ideias, no entanto, deve-se ao físico-matemático Manuel Amoroso Costa

(1885-1928) [15] (figura 5), que, logo após as notícias dando conta dos resultados colhidos no eclipse de 1919, escreveu um artigo alusivo em *O Jornal* e, em 1922, publicou um livro intitulado *Introdução à Teoria da Relatividade*.

Merecem destaque também o detalhamento da teoria divulgado por Roberto

Marinho de Azevedo (1878-1962), professor da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, que talvez tenha sido o primeiro brasileiro a escrever sobre relatividade, antes mesmo

do eclipse de 1919, e o artigo redigido em 1923 e publicado em 1929 nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, “A Theoria da Relatividade e as Raias Espectrais do Hydrogênio” [16], de autoria do engenheiro civil, Theodoro Augusto Ramos (1895-1937), professor da Universidade de São Paulo.

Um registro que não se pode deixar de fazer também é o de que Einstein redigiu, já a bordo do navio que o levava de volta,

uma carta ao Comitê do Prêmio Nobel propondo para o Nobel da Paz de 1925 o nome do Marechal Cândido Rondon (1865-1958), cujo trabalho, por informações por ele recebidas, o teria impressionado, embora não o conhecesse pessoalmente [11].

Como se vê, a visita de Einstein ao Brasil, registrada em somente uma linha no apêndice

de sua mais importante biografia [12], apesar de importante para o desenvolvimento subsequente da pesquisa básica e para a difusão dos conceitos da Física moderna no País, foi marcada pela falta de conhecimento da comunidade científica nativa em geral sobre os fundamentos das teorias por ele criadas. A demonstração mais evidente



Figura 5 – Manuel Amoroso Costa, autor do primeiro livro no Brasil sobre relatividade

Einstein redigiu carta ao Comitê do Prêmio Nobel propondo para o Nobel da Paz de 1925 o nome do Marechal Cândido Rondon

deste fato foi a publicação, na edição de 16 de maio de 1925 de *O Jornal*, logo após a partida do cientista (12 de maio de 1925), de um artigo intitulado “Relatividade imaginária”, parte dele transcrito abaixo [12], de Vicente Licínio Cardoso (1889-1931), professor de Mecânica Racional da Escola Politécnica, em que este analisa o livro de Einstein *La Theorie de la Relativité Restreinte et Généralisée* [17]:

“A cada página, pode-se dizer, da obra eu encontrava proposições análogas: umas confundindo o objetivo com o subjetivo, outras afirmando coisas de impossível realização, outras estabelecendo conceitos elementaríssimos e velhos como se fossem novos, tudo, está claro, no meu fraco entender; outras produzindo afirmações incompreensíveis como esta ‘*Nous verrons plus tard que ce raisonnement qui s’appelle dans la Mécanique Classique le théorème de la composition des vitesses n’est pas rigoureux et, par conséquent, que ce théorème n’est pas vérifié en réalité*’¹. O que tem a lei abstrata da composição das velocidades com a velocidade particular de cada corpo? Sempre a confusão entre o abstrato e o concreto (...) Demonstrei que o professor Einstein, confundindo os pontos de vista abstrato e concreto, toma por objetivo o que é subjetivo e vice-versa e não distingue entre ciência abstrata e relações

particulares das existências concretas.” (In: Moreira e Videira [13,18], p.131)

CONCLUSÃO

Apesar da importância para a Física dos quatro artigos publicados no ano miraculoso de 1905 e da publicação da sua Relatividade Geral, aproximadamente dez anos depois da restrita, Einstein não despertou a atenção dos meios acadêmicos até a divulgação, em sessão solene de 6 de novembro de 1919 da Royal Society, dos resultados confirmatórios da nova teoria, obtidos durante a expedição científica, patrocinada pelo inglês Arthur Eddington, a Sobral para colher dados da deflexão da luz durante o eclipse solar de 9 de maio de 1919.

Após a fama repentina, surgiram inúmeros convites para viagens ao exterior, quando esteve nos EUA, na Ásia e na América do Sul, aportando no Brasil em 1925, onde realizou palestras e visitou locais pitorescos e autoridades locais. Ficou evidente que a intelectualidade brasileira, com raras exceções, não estava preparada, à época, para apreender a essência das criações científicas recentes do famoso físico. Assim mesmo, deve-se ressaltar a importância da sua curta permanência por aqui, para a difusão dos conceitos da Física, então moderna, e para o desenvolvimento posterior da pesquisa básica nativa.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:

<VISITA>; Einstein; História do Brasil;

1 N.R. – Tradução livre: “Veremos mais tarde que este raciocínio, chamado na Mecânica Clássica de teorema da composição de velocidades, não é rigoroso, e, portanto, este teorema não se sustenta na realidade.”

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] EINSTEIN, Albert. (1905a). “Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt” (PDF) (em alemão). *Annalen der Physik* 6 (17) (*Sobre um ponto de vista heurístico relativo à produção e transformação da luz*).
- [2] EINSTEIN, Albert. (1905c). “Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen” (PDF) (em alemão). *Annalen der Physik* 322 (8). DOI:10.1002/andp.19053220806 (*Sobre o movimento de pequenas partículas em suspensão dentro de líquidos em repouso, tal como exigido pela teoria cinético-molecular do calor*).
- [3] EINSTEIN, Albert. (1905d). “Zur Elektrodynamik bewegter Körper” (PDF) (em alemão). *Annalen der Physik* 322 (10). DOI:10.1002/andp.19053221004. Bibcode: 1905AnP...322..891E (*Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento*).
- [4] EINSTEIN, Albert. (1905e). “Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?” (PDF) (em alemão). *Annalen der Physik* 323 (13): 639–641 (*A inércia de um corpo depende do seu conteúdo energético?*).
- [5] GOTAC, P.R. “Breve História do Efeito Fotoelétrico”, *Revista do Clube Naval*, v. 117, número 354, abr/mai/jun/dez 2010.
- [6] GOTAC, P.R. “Um ato de desespero” *Revista do Clube Naval*, v. 117, número 352, out/nov/dez 2009. Informações disponíveis em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Princ%C3%ADpio_da_equival%C3%Aancia
- [7] EINSTEIN, A. *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*, *Annalen der Physik*, 49, 1916 (Fundações da Teoria da Relatividade Geral).
- [8] Informações disponíveis em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Arthur_St Stanley_Eddington
- [9] Informações disponíveis em: www.gazetadefisica.spf.pt/magazine/article/279/pdf
- [10] Informações disponíveis em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein
- [11] Pais, A. *Sutil é o Senhor...A Ciência e a Vida de Albert Einstein*. Nova Fronteira, Rio de Janeiro, 1995.
- [12] Informações disponíveis em <http://www.if.ufrgs.br/einstein/brasil.html>
- [13] Informações disponíveis em https://pt.wikipedia.org/wiki/Henrique_Charles_Morize
- [14] Informações disponíveis em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Manuel_Amoroso_Costa
- [15] “A Theoria da Relatividade e as Raias Espectrais do Hydrogenio”, *Annaes Acad. Bras. Sci.*, tomo 1, no 1, 1929, pp. 20-27.
- [16] EINSTEIN, A. *La Theorie de la Relativité Rrestreinte et Genéeralisée*, trad. Para o francês por Mlle. J. Rouviè, Gauthiers Villar, Paris, 1921.
- [17] MOREIRA. Videira - *Einstein e o Brasil*. UFRJ, 8571081425, 1955.