

O Eclipse Solar de 1919 e as atividades comemorativas no Brasil

Ildeu de Castro Moreira¹

¹ Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro

O eclipse de 1919 e seu impacto na ciência

Neste ano comemora-se em todo o mundo o centenário das observações astronômicas realizadas durante o eclipse solar de 29 de maio de 1919. As medidas da deflexão da luz das estrelas na borda do Sol, decorrentes destas observações, constituíram uma evidência muito forte para a confirmação e a aceitação da Teoria da Relatividade Geral de Einstein. Essa teoria alterou profundamente a visão da humanidade sobre o Universo. Ela suplantou a teoria gravitacional que Newton havia formulado cerca de dois séculos antes e foi um acontecimento de extraordinária importância na ciência. As observações decisivas foram feitas por astrônomos britânicos em Sobral (Ceará, Brasil) e na Ilha do Príncipe (África Ocidental), então pertencente a Portugal.

Isaac Newton propusera, no final do século XVII, que a luz seria constituída de partículas muito pequenas e que essas poderiam sofrer atração gravitacional. Em seu livro Ótica, de 1704, inquirira na Questão 1: “Os corpos não agem sobre a luz à distância e, por sua ação, defletem seus raios; e esta ação (*caeteris paribus*) não é mais forte a uma distância menor?” [1] Afinado com este modelo corpuscular da luz, Henry Cavendish previu, em 1784, o encurvamento do raio luminoso proveniente de uma estrela, quando ele passasse próximo do Sol. Nos primeiros anos do século XIX, Johann Georg von Soldner calculou cuidadosamente o valor desse ângulo de deflexão: $2GM/rc^2$, onde G é a constante gravitacional, M é a massa do Sol, r é a distância de aproximação máxima do raio luminoso em relação ao centro do Sol, e c é a velocidade da luz [2]. Ele estimou que o ângulo seria de aproximadamente $0,87''$ (segundos de arco), um valor extremamente pequeno. Na época não havia possibilidade experimental desse ângulo ser medido e a questão desapareceu das publicações científicas por mais de um século, ainda mais com a predominância do modelo ondulatório da luz no século XIX.

Em 1911, analisando a possível influência da gravitação na propagação de luz, Einstein deduziu a mesma expressão de Soldner, sem conhecê-la e levando em conta seu Princípio da Equivalência [3]. Ele propôs aos astrônomos que este ângulo poderia ser medido em um eclipse solar total, por meio de fotografias de estrelas cuja luz passasse na borda do Sol comparadas com fotos das mesmas estrelas quando

o Sol não estivesse mais na frente delas. Uma expedição astronômica argentina, dirigida por Charles Dillon Perrine, tentou medir essa deflexão da luz das estrelas, em 1912. As observações, durante um eclipse solar total, seriam feitas em Cristina, em Minas Gerais (Brasil); mas choveu todo o tempo e nada foi medido. É interessante destacar que possivelmente foi nessa ocasião que Arthur Eddington, importante astrônomo britânico que teria papel fundamental na organização das expedições para observar o eclipse de 1919 e na análise de seus resultados, tomou conhecimento, por meio de seu contato com Perrine, da previsão de Einstein sobre a deflexão da luz das estrelas pelo Sol. Ele e Charles Davidson, que iria depois para Sobral durante o eclipse de 1919, estiveram também em Minas Gerais para a observação do eclipse de 1912. Outras tentativas para medir a deflexão da luz das estrelas pelo Sol, e igualmente frustradas, foram feitas em outros eclipses: em 1914 na Crimeia, em 1916 na Venezuela e, em 1918, nos EUA.

Em 1915, Einstein construiu uma teoria que permitia incluir a gravitação dentro do âmbito das ideias da relatividade [4]. Ele chegou à sua Teoria da Relatividade Geral baseado na ideia de que a gravitação resulta da alteração da geometria do espaço-tempo pela presença da matéria. A matéria diz ao espaço-tempo como se curvar e a geometria do espaço-tempo diz à matéria como ele deve se mover. A partir dessa teoria previu que a luz das estrelas, ao seguir a trajetória mais curta neste espaço-tempo curvo, sofreria uma deflexão nas vizinhanças do Sol por um valor que seria o dobro do previsto na teoria newtoniana, ou seja o ângulo de deflexão deveria ser aproximadamente $1,74''$.

Desde 1917, os britânicos começaram a se preparar para observar o eclipse solar que aconteceria em 29 de maio de 1919 e testar a previsão de Einstein. Para isso, organizaram duas expedições para regiões nas quais o eclipse seria total: uma, com Arthur Eddington e Edwin Cottingham, para a Ilha do Príncipe, e outra, com Charles Davidson e Andrew

Crommelin, para Sobral. A escolha de Sobral como ponto de observação no Brasil foi feita por Henrique Morize, diretor do Observatório Nacional do Rio de Janeiro. Ele também ficou encarregado de providenciar a infraestrutura para as expedições estrangeiras que viriam para Sobral.

Em Sobral, no dia 29 de maio de 1919, apesar do tempo inicialmente nublado, as condições ficaram boas na hora do eclipse, que ocorreu às 08:56 e durou cerca de 5 minutos. As 17 fotografias tiradas com o uso do telescópio com maior diâmetro tiveram um problema de foco e não ficaram boas. Sete chapas, provenientes de um telescópio com lente de 4 polegadas, foram consideradas muito boas; sete estrelas apareciam nelas. Já na Ilha do Príncipe o tempo esteve chuvoso e poucas fotografias foram tiradas; delas só duas puderam ser aproveitadas, e levaram a resultados mais incertos que os de Sobral.

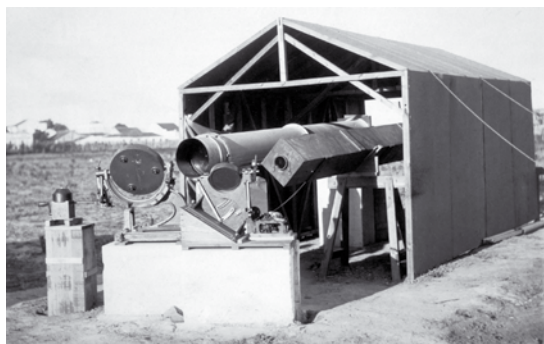


Fig. 1 - Instrumentos utilizados, em Sobral, pela expedição britânica para observação do eclipse solar de 1919.

A comissão brasileira em Sobral, liderada por Henrique Morize, fez observações sobre a corona solar durante o eclipse. Medidas do magnetismo terrestre e de eletricidade atmosférica foram feitas pelos norte-americanos Daniel Wise e Andrew Thomson. Os astrônomos estrangeiros ficaram muito agradecidos pela recepção e apoio que receberam da comissão brasileira, das autoridades e da população de Sobral.

Em 6 de novembro de 1919, após um estudo minucioso das chapas fotográficas, os astrônomos Frank Dyson, Eddington e Davidson expuseram publicamente os resultados das observações de Sobral e da Ilha do Príncipe. As medidas feitas em Sobral deram o valor aproximado de $1,98''$ para o ângulo de deflexão da luz; um valor um pouco menor, $1,61''$, e com incerteza maior, havia sido medido nas chapas da Ilha do Príncipe. Eles concluíram: "Resumindo os resultados das duas expedições, o maior peso deve ser atribuído aos obtidos com a lente de 4 polegadas em Sobral. Da superioridade das imagens e da escala maior das fotografias, reconheceu-se que estas seriam as mais confiáveis" [5]. O resultado final levou a um ângulo próximo, dentro da margem de erro, daquele previsto pela Teoria da Relatividade

Geral: "ambos [os resultados] apontam para a deflexão total da teoria da relatividade geral de Einstein, os resultados de Sobral definitivamente, e os resultados do Príncipe talvez com alguma incerteza." [6]. Einstein tinha razão!

Nos dias seguintes, jornais de todo o mundo estamparam em manchetes que ocorrera uma revolução na ciência: a teoria de Einstein suplantara a de Newton. Este acontecimento fez com que Einstein, um cientista até então conhecido apenas por colegas físicos, se tornasse o cientista mais famoso do século XX e o mais conhecido de todos os tempos.

Em 1979, uma revisão das placas fotográficas originais de Sobral, mais cuidadosa e com métodos mais precisos e atualizados, permitiu comprovar que as deduções feitas em 1919 estavam corretas e possibilitou também uma correção e o aproveitamento das medidas realizadas a partir das fotografias do astrógrafo de 8 polegadas, que haviam sido desconsideradas em 1919 por causa de sua qualidade duvidosa [7]. Os resultados delas decorrentes estão também compatíveis, dentro da margem de erro, com as previsões da teoria de Einstein.

Muitas observações posteriores, em especial na radioastronomia, confirmaram as previsões de Einstein. A descoberta das lentes gravitacionais transformou essa deflexão em uma ferramenta importante para a astronomia e a cosmologia estudar galáxias e outros corpos celestes. Ela é usada também para inferir a presença de matéria escura no espaço. A Teoria da Relatividade Geral é a teoria atualmente aceita e amplamente usada para descrever o Universo. Recentemente, quase um século depois do eclipse de 1919, outra de suas extraordinárias previsões foi comprovada: a existência de ondas gravitacionais. Neste ano, a fantástica imagem de um gigantesco buraco-negro ocupou as páginas dos jornais e os noticiários de todo o mundo, confirmando a existência desse tipo de estrutura no Universo, que foi também antevista dentro do âmbito da Teoria da Relatividade Geral.



Fig. 2 - Membros das equipes brasileira e britânica para a observação do eclipse solar de 1919 em Sobral.

As comemorações do eclipse de 2019 no Brasil

Para comemorar o centenário do eclipse de 1919, com

ênfase nas observações feitas em Sobral, entidades científicas e instituições de pesquisa brasileiras se articularam, em 2018, para a organização de atividades comemorativas em Sobral e em outras cidades do país. Foi criada uma comissão nacional, com representantes da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Academia Brasileira de Ciências, Sociedade Brasileira de Física, Sociedade Astronômica Brasileira, Sociedade Brasileira de História da Ciência, Observatório Nacional e Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), para colaborar com as autoridades e instituições de ensino e pesquisa de Sobral e do Ceará na organização destas atividades. Uma comissão local foi estabelecida no Ceará com representantes do Estado e do município de Sobral, da SBPC regional, da fundação de apoio à pesquisa do Ceará (FUNCAP), das universidades locais e do instituto federal, do Museu do Eclipse, da Seara da Ciência (Fortaleza), do Planetário Rubens de Azevedo e do Planetário de Sobral. Um calendário de atividades foi estabelecido com atividades que se iniciaram em 2018 e se estenderão por todo o ano de 2019.



Fig. 3 - Acampamento da expedição brasileira na Praça do Patrocínio em Sobral.

No dia 29 de maio de 2018, foi lançado em Sobral, por decisão do prefeito do município, o *Ano Municipal da Ciência*, com uma exposição de fotos e jornais e uma peça de teatro sobre o eclipse de 1919, na Praça do Patrocínio, local onde ficou sediado o acampamento da expedição brasileira em 1919. Foi também reinaugurado o Planetário de Sobral. Ao longo de 2018, muitas atividades preparatórias foram realizadas em diversas cidades, como palestras e mesas-redondas sobre o eclipse (Sobral, Fortaleza, Rio de Janeiro, Brasília, São Paulo e Campina Grande), exposições de fotos (Maceió) e simpósio sobre astrofísica (Fortaleza). Cursos sobre astronomia foram ministrados, em Sobral e Fortaleza, para estudantes da rede pública de ensino. Ainda em 2018 foi criada uma página no Facebook: <https://www.facebook.com/CentenariodoEclipsedeSobral/>.

Em Sobral, a prefeitura da cidade preparou uma agenda para cada estudante das escolas públicas locais contendo muitas informações e imagens sobre o eclipse de 1919. Um folder sobre os acontecimentos foi produzido pelas comissões organizadoras e distribuído em eventos no Ceará e em

outros pontos do Brasil. Diversas revistas de ensino ou de divulgação estão preparando números especiais sobre o eclipse: Revista Brasileira de Ensino de Física, Ciência e Cultura, revista Conexões e Revista Brasileira de Astronomia.

Em Sobral, foi inaugurada recentemente uma escultura de Einstein, moldada em argila e fundida em bronze, e em tamanho natural, inspirada em uma famosa foto na qual aparece sentado em uma pedra à beira do lago Saranac (Nova York). Ela foi encomendada pela Prefeitura e criada pelo premiado artista brasileiro Murilo Sá Toledo, autor de dezenas de obras dispostas em praças e parques de diversas cidades brasileiras. Ela está hoje colocada em um parque público às margens do rio Acaraú, e atrai o interesse de muitas pessoas, em particular jovens, que desejam tirar um foto ao lado da estátua do grande cientista. Um Monumento da Luz, em homenagem ao centenário do eclipse, resultado de um concurso patrocinado pela Prefeitura de Sobral, com o apoio do Instituto de Arquitetos do Brasil, será inaugurado em 2019. A equipa vencedora foi coordenada pelo arquiteto e urbanista Nonato Veloso, e era composta também pelos arquitetos Cláudio Sá e Matheus Carvalho, e pelo engenheiro civil Alex Fernandes.

Dentro da programação do centenário do eclipse, Sobral sediou em seu Centro de Convenções, de 27 a 30 de março de 2019, a Reunião Regional da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), com o tema “Educação Básica de Qualidade: currículo, carreira e gestão escolar”. No primeiro dia do evento, ocorreu ao longo de todo o dia o seminário “Sob o sol de Sobral - Uma janela para o Cosmos”, com palestras sobre a deflexão da luz pela ação gravitacional, a astronomia no Ceará, astrofísica das estrelas, cosmologia, buracos negros, ondas gravitacionais e educação e divulgação da astronomia no Brasil. Entre os palestrantes estava o astrofísico e historiador da ciência irlandês Daniel Kennefick, hoje professor na Universidade de Arkansas, que é um especialista na história da Relatividade Geral de Einstein, em particular das ondas gravitacionais. Ele fez a concorrida palestra *No shadow of a doubt: The 1919 eclipse that confirmed Einstein's theory of relativity, que é também o título de seu livro, que será lançado proximo pela Princeton University Press.*

Entre os dias 13 de maio e 15 de junho, ocorre uma exposição sobre o eclipse de 1919 dentro dos corredores do Congresso Nacional em Brasília, organizada pela SBPC em parceria com os governos do Estado do Ceará, a Prefeitura de Sobral e o Observatório Nacional. As mesmas instituições produzirão uma exposição itinerante, sobre o mesmo tema, que deverá circular por diversas cidades cearenses e brasileiras ao longo de 2019. Uma outra exposição sobre o eclipse está sendo organizada, no Rio de Janeiro, pelo Observatório Nacional e pelo Museu

de Astronomia e Ciências Afins (MAST), local onde ficará exposta.

Diversas atividades comemorativas estão marcadas para o período no entorno do dia 29 de maio de 2019, dia do centenário do eclipse. Estudantes de escolas municipais de Sobral estão participando, juntamente com alunos de escolas portuguesas e de São Tomé e Príncipe, de um projeto educativo em comemoração do centenário do eclipse de 1919, que é organizado pela associação “Ciência Viva” de Portugal. Os estudantes que produzirem os trabalhos mais significativos serão convidados a participar virtual ou presencialmente de sessões em Sobral (Brasil), São Tomé e Príncipe e possivelmente no encontro de Ciência 2019 em Lisboa.

Nos dias que antecedem o 29 de maio, vários eventos ocorrerão em Sobral. Entre os dias 16 e 19 de abril, acontecerá a *III Escola de Física Teórica do Ceará – 100 anos do Eclipse que iluminou a ciência*, evento promovido pela Universidade Estadual do Ceará e pela Universidade Federal do Ceará em Pacoti (Ceará). Nos dias 23 a 25 de maio, será comemorado o Dia da Física – *Sobral e a Relatividade: 100 anos da confirmação da curvatura da luz pela gravidade*, organizado pelo Instituto Federal do Ceará. O simpósio Relatividade Geral: passado presente e futuro, organizado pelo Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, apoiado por outras instituições locais, acontecerá em Sobral no dia 27 de maio.

O evento mais amplo, o Encontro Internacional sobre o Centenário do Eclipse de Sobral acontecerá entre os dias 28 e 30 de maio, no Centro de Convenções de Sobral, organizado pelas comissões nacional e local. No dia 29 de maio, uma comemoração simultânea e conectada pela internet ocorrerá em Sobral e na Ilha do Príncipe com a presença de autoridades dos governos de Portugal, Ilha do Príncipe e do Brasil. Nesta ocasião, será lançado um selo dos Correios brasileiros comemorativo do centenário do eclipse. No mesmo dia, será apresentada uma ópera elaborada por estudantes de Sobral, de Campos dos Goytacazes (RJ), da Ilha do Príncipe e da Noruega dentro do evento *The Global Science Opera (GSO) 2019* [<http://globalscienceopera.com/>]. Neste dia, deverão ser exibidos em Sobral o celostato e a lente do telescópio de 4 polegadas, utilizados em 1919 para produzir as placas fotográficas decisivas para a medida do ângulo de deflexão da luz das estrelas durante o eclipse solar.

Em seu conhecido livro *Modern Times: Uma História do Mundo da década de 1920 a 1980*, o escritor britânico Paul Johnson inicia o primeiro capítulo do livro com a frase: “O mundo moderno começou em 29 de maio de 1919 quando fotografias de um eclipse solar na Ilha do Príncipe, na África Ocidental, e em Sobral, no Brasil, confirmaram a veracidade de uma nova teoria do universo.” [8]. O próprio Einstein atestou o significado do eclipse de 1919

para a aceitação de sua Teoria da Relatividade Geral. Quando esteve no Brasil, em 1925, fez declarações aos jornais do Rio de Janeiro sobre a importância desse eclipse para a comprovação de sua teoria. Escreveu, então, a seguinte frase: “O problema concebido pelo meu cérebro incumbiu-se de resolvê-lo o luminoso céu do Brasil.” [9].

Referências

1. Newton, Isaac. Opticks: or, a treatise of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light. London: Royal Society, 1704.
2. Soldner, J. Ueber die Ablenkung eines Lichtstrals von seiner geradlinigen Bewegung, durch die Attraktion eines Weltkörpers, an welchem er nahe vorbei geht. Berliner Astronomisches Jahrbuch, 161-172, 1804.
3. Einstein, A. Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes. Annalen der Physik 35, 898-908, 1911.
4. Einstein, A. Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie. Annalen der Physik 49, 769-822, 1916.
5. Dyson, F. W., Eddington, A. S and Davidson, C. “A Determination of the Deflection of Light by the Sun’s Gravitational Field, from Observations Made at the Total Eclipse of May 29, 1919”. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. CCXX-A 579: 291-333, 1920.
6. Ibidem.
7. Kennefick, D. Testing relativity from the 1919 eclipse - a question of bias. Physics Today 62, 3, 37-42, 2009
8. Johnson, P. Modern times : the world from the twenties to the nineties. New York : Harper Perennial, 1991.
9. Moreira, I.C. e Videira, A.A.P. (orgs.) Einstein e o Brasil. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1995.



Ildede de Castro Moreira, é professor do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Atua também em história da ciência e comunicação pública da ciência. Foi editor da *Ciência Hoje*, diretor do Departamento de Popularização da CT e coordenador da *Semana Nacional de CT*. Recebeu o Prêmio José Reis de Divulgação Científica do CNPq. Foi membro de conselhos de várias sociedades e instituições científicas. É presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).