

# O eclipse de 29 de maio de 1919 e a teoria da relatividade. Um Encontro Improvável

Ana Simões<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Interuniversitário de História das Ciências e Tecnologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa

## Resumo

Este artigo discute o encontro improvável entre o físico Albert Einstein (1879-1955) e o astrónomo Arthur Stanley Eddington (1882-1944) que conduziu à verificação do encurvamento dos raios luminosos ao passarem junto de grandes massas gravitacionais, como o Sol, previsto pela então recente teoria da relatividade geral (TRG) de Einstein. O teste foi realizado no decurso do eclipse solar total de 29 de maio de 1919, por duas expedições britânicas, no Sobral, Brasil e na ilha do Príncipe. O artigo analisa ainda os ingredientes religiosos da opção de Eddington e especula sobre os motivos que presidiram à divisão dos expedicionários pelos dois locais de observação.

## Um eclipse singular

O eclipse solar total de 29 de maio de 1919 foi excepcional por vários motivos, científicos, políticos, sociais e até religiosos. Foi um eclipse longo (pouco mais de 5 minutos de totalidade); o Sol tinha como fundo a constelação Touro, na qual se situava o aglomerado das Híadas, rico em estrelas brilhantes; os preparativos iniciaram-se e decorreram num período de enorme distúrbio da ordem internacional, em plena Grande Guerra; e os locais previamente selecionados pelos especialistas situavam-se nos trópicos, em regiões longínquas e desconhecidas da maioria dos astrónomos – a cidade de Sobral, no Ceará, Brasil, e a ilha equatorial do Príncipe, situada no Golfo da Guiné na costa africana, então colónia portuguesa, actualmente parte da República de S. Tomé e Príncipe. Adicionalmente, duas equipas britânicas, e não uma, como seria de esperar dado o esforço material, científico e financeiro envolvido, acentuado pelo contexto bélico desfavorável, fizeram observações com propósitos astronómicos invulgares.

## Expedições britânicas e relatividade

Entre as equipas de astrónomos, oriundas de três países – Reino Unido, Estados Unidos da América e Brasil – que observaram o eclipse de 29 de maio de 1919, as equipas britânicas tinham objectivos desconhecidos da maioria dos astrónomos. Então a observação de um eclipse solar total era realizada no contexto da astronomia de posição, em particular com o objectivo de determinar rigorosamente

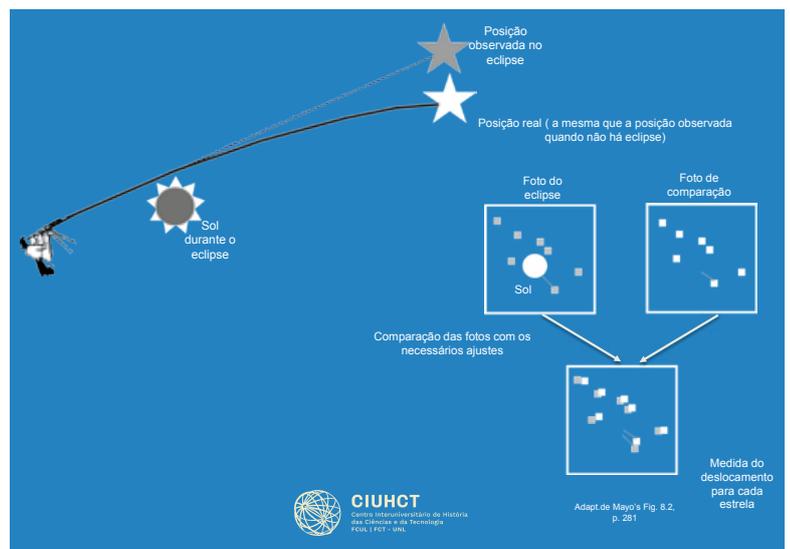


Fig. 1 - Diagrama que ilustra a medição do encurvamento da luz, por acção da gravidade, ao passar junto do Sol, de acordo com a previsão de Einstein. Esta medição fez-se por comparação de fotografias tiradas ao fundo de estrelas durante o eclipse solar total de 29 de maio de 1919, quando os raios luminosos que emitem sofrem encurvamento ao passarem junto do Sol e, meses mais tarde, quando o Sol não se encontra entre elas e o observador e, portanto, a trajectória dos raios luminosos já não sofre encurvamento. A comparação das fotografias tiradas nestas duas situações permite medir o desvio entre as posições reais das estrelas e as posições aparentes (registadas durante o eclipse quando existe encurvamento) e determinar se esse valor corresponde ao previsto por Einstein. Adaptação de Deborah G. Mayo, *Error and the growth of experimental knowledge*, 1996, p.278 e p.281 por José Avelãs Nunes

os segundos e terceiros contactos, que definem o intervalo em que a Lua tapa completamente o Sol, ou no da mais recente astrofísica, visando a observação da coroa solar e o esclarecimento da sua composição física e química ou, finalmente, nas observações de efeitos magnéticos atmosféricos inusitados associados à totalidade. Estes dois últimos eram os objectivos das equipas brasileira e americana, respectivamente. As equipas britânicas pretendiam verificar uma consequência astronómica insólita da teoria física recente da gravitação de Einstein, então conhecido de um círculo ainda restrito de cientistas. Chefiadas por Eddington, o jovem astrofísico de Cambridge, as equipas britânicas tinham dois observadores cada. A que se dirigiu à ilha do Príncipe,

incluía para além de Eddington o especialista em relojoaria e calculador Edwin Turner Cottingham (1869-1940) e a que se dirigiu a Sobral, incluía Charles Rundle Davidson (1875-1970) e Andrew Claude de la Cherois Crommelin (1865-1939), experientes astrónomos do Observatório Real de Greenwich.

A realização destas expedições ficou a dever-se à persistência e visão do astrónomo real britânico, Sir Frank Watson Dyson (1868-1939) que, auxiliado por Eddington, convenceu autoridades científicas e governamentais da sua importância. O valor do encurvamento (1,75 segundos de arco) previsto pela teoria final de Einstein, anunciada em 1915 e publicada em 1916, era duplo do baseado na teoria clássica de Newton, aceitando-se uma natureza corpuscular para a luz. Dyson apadrinhou esta iniciativa apesar de estar em risco que Newton, o expoente da ciência britânica, viesse a ser destronado por um físico de um país com o qual o Reino Unido estava em guerra, num palco excepcionalmente mortífero decorrente do uso inovador de gás mostarda produzido pela ciência alemã.



Fig. 2 - O astrofísico A.S. Eddington. Créditos: Smithsonian Institution@Flickr Commons

### Um encontro improvável

Se o astrónomo Eddington não é conhecido do público leigo, Einstein é, há muito, um dos cientistas mais famosos do mundo, várias vezes capa de revistas, tal como a *Time*, e amiúde escolhido como personalidade do século XX. Contudo, na altura do eclipse de 1919, Einstein não gozava ainda do protagonismo que adquiriu precisamente após o anúncio dos resultados das expedições britânicas, a 6 de novembro, numa reunião conjunta das prestigiadas *Royal Society of London* e *Royal Astronomical Society*. Assim, o leitor de hoje não pode transportar para o passado o seu conhecimento da importância, e até da celebridade, destes dois cientistas e deve questionar-se sobre as razões do interesse do jovem Eddington pela teoria da relatividade de Einstein, ao ponto de se envolver na organização de duas

expedições aos trópicos numa altura em que a comunidade científica britânica, em que se incluíam as grandes figuras da física de Cambridge, reagia tímida ou negativamente à teoria da relatividade, e em que as observações de eclipses solares tinham fundamentalmente objectivos astrofísicos. Como sempre acontece no domínio da história, a explicação envolve uma confluência de vários factores, neste caso de cariz tanto astronómico como religioso, apimentados por algumas contingências felizes.

No enalço da generalização da teoria da relatividade restrita (TRR), Einstein, que trabalhava nela desde 1907, percebeu que qualquer teoria que acomodasse a gravitação devia prever um facto astronómico surpreendente – o encurvamento dos raios luminosos rasantes a grandes massas gravitacionais – e fê-lo logo em 1911, anos antes de chegar à formulação final, altura em que acrescentou à previsão do encurvamento, outras duas previsões astronómicas. Entre elas encontrava-se a explicação da anomalia do movimento de Mercúrio, já conhecida desde meados do século XIX. Com efeito, o retumbante sucesso do astrónomo francês Urban Le Verrier (1811-1877) em prever a existência de Neptuno, o primeiro planeta transurânico a ser identificado através das perturbações causadas no movimento de Urano, levou-o a conjecturar sobre a existência de Vulcano, um pequeno planeta situado entre o Sol e Mercúrio, que seria responsável pelas irregularidades da órbita de Mercúrio. Contudo, se a confirmação da existência de Neptuno constituiu um retumbante sucesso da teoria da gravitação newtoniana, já a busca de Vulcano se revelou um enorme fracasso.

Entre os astrónomos que tentaram detectar Vulcano, por ocasião da ocorrência de eclipses solares totais, encontrava-se o astrónomo americano Charles Dillon Perrine (1867-1951), a partir de 1909 director do Observatório de Córdoba, na Argentina. Foi através do astrónomo Erwin Finlay Freundlich (1885-1964), amigo de Einstein e um dos poucos conhecedores das previsões astronómicas da TRG desde 1911, ao ponto de as tentar testar, que Perrine ouviu falar na possibilidade desta explicar a precessão de Mercúrio. Atribuiu-lhe imediatamente enorme crédito e dispôs-se a liderar a primeira expedição para testar o encurvamento, durante o eclipse solar total de 10 de outubro de 1912, na localidade de Cristina, Brasil. Freundlich voltou a desafiar Perrine, em 1914, por ocasião de mais um eclipse solar. Por indisponibilidade de Perrine, foi o próprio Freundlich que chefiou a expedição à Crimeia, apoiada financeiramente por Einstein.

O tempo enublado e chuvoso foi o responsável pelo fracasso da observação do eclipse solar de 1912, pela equipa liderada por Perrine. Mas a este grande contratempo juntou-se uma coincidência feliz. No Rio de Janeiro, Perrine tinha-se encontrado com Eddington, que integrava a expedição britânica que ia fazer observações em Passa Quatro, junto da equipa brasileira. Este encontro fortuito, relatado em carta à mãe, de 26 de setembro, pode estar na origem do primeiro contacto de Eddington com a previsão do encurvamento da TRG.

Quanto ao envolvimento de Eddington com a TRR, conhecida no meio estudioso de Cambridge, imerso nas questões do éter e, por isso, pouco sensível a ela, sabemos que no início de 1915, ainda antes de Einstein completar a TRG, Eddington

publicou um artigo em que denotava familiaridade com a TRR e referia ainda a previsão do encurvamento obtida no contexto das tentativas da sua generalização. Era então Plumian Professor of Astronomy and Experimental Philosophy e director do Observatório de Cambridge, e aliava a uma enorme perícia astronómica observacional um grande domínio da física e da matemática, raro na maioria dos astrónomos. Tinha já passado pelo Observatório Real de Greenwich, no qual tinha trabalhado sob a supervisão de Dyson.

O estímulo científico final ficou a dever-se ao contacto do astrónomo de Leiden, Willelm de Sitter (1872-1934), que fazia parte de um número restrito de cientistas holandeses que acompanhavam os trabalhos de Einstein. Impedido de participar na reunião da *British Association for the Advancement of Science* que teria lugar em finais de 1916, em Newcastle, uma “restricted area” por causa da guerra, de Sitter enviou a Eddington um artigo em três partes no qual Eddington baseou a comunicação que apresentou nesta reunião. A leitura do artigo original de Einstein sobre a TRG, que Eddington também fez por intermédio de de Sitter, levou-o a reconhecer rapidamente a elegância, os fundamentos lógicos e o potencial da nova teoria e a apostar na sua disseminação não só no Reino Unido como também nos Estados Unidos da América. Pouco mais tarde, publicou um trabalho intitulado *Report on the Relativity Theory of Gravitation* (1918), o primeiro tratado sobre o tema em inglês, seguido de outro, *Space, Time and Gravitation. An Outline of the General Relativity Theory* (1920), dirigido a um público mais amplo e alvo de variadas edições.

### O pacifismo de Eddington

É surpreendente notar que foram organizadas duas expedições para testar o encurvamento, quando a maioria dos cientistas e técnicos britânicos jovens estavam afastados dos seus locais de trabalho, a cumprir o serviço militar. Por um lado, Dyson apostou em duplicar a sua probabilidade de sucesso, dado o fiasco das expedições anteriores. Por outro lado, dos quatro expedicionários, três tinham idades compreendidas entre os quarenta e os cinquenta anos, sendo Eddington a excepção: quando a guerra começou, tinha pouco mais de trinta anos e corria sérios riscos de vir a ser convocado.

Eddington era um crente convicto, membro da *Society of Friends*, ou Quakers, uma denominação protestante pacifista e, portanto, objecto de consciência por motivos religiosos.



Fig. 3 - Casa principal da Roça Sundy onde Eddington e Cottingham ficaram instalados e de onde fizeram as observações do eclipse. Créditos: Herdeiros de Jerónimo José Carneiro

Opção difícil de entender para a maioria dos seus concidadãos, que o podiam acusar de antipatriotismo. Este era um problema que tanto a elite académica de Cambridge como, mais tarde, o Astrónomo Real Dyson, que conhecia bem Eddington e admirava o seu trabalho, queriam evitar a todo o custo, pois seria não só prejudicial para Eddington como também para a astronomia britânica. Assim, com o início da guerra uma isenção do serviço militar para Eddington tinha sido negociada com o argumento de que dirigia o Observatório de Cambridge, um dos mais distintos observatórios britânicos, e que o seu trabalho tinha importância nacional. Mas à medida que a guerra avançou e a idade dos sucessivos recrutamentos foi crescendo, a probabilidade desta isenção ser revogada aumentou também. Foi neste ambiente pesado que Dyson conseguiu convencer as autoridades da importância da organização das expedições. E foi assim que, mais uma vez no passado das ciências, astronomia e religião deram as mãos, não porque argumentos religiosos sustentassem teses científicas, mas porque opções religiosas nortearam a planificação e a prossecução de actividades científicas.

### Expedicionários e locais de observação

A decisão final sobre a divisão dos astrónomos pelos locais escolhidos é sempre assumida como um facto – Eddington e Cottingham deslocaram-se ao Príncipe e Cromellin e Davidson rumaram ao Sobral. Esta divisão não foi certamente fruto do acaso, pois todas as expedições eram planeadas com minúcia cirúrgica. Não havendo certezas sobre a escolha, podem adiantar-se justificações plausíveis. Este era um problema de escolha múltipla, pois todos os astrónomos eram experientes e tinham até prática de trabalho conjunto, como quando Davidson e Eddington partilharam o fracasso em Passa Quatro, em 1912.

Sendo Eddington o líder, era natural que escolhesse para si o local que oferecia mais dificuldades de acesso e o acompanhante que não era astrónomo. Com efeito, no Sobral, a equipa britânica teria a companhia de duas expedições, uma brasileira e outra americana. Ao Príncipe, não se deslocavam mais expedições nem haveria astrónomos a acompanhar os expedicionários. É provável que Eddington optasse, então, pelo Príncipe com o espírito de dedicação extrema e risco acrescido das missões que os Quakers organizavam por toda a Europa, ajudando as populações em sofrimento, independentemente da sua nacionalidade.

Adicionalmente, razões secundárias, de ordem religiosa, poderão ter reforçado, ou pelo menos facilitado, a decisão. Davidson e Cromellin eram ambos católicos praticantes, e este facto foi mencionado com satisfação pelos jornais brasileiros locais, como um factor de proximidade e partilha com a população local. Já no caso de Eddington, quem sabe se a sua opção religiosa o atraía para um local familiar a outros Quakers, da poderosa família Cadbury, que eram os

maiores compradores internacionais do cacau do Príncipe. Se esta ligação desempenhou algum papel, é difícil não suspeitar que estivesse a par da pressão exercida alguns anos antes pelos Cadbury sobre os produtores locais no sentido de assegurarem condições de trabalho condignas nas suas roças.

Estas questões não são compreensivelmente referidas na correspondência trocada entre Eddington e o Observatório Astronómico de Lisboa, respeitante à logística das viagens, embora todos os correspondentes tivessem presentes, com grande probabilidade, os conflitos que tinham oposto os impérios britânico e português quanto à questão do “cacau escravo” nas possessões portuguesas em África. Todos eles deviam partilhar a ideia ingénua da separação entre as esferas científica e política, uma construção tão útil para eclipsar ligações perigosas, no passado como no presente. Por outro lado, os comentários descontraídos que Eddington faz nas cartas enviadas à mãe são surpreendentes pela omissão, com breves referências ao recurso ao trabalho local na montagem da instalação observacional, e com grande destaque para os relatos de paisagens luxuriantes, passeios pela ilha, reuniões sociais, soirées e outros eventos. O mesmo aconteceu na publicação conjunta com Dyson e Davidson, de 1920, em que relata com minúcia as expedições e os seus resultados, e em que, mais uma vez, há uma breve referência ao recurso ao trabalho de nativos.

### Considerações finais

Neste artigo, pretendi chamar a atenção para a rede de contactos que levou ao encontro improvável entre Einstein e Eddington, particularmente dificultado por diferenças disciplinares e a novidade das teorizações de Einstein, assim como pelos obstáculos de comunicação entre cientistas em tempo de guerra. Também ficou claro que entre as motivações de Eddington se encontravam razões de ordem religiosa. Finalmente, e apesar da falta de documentação de suporte, quis partilhar com o leitor as minhas congeminações sobre as razões que presidiram à divisão dos astrónomos pelos locais de observação.

### Agradecimentos

Agradeço o apoio da Fundação para a Ciência e Tecnologia, Portugal, no âmbito do projeto UID/HIS/00286/2019 e do projeto VISLIS - PTDC/IVC-HFC/3122/2014

### Sugestões de Leitura:

Crelinsten, Jeffrey, *Einstein's jury. The race to test relativity*, Princeton University Press, Princeton (2006).

Nunes dos Santos, A.M., Christoffer Aurette, coords., *Eddington e Einstein*, Gradiva, Lisboa (1992).

Macedo, Marta, “Standard Cocoa. Transnational networks and technological regimes in West African Plantations,” *Technology and Culture*, 57 (2016), 557-58.

Rodrigues, Joyce Mota. *Entre telescópios e potes de barro. O eclipse solar e as expedições em 1919/Sobral-CE*, Tese de Mestrado, Fortaleza (2012).

Stachel, John, “Eddington e Einstein” in *Einstein from B to Z*, Birkauer, Boston (2002).

Stanley, Matthew, *Practical Mystic: Religion, science and A.S. Eddington*, Chicago University Press, Chicago (2007).

Weszkalnys, Gisa. “Príncipe Eclipsed. Commemorating the confirmation of Einstein's Theory of General Relativity,” *Anthropology Today* 25 (2009), 8-12.



Ana Simões é Professora de História das Ciências na Faculdade de Ciências, da Universidade de Lisboa, co-coordenadora do Centro Interuniversitário de História das Ciências e Tecnologia e presidente da European Society for the History of Science. As suas áreas de interesse científico incluem a história da química quântica e história das ciências em Portugal, com ênfase recente na história urbana das ciências e abordagens ao antropocénico na perspectiva da história das ciências.