

# Einstein e Eddington e o eclipse no Príncipe: Celebração e ciência 100 anos depois

José P. S. Lemos<sup>1</sup>, Carlos A. R. Herdeiro<sup>2</sup>, Vítor Cardoso<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Astrofísica e Gravitação - CENTRA, Departamento de Física, Instituto Superior Técnico – IST, Universidade de Lisboa, Avenida Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal; Email: joseleamos@ist.utl.pt

<sup>2</sup> Centro de Investigação e Desenvolvimento em Matemática e Aplicações - CIDMA, Departamento de Matemática, Universidade de Aveiro, Campus de Santiago, 3810-183 Aveiro, Portugal; Email: herdeiro@ua.pt

<sup>3</sup> Centro de Astrofísica e Gravitação - CENTRA, Departamento de Física, Instituto Superior Técnico – IST, Universidade de Lisboa, Avenida Rovisco Pais 1, 1049-001 Lisboa, Portugal.; Email: vitor.cardoso@tecnico.ulisboa.pt

## Resumo

Em 29 de Maio de 1919, na roça Sundry, ilha do Príncipe, num eclipse total, Eddington confirma a teoria da relatividade geral de Einstein pela primeira vez ao fotografar estrelas por detrás do Sol obscurecido. Fez-se história. Em Sobral, colegas de Eddington fotografam o mesmo eclipse e também concluem que a luz de estrelas distantes sofre uma deflexão ao passar pelo campo gravitacional do Sol conforme a relatividade geral. Com a comprovação da relatividade geral, uma teoria da gravitação a nível fundamental, a física passou a ser relativista em definitivo e delineou-se o seu futuro. A primeira guerra mundial tinha terminado há poucos meses e as feridas profundas entre as nações ainda estavam longe de sarar. A ciência queria estar acima disso mostrando que as pessoas e povos podiam se unir por um objetivo comum. Este ano comemorou-se os 100 anos deste feito com a conferência científica “*From Einstein and Eddington to LIGO: 100 years of gravitational light deflection*” no Príncipe para celebrar este marco. Reportamos aqui essa conferência de celebração.

## 1. O eclipse e a deflexão da luz em 1919

Em 29 de maio de 1919 ia acontecer um eclipse que teria importância fundamental. Estrelas distantes por detrás de um Sol tapado pela Lua poderiam ser vistas devido à deflexão dos raios de luz ao passar pelo campo gravitacional do próprio Sol.

Einstein tinha chegado à forma final da teoria da relatividade geral em 25 de novembro de 1915, data em que a apresentou à Academia de Ciências da Prússia. Nesta teoria, força da gravitação era trocada por curvatura do espaço-tempo. Além disso ele deduzira que para trajetórias de luz, provenientes de estrelas distantes, rasantes à superfície do Sol, a deflexão da trajetória seria de 1,75 segundos de arco. A teoria da gravitação de Newton fornecia metade desse valor, 0,875 segun-

dos de arco, e havia ainda a possibilidade de não haver nenhuma deflexão da luz no caso em que a luz não acoplasse de todo à gravitação. Einstein mostrara também que segundo a sua teoria, o perélio de Mercúrio avançava de acordo com as observações astronómicas, isto constituindo uma prova a posteriori, e que a luz sofreria um desvio espectral para o vermelho ao escalar um campo gravitacional, uma experiência difícil de fazer. Assim, a observação da deflexão da luz num eclipse do Sol poderia ser a primeira prova direta da teoria da relatividade geral.

Eddington, célebre astrofísico de Cambridge e conhecedor profundo da teoria, viu então no eclipse de 1919 uma oportunidade suprema para se testar a teoria de gravitação de Einstein e convenceu os astrofísicos ingleses, que resolveram que era mais do que tempo de testar essa previsão. Esse eclipse passaria ao longo de 12 mil km num trajeto de oeste para leste próximo da linha do equador. Duas expedições, cuidadosamente planeadas pelo astrónomo real, Frank Dyson, deixaram Inglaterra no início de março de 1919, rumaram a Lisboa e depois para o Funchal onde se separaram. Eddington e o seu assistente Cottingham, um artífice de relógios e outros instrumentos, foram para a ilha do Príncipe. Instalaram-se na roça Sundry pertencente a Jerónimo Carneiro, um lugar que tinha todas as infraestruturas necessárias. Para Sobral foram os astrónomos Crommelin e Davidson do *Royal Greenwich Observatory*, que instalaram os seus telescópios e celostatos na pista do *Jockey Clube* da cidade pois não haveria corridas de cavalos num futuro próximo.

O eclipse total do Sol durou apenas 302 segundos, ou cinco minutos e dois segundos. Com

instrumentos funcionando no limite, com melhor ou pior tempo, as duas expedições foram um sucesso, conseguiram captar fotografias de estrelas, cujos raios de luz passaram perto do Sol, em chapas que poderiam constituir a primeira prova direta da teoria da relatividade geral. Terminado o eclipse, os astrofísicos regressaram a Inglaterra para, através de instrumentos de medida de deslocamentos de estrelas em chapas fotográficas, examinarem as imagens recolhidas. Cinco meses depois, os resultados revelaram que as estrelas observadas perto do disco solar durante o eclipse estavam ligeiramente deslocadas em relação à sua posição normal no céu, na medida prevista pela teoria de Einstein, isto é, 1,75 segundos de arco para estrelas perto da borda do Sol.

Os resultados foram então anunciados no dia 6 de novembro de 1919 num encontro na *Royal Society* de Londres em conjunto com a *Royal Astronomical Society*. As observações tinham confirmado a teoria da relatividade geral e a euforia foi imensa. O mundo passou a saber que a teoria da gravitação correta não era a de Newton, mas sim a relatividade geral e Einstein tornou-se um homem célebre por todo o planeta instantaneamente. A física, deste momento em diante, passou a ser totalmente relativista, sabia-se agora que partículas e suas interações, incluindo a gravitação, obedeciam sem a menor dúvida às leis da relatividade. Este é um dos eventos mais aclamados na história da ciência.

Foi o início de uma longa e belíssima história de sucesso. Buracos negros, ondas gravitacionais e cosmologia são consequências maiores, novas e naturais da teoria e foram uma a uma sendo desvendadas, com a relatividade geral passando de forma impressionante um grande número de testes, o mais recente e notável sendo a deteção direta pelo LIGO (*Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory*) da primeira onda gravitacional em 2015. Esta onda, por seu lado, foi gerada pela colisão a distâncias cosmológicas de dois buracos negros de cerca de 30 massas solares cada um. A teoria mudou fundamentalmente a nossa compreensão da física e da astrofísica. Está também na base de tecnologias modernas indispensáveis como o GPS, em que a sincronização entre relógios dos satélites e relógios na Terra é feita com as correções relativistas para o tic-tac dos relógios.

Além de comprovar a teoria da relatividade geral, o acontecimento do dia 29 de maio de 1919 demonstrou mais uma vez que pessoas de diferentes países podiam unir-se num objetivo comum. Nessa época, a primeira guerra mundial tinha terminado há pouco tempo, e cientistas ingleses e alemães, representados por Eddington e por

Einstein, respetivamente, deram as mãos olhando para um futuro melhor.

O mundo da física e astrofísica voltou a unir-se para exaltar e celebrar este acontecimento. Dado o carácter histórico desta data, várias celebrações foram organizadas. Nomeadamente, no Príncipe, 100 anos depois, realizou-se a conferência "*From Einstein and Eddington to LIGO: 100 years of gravitational light deflection*", que teve o cunho do Centro de Astrofísica e Gravitação (CENTRA), unidade de investigação do Instituto Superior Técnico (IST). A iniciativa decorreu do dia 26 de maio ao dia 30, e teve como palco o resort Bom Bom a 3 km da roça Sundry, local das observações de Eddington. Houve também mais celebrações no Príncipe, em Sobral, em Lisboa, no Rio de Janeiro e em Londres.

## **2. A conferência científica no Príncipe em 2019: Celebração da história e da ciência**

Em 2015 celebraram-se por todo o planeta os cem anos da relatividade geral, para comemorar a publicação por Einstein em 25 de novembro de 1915 da forma final e definitiva da teoria. O CENTRA tendo como uma das suas áreas específicas de investigação os fundamentos da relatividade geral, comemorou em Lisboa essa efeméride com a conferência realizada no IST "*GR 100 years in Lisbon*", ver [1].

Ora, sendo a deflexão da luz ao passar no campo gravitacional do Sol um primeiro teste experimental à relatividade geral após esta estar elaborada, a comprovação histórica com sucesso dessa deflexão no eclipse de 29 de maio de 1919 por Eddington e colaboradores teria também que ser celebrada. Sem dúvida o eclipse de 29 de maio de 1919 é um dos mais aclamados eventos da história da ciência e de grande significado para a física em geral. O CENTRA, um centro de astrofísica e gravitação com trabalhos em testes experimentais da teoria da relatividade geral e de outras teorias alternativas da gravitação, não quis deixar passar esta data emblemática.

Os autores deste artigo consideraram por isso oportuno, lógico e importante ligar essa notável comprovação às atividades científicas do CENTRA e de outros cientistas portugueses ligados à área. Assim, em dezembro de 2015, aquando das celebrações dos cem anos da relatividade geral, foram iniciadas conversações para a organização de uma conferência científica em finais de maio de 2019 para se celebrar desta feita os cem anos da confirmação da relatividade geral com a deflexão da luz pelo campo gravitacional do Sol no eclipse de 29 de maio de 1919.

Como as observações foram feitas no Príncipe e em Sobral, seria natural que cientistas portugueses organizassem a celebração científica no Príncipe, à época território português. O principal objetivo da conferência seria de celebrar esta data histórica para refletir sobre o legado deixado por Einstein e Eddington relacionado com o eclipse e discutir os desenvolvimentos subsequentes impressionantes em astrofísica e gravitação. Seria uma conferência para trilhar a história, partilhar

os extraordinários avanços científicos e vislumbrar o futuro. Os oradores seriam escolhidos segundo estes temas. Tendo em conta que a organização científica do evento era do CENTRA, cujos membros têm desenvolvido investigação notável de nível internacional de frente nesta área e são líderes ou pertencem a grupos de liderança de investigação internacional, vários membros do CENTRA seriam oradores, em conjunto com especialistas de universidades e instituições de renome.

Tendo isto em mente tomaram-se as decisões. As datas escolhidas foram de 26 a 30 de maio de 2019, precisamente 100 anos depois do eclipse de 1919. O local escolhido no Príncipe para a conferência científica foi o resort Bom Bom. Este fica a 3 km em linha reta e a 9 km pela estrada da roça Sundry, o local onde Eddington fez as observações. Eddington escreve no artigo do eclipse que quando ele e Cottingham chegaram ao Príncipe, após averiguar o melhor local para se instalarem, escolheram montar os telescópios na roça Sundry. Curiosamente, este nome Sundry é um inglesamento de Sumdim, que no falar local significa Sr. Dias, um senhor que no início do século XIX possuía terras naquela área. Dentre astrofísica e gravitação, estabeleceu-se dar um foco na conferência científica em temas relacionados à confirmação da deflexão da luz num campo gravitacional, e temas de ponta em relatividade geral atuais como buracos negros, ondas gravitacionais e cosmologia. Por isso, o título “From Einstein and Eddington to LIGO: 100 years of gravitational light deflection” para a conferência foi escolhido. Quanto aos oradores, vários membros do CENTRA seriam oradores em conjunto com especialistas de universidades e instituições de ponta. Os oradores foram quinze, a saber, Alessandra Buonanno do Instituto Max Planck em Potsdam, Ana Mourão da Universidade de Lisboa, Carlos Herdeiro da Universidade de Lisboa e da Universidade de Aveiro, Clifford Will da Universidade da Flórida e da Universidade de Paris, Frank Eisenhauer do Instituto Max Planck em Garching, Ilídio Lopes da Universidade de Lisboa, Ismael Tereno da Universidade de Lisboa, João Costa do Instituto Universitário de Lisboa, John Barrow da Universidade de Cambridge, Jonathan Gair da Universidade de Edimburgo e do Instituto Max Planck em Potsdam, José Sande Lemos da Universidade de Lisboa, Pedro Ferreira da Universidade de Oxford, Thomas Sotiriou da Universidade de Nottingham, Ulrich Sperhake da Universidade de Cambridge e Vítor Cardoso da Universidade de Lisboa. A página da conferência [2] foi colocada e o poster da conferência saiu, ver Fig. 1 e [3].

# eddington at sundy

from einstein and eddington to ligo: 100 years of gravitational light deflection

May 26th to May 30th, 2019

Bom Bom Resort

Príncipe Island

1°41'48.5"N 7°24'08.6"E

## Speakers

Alessandra Buonanno (Max Planck Institute for Gravitational Physics Potsdam)  
 Ana Mourão (University of Lisbon)  
 Carlos Herdeiro (University of Lisbon and University of Aveiro)  
 Cliff Will (University of Florida and Institute of Astrophysics of Paris)  
 Frank Eisenhauer (Max Planck Institut, Garching)  
 Ilídio Lopes (University of Lisbon)  
 Ismael Tereno (University of Lisbon)  
 João Costa (Universitary Institute of Lisbon and University of Lisbon)  
 John Barrow (University of Cambridge)  
 Jonathan Gair (University of Edinburgh)  
 José Sande Lemos (University of Lisbon)  
 Pedro Ferreira (University of Oxford)  
 Thomas Sotiriou (University of Nottingham)  
 Ulrich Sperhake (University of Cambridge)  
 Vítor Cardoso (University of Lisbon)

## Scientific Organizing Committee

José Sande Lemos  
 Vítor Cardoso  
 Carlos Herdeiro

## Organization

CENTRA - Center for Astrophysics and Gravitation  
 IST - Instituto Superior Técnico, Lisbon

<https://science.esundy.tecnico.ulisboa.pt/en/>

## Sponsors



Figura 1 - Poster da conferência científica “From Einstein and Eddington to LIGO: 100 years of gravitational light deflection” no Príncipe.

Os oradores e participantes chegaram no dia 26 de maio ao Príncipe após um dia de escala em São Tomé e foi com enorme júbilo que todos celebrámos durante a conferência científica no Príncipe os 100 anos deste eclipse histórico. O resort Bom Bom situado à beira-mar num ponto maravilhoso da ilha com praias paradisíacas, tem uma sala de seminários rodeada por uma vegetação equatorial intensa de indescritível beleza, inspiradora para a conferência de celebração. Os dias 27 e 28 de maio foram dedicados a palestras, no dia 29 esteve-se na roça Sundry. No dia 27 houve quatro palestras de manhã onde se falou de testes experimentais e observacionais da relatividade geral, lentes gravitacionais, ondas gravitacionais, objetos compactos e relatividade numérica. No intervalo para café pôde-se passear pela natureza luxuriante e tiraram-se fotografias, ver Fig. 2 e Fig. 3.

À tarde houve outras quatro palestras onde se falou de física de buracos negros, o seu exterior,



Figura 2 - Os organizadores da conferência científica "From Einstein and Eddington to LIGO: 100 years of gravitational light deflection" no meio da vegetação luxuriante do resort Bom Bom, Príncipe. Da esquerda para a direita: Vitor Cardoso, José Sande Lemos, Carlos Herdeiro. Fotografia tirada por Ilídio Lopes na manhã do dia 27 de Maio de 2019.

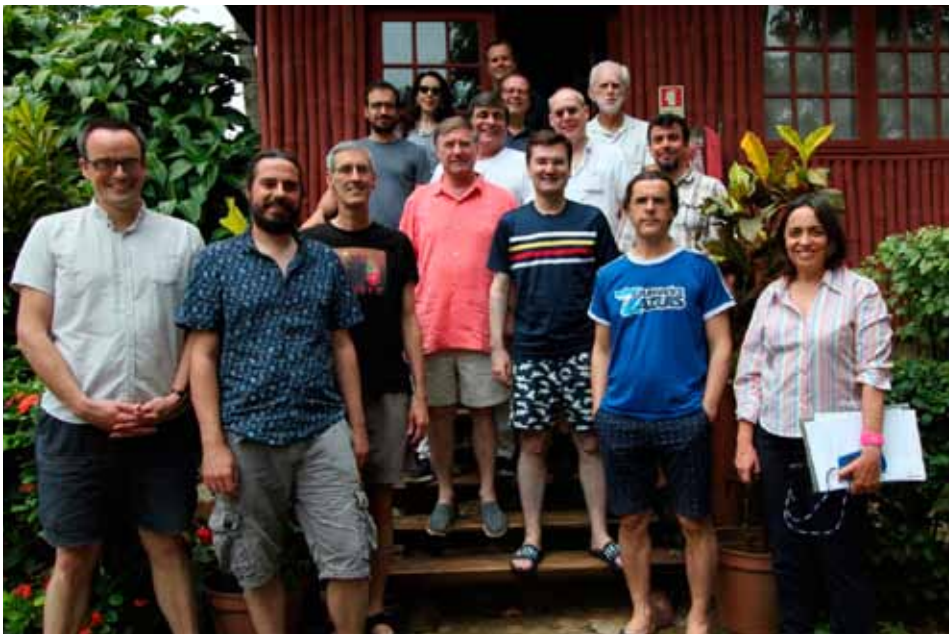


Figura 3 - Os oradores da conferência científica "From Einstein and Eddington to LIGO: 100 years of gravitational light deflection" em frente à sala de seminários do resort Bom Bom, Príncipe. De cima para baixo e da esquerda para a direita: Pedro Ferreira; Alessandra Buonanno, Ismael Tereno, Cliff Will; João Costa, José Sande Lemos, Uli Spherhake; John Barrow, Carlos Herdeiro; Frank Eisenhauer, Ilídio Lopes; Jonathan Gair, Thomas Sotiriou, Vitor Cardoso, Ana Mourão. Fotografia tirada por Jorge Vicente de manhã no intervalo para café do dia 27 de maio de 2019.

o seu interior e propriedades fundamentais do horizonte de eventos. Seguiu-se uma discussão livre que terminou às 19h. À noite Tim de Zeuw do Instituto Max Planck em Garching, que esteve presente nas palestras do resort Bom Bom, falou para o público em geral sobre o futuro da astronomia numa recepção na roça Belo Monte.

No dia 29 de maio, os participantes da conferência científica estiveram na roça Sundy, ver Fig. 4. Em Sundy decorreu um evento público, com celebração especial, 100 anos exatos depois do eclipse. De particular relevância, as celebrações do Príncipe e as celebrações de Sobral juntaram-se numa teleconferência às 14h30 no Príncipe, 10h30 em Sobral, para uma celebração con-

O dia 28 foi dedicado a testes da relatividade geral e cosmologia com sete palestras. Durante os intervalos para café e no debate da tarde, houve discussões sobre o passado e futuro da astrofísica e gravitação, onde a parte histórica esteve sempre presente, destacando-se o papel criativo de Einstein e de Eddington. Falou-se de ondas gravitacionais e o que o LIGO ainda nos pode dar e o que pretendemos no futuro com o LISA (*Laser Interferometer Space Antenna*) um projeto da ESA para pôr satélites no espaço com o objectivo de detetar ondas gravitacionais provenientes de buracos negros supermassivos e do universo primordial. Além disso, falou-se das teorias de unificação atuais, que foram iniciadas e protagonizadas inclusive por Einstein e Eddington, e a sua união com a mecânica quântica e de como buracos negros podem elucidar uma formulação correta da gravitação quântica ainda por ser elaborada. José Sande Lemos e Jonathan Gair lembraram Donald Lynden-Bell da Universidade de Cambridge, seu orientador nos anos 1980 e 2000, respetivamente, grande admirador de Eddington, que ocupava no Instituto de Astronomia a sua sala com uma fotografia do grande astrofísico na parede sobre a mesa de trabalho e com uma famosa porta curva. Os trabalhos terminaram às 19h e seguiu-se uma recepção na Casa Rosa, a casa oficial do governador, em Santo António, em que participaram cientistas e representantes políticos de São Tomé e Príncipe e Portugal.

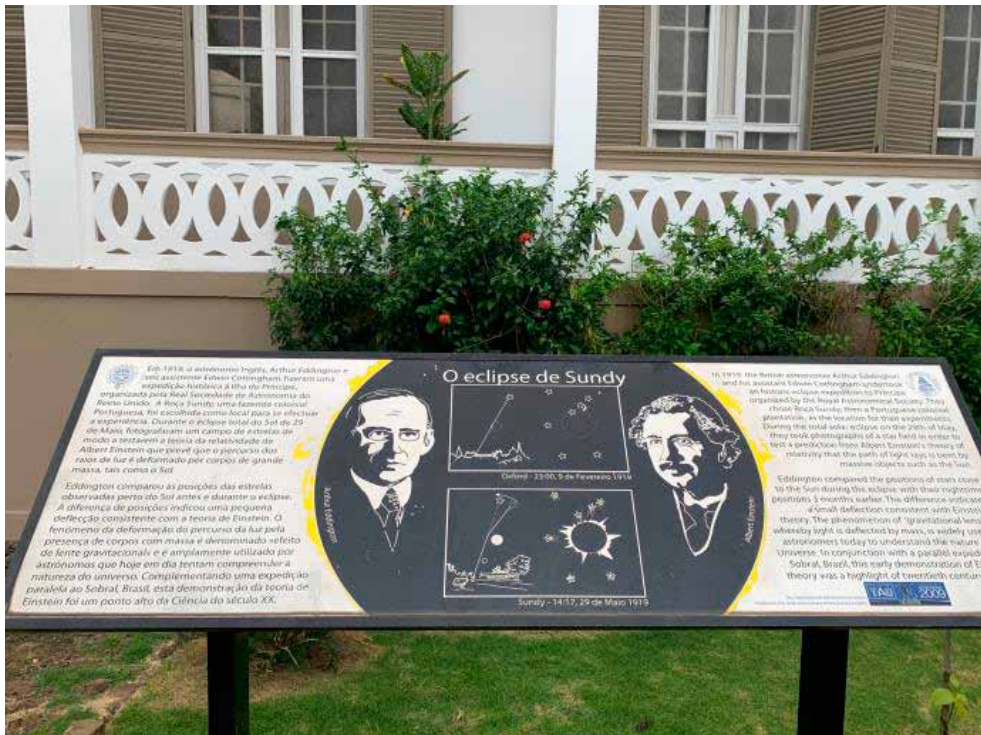


Figura 4 - Placa informativa na roça Sundry. Fotografia tirada por Ilídio Lopes no dia 29 de Maio de 2019.

junta. Falaram por esta ordem, o Prefeito de Sobral Ivo Gomes, o Primeiro Ministro de São Tomé e Príncipe Jorge Bom Jesus, o Presidente do Governo Regional do Príncipe José Cassandra, o Governador do Ceará Camilo Santana, o Presidente da Academia Brasileira de Ciências Luiz Davydovich, o Presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Ildeu Moreira, o Reitor da Universidade de São Tomé e Príncipe Aires Bruzaca de Meneses, a Presidente da União Astronómica Internacional Ewine van Dishoeck e o Presidente do Centro de Astrofísica e Gravitação de Lisboa e Presidente da Assembleia Geral da Sociedade Portuguesa de Relatividade e Gravitação José Sande Lemos, e todos se congratularam por este momento especial.

A conferência científica apareceu em CENTRA News [4], na IST News [5] e teve cobertura no New York Times [6]. Para a história e a ciência do eclipse de 1919 ver [7]. Houve muitas celebrações por todo o mundo, referimos algumas em seguida.

### 3. Outras celebrações em 2019

#### 3.1 Eddington at Sundry no Príncipe

Para as celebrações no Príncipe houve um abrangente projeto educacional e científico “Eddington na Sundry: 100 anos depois” que foi organizado pela coordenadora Joana Latas em conjunto com várias entidades, em particular o Governo Regional do Príncipe. Foi um projeto com várias frentes e para ter continuidade, ver [8]. Um objetivo do projeto foi atrair a atenção da população do Príncipe para a relevância das observações de 1919 e para a ciência em geral. Celebrações no local ocorreram de 25 a 30 de maio, o ponto alto tendo-se dado na roça Sundry no dia 29 de maio de 2019, onde

ao longo do dia estiveram presentes autoridades nacionais e internacionais. Nesse dia a população do Príncipe mostrou o melhor da sua hospitalidade para com as centenas de participantes que vieram de fora. Foi inaugurada uma exposição na própria roça Sundry relativa à descoberta da deflexão da luz que pretende ser permanente. O Príncipe e Sobral uniram-se numa videoconferência conjunta. A conferência científica que relatámos integrou-se neste abrangente projeto educacional e científico.

#### 3.2 Sobral

No Sobral houve uma conferência científica e um grande evento público de 26 a 31 de maio de 2019, que foi de encontro às expectativas e à dimensão da descoberta.

#### 3.3 Lisboa

Um número especial da Gazeta de Física foi publicado em maio de 2019 para celebrar os eventos no Príncipe e em Sobral [9,10]. Uma exposição inaugurada em maio de 2019 no Museu Nacional de História Natural e da Ciência da Universidade de Lisboa com o título “E3 - Einstein, Eddington e o Eclipse” foi montada. O Encontro Nacional de Astronomia e Astrofísica XXIX foi dedicado a Eddington e ao eclipse, ver [11].

#### 3.4 Rio de Janeiro

No Observatório Nacional do Rio de Janeiro, casa do seu prestigiado diretor Henrique Morize, que apoiou a expedição inglesa e esteve presente em Sobral para observar a coroa solar, houve um encontro de celebração em maio de 2019.

#### 3.5 Londres

Em Londres houve um evento público no dia 6 de novembro de 2019, organizado pela *Royal Astronomical Society* de celebração da reunião histórica de 6 de novembro de 1919, presidida por J. J. Thomson, o homem do elétron e presidente da *Royal Society* à época, que juntou as duas sociedades para anunciar oficialmente os resultados das medidas da deflexão da luz feitas por Dyson, Crommelin, Davidson e Eddington que confirmaram a teoria da gravitação de Einstein.

### 3.6 Futuro

Esperamos que esta data de 29 de maio seja sempre comemorada, com especial ênfase a cada 100 anos a contar de 1919, como fizemos agora pela primeira vez, e que Einstein, Eddington, o Príncipe e Sobral sejam lembrados nesta data. Será sinal que a teoria da gravitação, realizada na relatividade geral ou eventualmente noutra teoria mais fundamental, continua próspera.

### Agradecimentos

Agradecemos a Phillipe Moreau e a Beatriz Geraldes da empresa HBD pela assistência com grande simpatia na logística da conferência científica no resort Bom Bom, e a Nuno Santos e José Quina, gerentes do resort Bom Bom, por toda a ajuda no resort durante a conferência. Agradecemos a Joana Latas, coordenadora da organização Eddington at Sundy, por toda a colaboração dada antes e durante a nossa conferência científica. Agradecemos a Dulce Conceição do CENTRA por lidar com todos os processos administrativos para a conferência e a Sérgio Almeida pela elaboração da página web da conferência. Agradecemos ao CENTRA e a seus membros pelo seu apoio total para a realização da conferência científica. Agradecemos ao Instituto Superior Técnico, em particular ao nosso colega Luís Viseu Melo, por toda a assessoria e simplificações nos processos financeiros e administrativos.

Agradecemos à Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), Portugal, pelo apoio financeiro através do Projeto No. UID/FIS/00099/2019.

### Referências

- [1] <https://centra.tecnico.ulisboa.pt/network/gr100yearsinlisbon/>
- [2] <https://science.esundy.tecnico.ulisboa.pt/en/>
- [3] <https://science.esundy.tecnico.ulisboa.pt/en/poster/>
- [4] <https://centra.tecnico.ulisboa.pt/news/?id=5610>
- [5] <https://tecnico.ulisboa.pt/pt/noticias/100-anos-depois-do-eclipse-que-confirmou-a-teoria-da-relatividade/> ou <https://tecnico.ulisboa.pt/en/news/100-years-after-the-eclipse-that-confirmed-the-general-theory-of-relativity/>
- [6] <https://www.nytimes.com/2019/05/28/science/solar-eclipse-einstein-physics.html>
- [7] J. P. S. Lemos, "Shadow of the Moon and general relativity: Einstein, Dyson, Eddington and the 1919 light deflection", *Revista Brasileira de Ensino de Física* 41 suppl. 1, e20190260 (2019); arXiv:1912.05587 [physics.hist-ph].
- [8] <http://esundy.org/index.php/en/homepage/>

[9] A. J. S. Fitas, P. Crawford, J. P. S. Lemos (editors), Einstein, Eddington, Eclipse (Número especial dedicado à exposição E3 - Einstein Eddington e o Eclipse, *Gazeta de Física*, Lisboa, 2019).

[10] J. P. S. Lemos, C. A. R. Herdeiro, V. Cardoso, "Einstein e Eddington e as consequências da relatividade geral: Buracos negros e ondas gravitacionais", in Einstein, Eddington, Eclipse, editors A. J. S. Fitas, P. Crawford, J. P. S. Lemos (Número especial dedicado à exposição E3 - Einstein Eddington e o Eclipse, *Gazeta de Física*, Lisbon, 2019), p. 36; para a versão em inglês ver J. P. S. Lemos, C. A. R. Herdeiro, V. Cardoso, "Einstein, Eddington and the consequences of general relativity: Black holes and gravitational waves", arXiv:1911.01959 [physics.hist-ph] (2009).

[11] <https://centra.tecnico.ulisboa.pt/network/costar/enaa2019/>



José Pizarro de Sande e Lemos, nasceu em 1957 em Lisboa. Foi aluno do Colégio São João de Brito e do Liceu Camões em Lisboa e do Colégio São Vicente no Rio de Janeiro. Obteve o Mestrado em Física em 1982 pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro e o PhD em Astrofísica e Gravitação em 1987 pela

Universidade de Cambridge. Trabalhou no Observatório Nacional do Rio de Janeiro de 1988 a 1996 onde foi Investigador Titular. Realizou a Agregação em 1996 no Instituto Superior Técnico no qual é Professor Catedrático no Departamento de Física e presidente do Centro de Astrofísica e Gravitação (CENTRA). É membro fundador e o presidente em exercício da Sociedade Portuguesa de Relatividade e Gravitação. O cerne da sua investigação é em física e astrofísica de buracos negros. Tem cerca de 200 trabalhos publicados em revistas internacionais na área de astrofísica relativista, gravitação, buracos negros, ondas gravitacionais, cosmologia e física fundamental com um total de 6000 citações. Obteve distinction no famoso exame Part III of the Mathematical Tripos de Cambridge e foi eleito Senior Scholar do Trinity College. Recebeu o prémio UTL/Santander de 2009, atribuído ao professor e investigador da Universidade de Lisboa que se destacou na respetiva área pelo número e pelo impacto dos trabalhos que publicou em revistas científicas de circulação internacional e foi galardoado com o prémio vitalício de Outstanding Referee da American Physical Society em 2010 pela qualidade dos seus pareceres. Organizou a conferência científica *From Einstein and Eddington to LIGO: 100 years of gravitational light deflection* no Príncipe, de 26 a 30 de maio de 2019, em comemoração dos 100 anos do eclipse solar histórico.



Carlos Herdeiro, é licenciado em Física/ Matemática aplicada pela Universidade do Porto e doutorado em Física Teórica pela Universidade de Cambridge (2001), em Inglaterra. Trabalhou nos departamentos de Física: da Universidade de Stanford, EUA (2001-2002), da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (2002-2010), da Universidade de Aveiro (2010-2018) e do Instituto Superior Técnico da Universidade de Lisboa (2018-2019). É atualmente Investigador Coordenador de carreira no Departamento de Matemática da Universidade de Aveiro onde coordena o grupo de Geometria e Dinâmica Gravitacional do Centro de Investigação em Matemática e Aplicações (CIDMA). A sua investigação centra-se no interface da gravitação, cosmologia, astrofísica, física-matemática e física de altas energias, tendo publicado mais de 150 artigos em revistas internacionais em vários temas neste interface e dirigido duas redes internacionais Marie Curie financiadas pela União Europeia. É também autor de um livro de texto universitário de mecânica quântica. Foi presidente da delegação norte da SPF (2007-2010). É membro fundador e vice-presidente em exercício da Sociedade Portuguesa de Relatividade e Gravitação.



Vitor Cardoso, é Professor Cate-drático e Investigador no Departamento de Física do Instituto Superior Técnico, onde lidera o Grupo de Gravitação (GRIT) do CENTRA. É Scientific Associate no CERN e Visiting Professor na Universidade de Amsterdão. Os seus interesses de investigação incidem sobre gravitação, em particular ondas gravitacionais e buracos negros. É autor de um livro e de cerca de 200 artigos publicados em revistas internacionais. Foi-lhe atribuído o Prémio “Excelência no Ensino,” pelo Técnico em 2018 e a sua investigação foi distinguida duas vezes pelo *European Research Council*. Em 2015 foi agraciado pelo Presidente da República com a Ordem de Santiago D’Espada. Neste momento, é líder de um consórcio internacional de mais de 30 países, que se dedica ao estudo de ondas gravitacionais e buracos negros.