

REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA
ANO 71 - NÚMERO 3 - JULHO/AGOSTO/SETEMBRO DE 2019

Ciência & Cultura

Temas e Tendências



100 anos do
ECLIPSE DE
SOBRAL



71ª REUNIÃO ANUAL DA SBPC

Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

CIÊNCIA E INOVAÇÃO NAS FRONTEIRAS DA BIOECONOMIA, DA DIVERSIDADE E DO DESENVOLVIMENTO SOCIAL

21 A 27 DE JULHO | 2019

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPO GRANDE | MS**

Acesse:

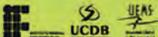


<http://ra.sbpconet.org.br/campogrande>

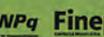
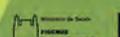
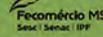
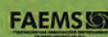
REALIZAÇÃO



INSTITUIÇÕES PARCEIRAS



APOIO



3 EDITORIAL

4 TENDÊNCIAS

A RECONSTRUÇÃO DO MUSEU NACIONAL: BOM PARA O RIO, BOM PARA O BRASIL!

Alexander W. A. Kellner

BRASIL

Foto: Wikipedia



A. Taunay (1755-1830) retrata cascata na Floresta da Tijuca

6 DEFENDER O AMBIENTE É DEVER DE TODOS

9 A INDELÉVEL BELEZA DO JARDIM TROPICAL

MUNDO

Foto: A. Scarpinetti/Unicamp

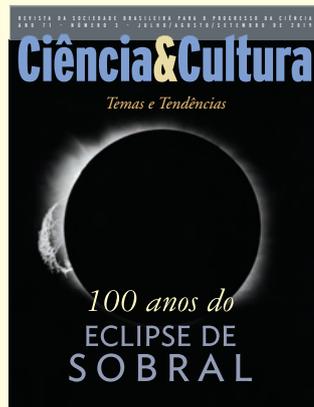


Pesquisador francês P. Henry

10 CONTRA A EVIDÊNCIA DAS OPOSIÇÕES

NÚCLEO TEMÁTICO: 100 ANOS DO ECLIPSE DE SOBRAL

ARTIGOS



14 Apresentação

Alfredo Tolmasquim e Ildeu de Castro Moreira

16 Relatividade geral: fundamentos e primeira comprovação experimental

Jorge Castiñeiras e Luís Carlos Bassalo Crispino

23 A participação brasileira no eclipse solar total de maio de 1919: observando a coroa solar para melhor defender a ciência

Antonio Augusto Passos Videira

27 Observar é preciso: a cidade e os "ilustres hóspedes"

Joyce Mota Rodrigues

32 O eclipse solar de 1919, Einstein e a mídia brasileira

Ildeu de Castro Moreira

39 O eclipse de 1919 e a teoria da relatividade: rumo à Ilha do Príncipe

Ana Simões

47 O impacto do eclipse de 1919 na vida e trajetória de Albert Einstein

Alfredo Tolmasquim

50 Einstein e o Brasil

Roberto Vergara Caffarelli

A & E

58 HUMANOS E FORMIGAS UTILIZAM AS PLANTAS QUE PROLIFERARAM COM A FRAGMENTAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NORDESTINA
Elaine Maria dos Santos Ribeiro, Maria Joana Specht, Marcelo Tabarelli, Bráulio Almeida Santos, Pille Gerhold, Rainer Wirth e Inara Roberta Leal

CULTURA

Foto: Wikipedia



Além do cineasta, estudos revelam artista múltiplo

62 CINEMA
130 anos de Charlie Chaplin

Foto: MAST



Astronomia amplia seu público

63 EDUCAÇÃO
A divulgação científica da astronomia no Brasil

66 POESIA
ÁLVARO FALEIROS

E X P E D I E N T E

Ciência&Cultura
<http://cienciaecultura.bvs.br>

CONSELHO EDITORIAL

André Tosi Furtado, Celso Pinto de Melo, Dora Fix Ventura,
Francisco Cesar de Sá Barreto, Hernan Chaimovich Guralnik, Ima Célia Guimarães Vieira,
Isaac Roitman, João Lucas Marques Barbosa, Luiz Eugênio de Mello, Maíra Baumgarten Corrêa,
Marcelo Knobel, Marcelo Marcos Morales, Phillipe Navaux, Regina Pekelmann Markus

EDITOR CHEFE

Carlos Vogt

EDITORA EXECUTIVA

Ana Paula Morales

EDITORA ASSISTENTE

Patricia Mariuzzo

EQUIPE DE REPORTAGEM

Amando Martinelli

Camila P. Cunha

Chris Bueno

Leonor Assad

Mariana Garcia de Castro Alves

CAPA

Rita da Costa Aguiar

DIAGRAMAÇÃO

Carla Castilho | Janela Estúdio

Luis Paulo Silva (tratamento de imagens)

REVISÃO

Daisy Silva de Lara

CONSULTORES

Literatura

Alcir Pécora, Carlos Vogt, Paulo Franchetti

CONTATOS

Redação: cienciaecultura@sbpcnet.org.br

DIRETORIA DA SBPC

PRESIDENTE

Ildeu de Castro Moreira

VICE-PRESIDENTES

Vanderlan da Silva Bolzani

Carlos Roberto Jamil Cury

SECRETÁRIO-GERAL

Paulo Roberto Petersen Hofmann

SECRETÁRIOS

Ana Maria Bonetti

Claudia Masini d'Avila-Levy

Sidarta Ribeiro

PRIMEIRA TESOUREIRA

Lucile Maria Floeter Winter

SEGUNDA TESOUREIRA

Roseli de Deus Lopes

Revista *Ciência & Cultura*

ISSN 0009-6725

O eclipse total do Sol teve significados diversos para as civilizações ao longo da história da humanidade. Para a comunidade científica internacional, no entanto, o fenômeno de 29 de maio de 1919 teve um significado especial: a sua observação permitiu comprovar a deflexão da luz proveniente das estrelas ao passar pelo Sol, prevista na teoria da relatividade geral proposta por Albert Einstein quatro anos antes, e que se contrapunha à teoria gravitacional de Issac Newton, até então amplamente aceita já há cerca de dois séculos.

O Núcleo Temático desta edição, coordenado por Alfredo Tolmasquim e Ildeu de Castro Moreira, soma-se às comemoração dos 100 anos do que ficou conhecido como “o eclipse de Sobral”. Isso porque as chapas fotográficas tiradas pelos astrônomos britânicos Andrew Crommelin e Charles Davidson na cidade cearense foram essenciais para os cálculos que permitiram a confirmação e aceitação da teoria da relatividade geral. De acordo com Einstein, em nota escrita quando esteve no país em 1925, “A teoria que minha mente formulou foi respondida pelo ensolarado céu do Brasil”.

Os artigos de pesquisadores brasileiros e portugueses que compõem o dossiê ajudam a compreender o contexto e os trabalhos das comissões científicas — uma brasileira, outra norte-americana e duas inglesas — que observaram o eclipse de 1919 em Sobral, no nordeste brasileiro, e na Ilha do Príncipe, na costa oeste da África; além dos resultados obtidos, seu significado e consequências para a ciência e para a vida de Einstein.

Em “Tendências”, Alexander W. A. Kellner, diretor no Museu Nacional, fala sobre o incêndio que afetou pelo menos 75% do seu acervo e os esforços para a reconstrução do mais antigo museu do país. Em “Artigos e Ensaios”, pesquisadores tratam da utilização de plantas por humanos e formigas em regiões onde houve fragmentação da Mata Atlântica nordestina.

A legislação ambiental brasileira é abordada em matéria na seção “Brasil”, que também traz resenha do livro *O equinócio dos sabiás: aventura científica no seu jardim tropical* (Editora UFPR, 2018), de Marcos Rodrigues.

Em “Mundo” trazemos entrevista com o pesquisador francês Paul Henry sobre a utilidade do conhecimento, geralmente posta em questão em tempos de crise, e sobre a relação entre filosofia e ciência. Para ele, “As ciências, quaisquer que sejam elas, implicam a filosofia particularmente em suas dimensões teóricas”. Os 130 anos de Charlie Chaplin e a divulgação científica da astronomia no Brasil são temas de reportagens em “Cultura”. A poesia de Álvaro Faleiros encerra a seção. Boa leitura!

Carlos Vogt
Julho de 2019

A RECONSTRUÇÃO DO MUSEU NACIONAL: BOM PARA O RIO, BOM PARA O BRASIL!

Alexander W. A. Kellner

No momento no qual escrevo estas linhas, estou na Alemanha e França em busca de ajuda para a reconstrução do Museu Nacional, instituição alocada na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) desde 1946. A cada dia fica mais nítida a impressão de que governos do exterior dão mais importância ao museu do que o nosso. Aqui fui recebido por diversas autoridades, inclusive a ministra de Relações Exteriores da Alemanha, que anunciou a liberação de mais uma cota de um valor total de um milhão de euros prometidos ao museu. Na França, fui recebido por representantes de diferentes ministérios que atuam na área da pesquisa e cultura, todos interessados em saber a quantas anda a reconstrução do museu e como eles poderiam ajudar. Enquanto isso, em terras brasileiras, tenho enorme dificuldade em ser ouvido pelo nosso governo. Já perdi a conta de quantas audiências solicitei para mostrar a situação e as necessidades da nossa instituição, sem contar os convites enviados para que ministros visitassem o museu e se inteirassem *in loco* da nossa realidade. Recentemente, houve uma sinalização positiva de uma audiência

no Ministério da Educação (MEC) que, espero, se concretize. Como procuro sempre enfatizar, nem tudo se resume a verbas! Sem o apoio do MEC teremos uma enorme dificuldade em reconstruir o Museu Nacional. Estando na França, não há como não traçar um paralelo entre a recente tragédia que atingiu a catedral de Notre Dame (15/4/2019) e o incêndio do Museu Nacional (2/9/2018). Praticamente, em menos de 48 horas, a promessa de doações para a catedral da “cidade luz” ultrapassou o valor necessário para a sua reconstrução: segundo a Reuters, quase um bilhão de euros. Sim, um bilhão, e da moeda europeia. Enquanto isso, no caso brasileiro, as doações nacionais somavam até 2 de junho, nove meses depois da tragédia, R\$ 316 mil. Adicionando os R\$ 756.106,60 do governo alemão, passamos para pouco mais de um milhão de reais. Apesar de não se saber exatamente quanto custará a recomposição da sede do museu, uma estimativa inicial é que menos de 15% do valor arrecadado para a catedral francesa seria suficiente. Entretanto, nesse valor não está computado o acervo perdido, cuja recomposição será uma luta à parte – mais longa e mais

problemática. Isso porque a destruição de parte das coleções do Museu Nacional, infelizmente, extrapola em muito as perdas de Notre Dame. No caso da catedral francesa, além da secular construção em si, não se perdeu praticamente nada do acervo francês, o que somente foi possível graças à ação diligente dos bombeiros e das condições existentes para a contenção do fogo. Enquanto isso, no caso brasileiro, não havia água em pressão suficiente nos hidrantes nas cercanias do museu que pudesse ser utilizada. Por mais absurdo que possa parecer, esse fato não é o pior! O que realmente chama a atenção é que, mesmo meses após a tragédia, eles continuam não funcionando!

Evidentemente, temos a consciência de que faltou muito mais do que água nos hidrantes para evitar o sinistro, mas acho que aqui cabe aquela anedota da pólvora e do canhão. Entre os 99 motivos que o soldado queria apresentar ao general para justificar porque o canhão não funcionou, ao ouvir o primeiro – a falta de pólvora – o militar graduado não precisou escutar mais nada. Sem água não se combate um incêndio... Nessa viagem à Europa também ficou evidente algo que muitos no Brasil se

perguntam: como foi possível que uma nação deixasse o seu bem cultural maior, com o qual a história do país se confunde, abandonado à própria sorte por décadas? O palácio de São Cristóvão abrigou a família real portuguesa e a família imperial. O nosso segundo imperador, D. Pedro II, nasceu naquele imóvel, assim como a sua filha, a princesa Isabel, que assinou a Lei Áurea. Ali morou – e faleceu – Dona Leopoldina, uma mulher esclarecidíssima, que tanto influenciou o processo que culminou na independência do Brasil. A nossa primeira imperatriz sabia o valor da ciência e tinha uma boa noção sobre a importância do desenvolvimento cultural de um país.

Depois tivemos a proclamação da República, em 1889. E onde foi realizada a primeira Assembleia Constituinte Republicana? Exatamente na antiga residência da família imperial. Ou seja, até mesmo a origem do sistema político atual do Brasil teve o seu berço no palácio do parque da Quinta da Boa Vista, que em 1891 se tornou a sede do Museu Nacional. Se existe uma edificação no país que deveria contar com a máxima atenção dos governantes, era esse palácio! Isso sem falar que ele abrigava um acervo extremamente raro e importante. A perda de parte das coleções é, talvez, o pior aspecto dessa tragédia. Estimamos que entre 75% e 78% do acervo foi afetado pelo incêndio. Havia múmias, tanto egípcias como andinas, milhões de espécimes representando a biodiversidade atual e do passado da Terra, minerais, documentos raros, como cadernos da imperatriz Leopoldina e o acervo da bióloga e ativista feminista Bertha Lutz (1894-1976), e muito mais.

Um alento é o fato de que nem tudo foi perdido. As coleções dos departamentos de vertebrados, botânica, coleções específicas de invertebrados e de arqueologia, como também a biblioteca, não foram afetados por estarem em outras edificações. Esse era um projeto antigo do museu – retirar as coleções e a parte administrativa do palácio, que seria reformado e as exposições ampliadas. Mas o país priorizou estádios de futebol e até mesmo a construção de novos equipamentos museais ao invés de cuidar dos antigos e suas valiosas coleções. A maior ironia de toda essa situação é o fato de que, depois de décadas de descaso, a instituição havia finalmente conseguido um financiamento por parte do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) que previa, inclusive, sistemas de prevenção de incêndios e anti-pânico. Infelizmente, tarde demais.

Porém, depois de toda catástrofe, sempre há o dia seguinte. Sem procurar mitigar os efeitos trágicos do incêndio, abre-se agora uma nova janela de oportunidade: a de reconstruir o museu, de forma que este sirva de modelo para outras instituições! Não é uma meta fácil, porém ela é factível e se encontra no horizonte. Os projetos de reconstrução e das novas exposições já foram iniciados. As primeiras verbas – com ou sem cortes – já foram alocadas pela bancada federal do Rio de Janeiro. Neste momento, também temos a oportunidade de repensar a interação entre museu e sociedade, algo que muitas instituições museais pelo mundo já fizeram. Precisamos fazer do museu um centro onde, ao mesmo tempo, podemos inspirar as pessoas com a beleza

da natureza e chamar atenção para a sua fragilidade. Baseados na geração de conhecimento de qualidade, nós podemos atuar com instituições congêneres nas discussões que afetam a nossa sociedade e o futuro do planeta.

Também temos que alertar o governo sobre a importância de reconstruir o Museu Nacional, um dos poucos exemplos de instituição que transcende fronteiras e que pode ser considerada um patrimônio mundial, o que traz enormes benefícios, mas também demanda responsabilidades. A reconstrução desse que é o museu mais antigo do país, prestes a completar 201 anos, tem que ser vista como uma das iniciativas que poderão devolver vigor e autoestima para o Rio de Janeiro, tanto a cidade quanto o estado, tão desacreditados nos dias de hoje. O mesmo vale para o nosso país, cuja imagem está bastante arranhada no exterior, inclusive pelo abandono dos seus bens culturais. Muitas instituições internacionais estão dispostas a auxiliar na reconstrução do Museu Nacional, mas o nosso país tem que fazer a sua parte. Sempre devemos lembrar aos nossos governantes que um museu que não dialoga com a sociedade está condenado à extinção; porém uma sociedade que não valoriza e não investe em seus museus já está, pelo menos em parte, culturalmente extinta.

Finalizo com o que talvez possa vir a ser um novo slogan: Reconstrução do Museu Nacional – bom para o Rio, bom para o Brasil!

Alexander W. A. Kellner é diretor do Museu Nacional/UFRJ. Contatos: kellner@mn.ufrj.br; @KellnerMn



LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

Defender o ambiente é dever de todos

O Brasil vive, atualmente, um momento de intensos debates no que diz respeito à legislação ambiental: uns afirmam que ela atrapalha a expansão da agricultura e condena muitos à miséria; outros afirmam que a agricultura destrói os recursos naturais nacionais e condena outros tantos à miséria; uns querendo impedir a circulação de pessoas em áreas urbanas consideradas de preservação permanente e de reserva legal; outros apontando que a ocupação de áreas de preservação em cidades é consequência natural da expansão urbana. Mais, recentemente chegou a constatar da pauta do Congresso Nacional um projeto de lei que propunha a extinção da reserva legal nas propriedades rurais com o argumento de que “o papel de uma certa ecologia radical, fundamentalista e irracional é impedir nosso desenvolvimento”.

LEGISLAÇÃO AMBIENTAL Existem três fases na história da proteção jurídica do ambiente no Brasil: a da exploração desregrada, quando não dispúnhamos de leis ambientais, mas ainda assim existiam, por exemplo, medidas de controle da extração de pau-brasil no período colonial; a fragmentária, no século XX, com os



Foto: ICMBIO

Áreas verdes, como o Parque Nacional da Tijuca (RJ), ajudam a controlar a poluição nas cidades

Códigos Florestais de 1934 e de 1965 e a Lei de Agrotóxicos, de 1989, por exemplo; e a fase dita holística, na qual o ambiente passa a ser protegido de maneira integral com a aprovação da Lei de Proteção da Vegetação Nativa (Lei 12.651/2012), conhecida como Novo Código Florestal.

José Antônio Aleixo da Silva, engenheiro agrônomo e professor titular da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), explica que o Código Florestal de 1934 (Decreto 23.793) “foi uma tentativa de combater os desmatamentos realizados para darem lugar a novos plantios de café e obrigava aos proprietários rurais manterem 25% da propriedade com cobertura florestal nativa”. Aleixo informa que Luciano Pereira da Silva, relator do anteprojeto desse código, alertava para as “dificuldades de implementação da lei, pois a

maioria dos produtores rurais consideravam as árvores como empecilhos para a expansão da agropecuária, pois há mais de 400 anos a prática de desmatar não tinha o mínimo controle”. Na discussão do Novo Código Florestal, o embate entre as bancadas ruralista e ambientalista mobilizou o país. Aleixo, que é conselheiro da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciências (SBPC), afirma que “a disputa entre ruralistas e ambientalistas é permanente, embora existam vários trabalhos que mostrem que a produtividade agropecuária aumenta, principalmente no setor da pecuária, sem a necessidade de novos desmatamentos”. Presidente da Academia Pernambucana de Ciências, Aleixo informa que a SBPC e a Academia Brasileira de Ciências criaram um grupo de trabalho composto por cientistas das diversas áreas ligadas à legis-



lação ambiental para elaborar uma proposta com informações qualificadas e com fundamentos científicos e tecnológicos, para dar subsídios aos congressistas na elaboração do Código Florestal. Esse trabalho deu origem ao livro *O Código Florestal e a ciência: contribuições para o diálogo*, lançado em 2011, atualizado e republicado em português e em inglês durante a realização da Rio +20, em 2012, e agraciado com o Prêmio Muriqui, como o documento mais completo sobre o Código Florestal brasileiro.

Em artigo publicado na revista *Direito Ambiental e Sociedade* (2018), a advogada Juliana Seawright Gonçalves considera que no direito ambiental adota-se a perspectiva de que o ambiente é a parte frágil, que deve ser objeto de proteção sempre, ante as arbitrariedades do Estado, da coletividade e dos indivíduos. Para Herman Benjamin, ministro do STJ e autor de vários trabalhos no tema, os recursos naturais são vistos como obstáculo à geração de riqueza e emprego, pois “quem não é capaz de valorizar e preservar a vida de sua própria espécie, certamente estará surdo à voz da razão que conclama à proteção dos outros seres vivos e das bases ecológicas”, afirmou ele em artigo publicado em 2011 como parte do livro *Direito constitucional ambiental brasileiro*.

Mercedes Bustamante, bióloga e professora titular da Universidade de Brasília (UnB), afirma que a legis-

lação ambiental brasileira não é um entrave para o crescimento sustentável da agricultura e da indústria, pois as atividades econômicas são dependentes da integridade e da saúde dos ecossistemas. Bustamante cita como exemplo a energia elétrica necessária na agricultura e na indústria: “a eletricidade é fornecida em grande parte por hidroeletricidade e o suprimento de água é dependente do papel dos ecossistemas naturais no ciclo hidrológico. A flexibilização da legislação ambiental é, portanto, um risco direto para a população brasileira”.

INTEGRAÇÃO NA CIDADE E NO CAMPO

Áreas verdes protegidas constituem um seguro para a produção agrícola

pois preservam polinizadores, recursos hídricos e são abrigo para inimigos naturais de pragas e doenças de plantas e animais. Nas cidades garantem controle de poluição, preservam encostas, evitando deslizamentos, e impedem a formação de ilhas de calor, entre outros. Bustamante, que é membro titular da Academia Brasileira de Ciências, enfatiza que “o setor produtivo é dependente de mão de obra e a saúde ambiental tem uma relação direta com a saúde humana, pois reduz o absenteísmo provocado por enfermidades associadas à qualidade do ar e da água”, disse.

A proteção de recursos hídricos em área urbana, com margens vegetadas e preservação de remanescentes de

PARECEM IGUAIS, MAS SÃO DIFERENTES

Reserva legal (RL): em área rural; pode ser explorada com o manejo sustentável, desde que assegure o uso econômico sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxilie a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promova a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa. O percentual a ser preservado varia conforme a localização do imóvel rural: 80% em área de floresta; 35% em áreas de Cerrado; e 20% nas demais regiões.

Área de preservação permanente (APP): em área rural ou urbana; coberta ou não por vegetação nativa, com função de preservar a paisagem, os recursos hídricos, os solos, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitando o fluxo gênico de fauna e flora. Não pode ser explorada economicamente e a supressão de vegetação só pode ocorrer sob autorização do poder público local, quando for de utilidade pública, de interesse social e de baixo impacto.

vegetação, é recente. Os primeiros esforços de preservação ambiental das cidades se deu no início do século XX, visando controle de doenças. Marcela Cury Petenusci, arquiteta e urbanista, explica que área de preservação permanente (APP) em área urbana tem pouco valor agregado: “em cidades de porte médio ou grande, que atraem pessoas procurando emprego, as APPs são ocupadas porque são menos valorizadas. Tem-se um problema duplo: a população migrante ocupa uma área frágil e tem dificuldade de acesso à moradia de qualidade”. Coautora do livro *Seis passos para a cidade humana*, organizado no Instituto Paulista de Cidades Criativas e Identidades Culturais (IPCCIC), Petenusci considera que a discussão de políticas ambientais não pode estar dissociada da discussão de políticas econômicas e sociais: “não dá para pensar em planejamento urbano sem pensar em programas que permitam que a população tenha acesso à qualidade de vida”. Segundo ela, é fundamental que se pense a cidade como um sistema, “considerando de forma associada e agregada valores ambientais, sociais, econômicos, territoriais e culturais, para que se possa mudar o desenho de cidades”, coloca Petenusci.

No Brasil, várias cidades respeitam o ambiente em algumas áreas, geralmente no centro ou próximas a este. Um exemplo é Curitiba, no

Paraná, cujo plano diretor, de 1972, tornou-se uma referência em urbanismo ao criar corredores verdes e sistemas de parques protegendo as margens dos principais cursos d’água. Mas em muitas cidades, no centro existem áreas verdes e parques e na periferia ocorre uma ocupação irregular. Petenusci cita como exemplo Ribeirão Preto, no interior de São Paulo, que no final do século XX passou a ser considerada a “Califórnia brasileira” e tornou-se destino de uma importante onda migratória: “muitas áreas verdes da periferia foram ocupadas por favelas”. Para ela, existem muitos planos e políticas nos quais constam propostas ambientais, “mas a consolidação de ações exige monitoramento, acompanhamento e fiscalização, que estão vinculados à gestão muito mais do que ao planejamento”.

José Felipe Ribeiro, biólogo e pesquisador da Embrapa Cerrados, coloca que existem inúmeras pesquisas em agropecuária que apontam que a diversificação de culturas e de atividades, a recuperação e manejo de pastagens, restauração da vegetação em reserva legal (RL) e APP e sistemas de integração (lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta e lavoura-pecuária-floresta) geram renda para o produtor rural e trazem menor risco à produção agrícola.

Áreas protegidas exercem um papel fundamental de conectividade, tanto nas cidades quanto em áreas rurais.

Professora do Centro Moura Lacerda e da Universidade de Ribeirão Preto, Petenusci considera que as áreas protegidas nas cidades devem ser vistas como espaço da comunidade, corredores verdes para fauna, para pedestres e para ciclistas. Nas áreas rurais, Ribeiro aponta que é essencial o comprometimento da sociedade e do agricultor no processo de manutenção e recuperação dos ambientes naturais. E acrescenta: “o sucesso de estratégias de recuperação e de preservação depende de um diagnóstico das propriedades e da percepção dos proprietários que a qualidade e o rendimento na produção agrícola dependem da APP e da RL”.

ENCARANDO A REALIDADE Vivemos em um mundo altamente conectado em que os mercados consumidores estão atentos não somente à qualidade dos produtos que consomem, mas também à qualidade dos processos produtivos. “A ciência do sistema terrestre tem demonstrado os potenciais impactos de conversão de larga escala de ecossistemas nativos para o funcionamento biogeoquímico da Terra e para a conservação da biodiversidade”, destaca Bustamante, que em 2018 recebeu a Comenda da Ordem Nacional do Mérito Científico. “O Brasil assinou acordos internacionais nos quais assumiu compromissos de conservação. Precisamos avaliar o risco de perda de credibilidade internacional



frente a benefícios de curto-prazo e para somente alguns setores da sociedade brasileira”, disse.

Rico em recursos naturais, o Brasil possui uma das mais elevadas biodiversidades do mundo. Mas “agimos como se isso fosse uma maldição, algo que temos que superar, ultrapassar, destruir para atingir uma espécie de paraíso do desenvolvimento”, avalia Nurit Bensusam, bióloga e autora do blog *Planeta bárbaro* e colaboradora do Instituto Socio-Ambiental (ISA). “No Brasil muitos se recusam a imaginar que é possível outra forma de avanço, respeitando o ambiente e transformando seus recursos em novas oportunidades de desenvolvimento, de modo criativo e inclusivo. Ignoramos, quase de propósito, as ligações entre a integridade ambiental e a disponibilidade e qualidade da água, a fertilidade dos solos, o controle de pragas e doenças, entre muitos outros serviços ambientais prestados pela natureza”, afirma. Para ela, “com a crise climática batendo às nossas portas, não será possível mais fingir não ver essas relações e escapar impunemente. Não se trata sequer de garantir a sobrevivência das futuras gerações, se trata de assegurar a possibilidade de viver, aqui, num mundo pior – mais quente, com mais eventos extremos, com menos água – mas ainda assim poder viver”.

Leonor Assad

Foto: Divulgação



A ciência em um jardim urbano

RESENHA

A indelével beleza do jardim tropical

Marcos Rodrigues, estudioso de aves da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), em seu livro *O equinócio dos sabiás: aventura científica no seu jardim tropical* (Editora UFPR, 2018), abre as portas do seu jardim de 1.500 m², situado na cidade de Lagoa Santa, na região metropolitana de Belo Horizonte. Nesse cenário, ponto de encontro entre dois importantes biomas brasileiros, a Mata Atlântica e o Cerrado, Rodrigues encontra a fonte de inspiração

para retratar de forma leve temas caros à disciplina de ecologia. Ao longo do ano, a passagem gradual e silenciosa das quatro estações marca as 41 crônicas do livro, ora em forma de diário, ora de manual de “observação, contemplação e iluminação (no sentido de gerar ideias)”. O autor nos convida a uma jornada de exploração dos nossos quatro sentidos – visão, olfato, paladar e tato – pela exuberante natureza ao nosso redor. Mesmo nos centros urbanos é possível admirar a floração intensa de ipês e flamboyants; escutar o canto de pássaros, a revoada de maritacas ou a algazarra de cigarras no entardecer; saborear frutas colhidas diretamente de uma mangueira ou jabuticabeira; e sentir na pele os raios de sol delicados do outono ou a secura do inverno. No amplo quintal do autor, a vegetação de espécies nativas e exóticas abriga uma enorme diversidade de fauna, desde os temidos insetos (como cupins e lagartas) até as mais belas aves, como tucanos, beija-flores e os sabiás, pássaros dispersores de sementes em áreas degradadas e urbanas. No final das contas é o canto dos sabiás que nos chama a observar os movimentos e a dinâmica da natureza. Com eles podemos aprender a preservar a nossa biodiversidade.

Camila P. Cunha

MUN

ENTREVISTA: PAUL HENRY

Contra a evidência das oposições

Em tempos de crise, a utilidade do conhecimento em geral é posta em questão. Assim, a relação entre a filosofia e a ciência torna-se uma discussão necessária. Para falar sobre o tema, a revista *Ciência&Cultura* traz uma entrevista com Paul Henry, 81, pesquisador do Centre National de La Recherche Scientifique (CNRS) e ex-presidente do Colégio Internacional de Filosofia. Bastante conhecido no campo de estudos de linguagem, Henry é um dos fundadores da análise do discurso francesa – juntamente com Michel Pêcheux e Michel Plon – trazida pela linguista Eni Orlandi às universidades brasileiras nos anos 1980. Licenciado em ciências da matemática em Paris, com certificado de estudos superiores em linguística geral, etnologia e história das religiões, Paul Henry encarna a modernidade caracterizada, por ele, pelo questionamento das oposições, inclusive à suposta entre ciências “duras” e “moles”. Ao transitar, de modo rigoroso, entre áreas diversas do conhecimento, com o livro *A ferramenta imperfeita*, de 1977, traduzido pela Editora da Unicamp, o autor parte de uma indagação da lógica e chega a uma



Foto: Antonio Scarpinetti/SEC/Unicamp

Para Henry é fundamental questionar a oposição entre ciência e filosofia

configuração da linguagem ordinária como sendo o impossível que lhe escapa. Sobre ele e essa obra, o psicanalista Jacques Lacan chegou a afirmar, em janeiro de 1978, que não podia dizer melhor o que Paul Henry dissera sobre a linguagem: “un mauvais outil” (ou seja, uma ferramenta imperfeita, remetendo ao título da obra). Em passagem mais recente pelo Brasil, em 2017, deu palestras em diversas cidades e ministrou seminários no curso de Mestrado em Divulgação Científica e Cultural, no Laboratório de Estudos Avançados em Jornalismo, Labjor/Unicamp (com financiamento da Fapesp).

Ciência&Cultura: *Em um mundo em crise orçamentária, a redução de recursos para as ciências humanas, as primeiras a serem alvo de cortes, inclusive no Japão, supõe a existência da separação entre a filosofia, as ciências sociais e as ciências “duras”, como a matemática, física, engenharia. Para o senhor, existe separação entre ciência e filosofia?*

P. Henry: É necessário questionar a distinção entre ciência e filosofia. Não é óbvio. É só pensar em Descartes, Leibniz ou Pascal, entre outros, para lembrar que essa distinção nem sempre foi feita, que ela tem uma história. Essa distinção foi es-

D



Notícias do Mundo

tabelecida durante o século XIX no âmbito da instituição universitária como era então estruturada. Essa separação tem um caráter fundamentalmente acadêmico. Todos os grandes avanços científicos se deram junto com as reconfigurações do lado da filosofia. Mas não podemos apenas dizer que esses grandes avanços científicos forçaram retrabalhos na filosofia ou, inversamente, que esta última, por meio de sua transformação, preparou o caminho para as transformações da ciência.

C&C: Por quê?

P. Henry: Porque a segmentação acadêmica não poderia deixar de ser posta em questão. Essa evolução se fez dentro do contexto de um questionamento geral das grandes oposições metafísicas que estruturam tanto a metafísica envolvida no trabalho científico quanto o discurso filosófico em si. A consequência foi que começamos a falar de interdisciplinaridade, de multidisciplinaridade, mas essa era apenas uma maneira superficial de designar as transformações fundamentais do campo do conhecimento que estavam em andamento.

C&C: Quais transformações?

P. Henry: As oposições como natureza e cultura, consciente e inconsciente, masculino e feminino etc., passam a ser questionadas. Essas

oposições não foram pura e simplesmente abandonadas, mas deixaram de parecer óbvias. Isso, para mim, é a característica do que nós podemos chamar de modernidade. Devemos a Jacques Derrida por ter formulado da maneira mais acabada essa transformação.

C&C: Quais são as consequências do questionamento dessas oposições?

P. Henry: A dimensão ética e política dessa mutação põe em embaraço os dogmatismos e os fanatismos sob todas as suas formas. E, claro, provocou a reação de todos os reacionários dos diversos conservadorismos e fanatismos. Essas reações atualmente assumem formas extremas em todos os lugares. Entre muitas outras coisas, as manifestações contrárias massivas suscitadas pelo estabelecimento do casamento para todos na França é o resultado de tal movimento, ao apresentar uma oposição intangível, de essência, do masculino e do feminino.

C&C: E a filosofia questiona a essência...

P. Henry: A oposição caracteriza a maioria dos fanatismos e conservadorismos presentes, tanto do Daech [Estado Islâmico] quanto do movimento contra o aborto, especialmente nos Estados Unidos. Portanto, não é surpreendente que, nessas condições, estamos atacando

as ciências humanas e sociais que foram formadas no escopo da modernidade e que lhe são solidárias. Tomemos o caso da física cósmica com este universo que ela nos diz estar infinitamente em expansão sem ter nenhum exterior. Isso não supõe que estamos questionando uma oposição tão fundamental quanto a do interior e do exterior, a do dentro e do fora? O que poderia estar dentro que não estaria do lado de fora? O que torna possível conceber isso, de pensá-lo?

C&C: Sua formação primeira é em matemática, mas o senhor foi levado

Foto: Divulgação



O autor francês é um dos fundadores da análise do discurso



a outros campos como a linguística e a filosofia. Nos anos 1960, enquanto Althusser propunha que todos fossem filósofos e depois entrassem em áreas específicas, Desanti, por outro lado, propunha ir direto para as ciências positivas. Como se deu esse trânsito no seu caso?

P. Henry: Eu fui formado nesse contexto que acabei de mencionar. Eu achei natural, para não dizer necessário, depois de ter recebido uma formação em matemática (que incluía uma parte importante da física) complementar esses estudos com linguística, etnologia, história das religiões, história e filosofia das ciências, psicologia.... Conheci os modelos formais das estruturas elementares do parentesco, bem como o status igualmente formal das gramáticas gerativas. Tive a sorte de poder estar com os dois pés neste campo do saber da modernidade. Sobre a diferença entre Althusser e Desanti, acho que deve ser levado em conta que Desanti estava interessado em matemática inclusive a partir de um ponto de vista filosófico (ele é o autor de um trabalho fundamental sobre “As idealidades matemáticas duras”). Althusser não teve, parece-me, qualquer prática em matemática. Tudo o que posso dizer hoje é que a relação entre matemática e filosofia parece-me bastante singular.

C&C: *Como a matemática se reflete no seu trabalho hoje? Se não há*

Foto: Antonio Scarpinetti/SEC/Uncamp



A filosofia útil para a ciência é aquela que questiona oposições fundamentais

descontinuidade entre filosofia e ciência, como se dá a relação entre disciplinas?

P. Henry: Mais recentemente, tenho estado particularmente interessado na distinção entre sentido e significação. Essa distinção interessa notadamente à filosofia, à linguística e mais amplamente às ciências da linguagem ou à psicanálise. O que eu quero dizer a você hoje é que, de repente, tive a intuição de que, apelando para o conceito matemático da sequência numérica, eu poderia iluminar essa distinção que se mostrou promissora e convincente para aqueles aos quais pude apresentar meu trabalho. Não vejo qualquer descontinuidade entre as ciências chamadas “duras”, repre-

sentadas neste caso pela matemática e pela filosofia ou ciências humanas. Isso não significa que não haja diferenças. Eu não “apliquei” o conceito de sequência numérica ao problema da distinção entre sentido e significação. O que falta reconhecer, segundo penso, é que não se pode sair de uma disciplina, qualquer que seja ela, para ser capaz de conceber uma série de questões que nela se enquadram.

C&C: *É lícito pedir utilidade “científica” para a filosofia?*

P. Henry: Não penso que tudo o que se chama filosofia tenha alguma utilidade para as ciências, embora eu não goste de falar em termos de utilidade. Não é um argumento de utilidade que hoje é apresentado para questionar o interesse das ciências humanas e da filosofia? Do meu ponto de vista, as ciências, quaisquer sejam elas, implicam a filosofia particularmente em suas dimensões teóricas. Mas há filosofia e filosofia. Lembremo-nos de que a ciência se tornou moderna essencialmente só com Galileu, ao se apoiar sobre as matemáticas. Mas isso supunha que fôssemos, ao menos em parte, libertos da filosofia e da metafísica escolástica inspirada em Aristóteles. A filosofia que pode ser «útil» para a ciência hoje é aquela que vem da modernidade, uma filosofia que questiona as oposições fundamentais.

Mariana Garcia de Castro Alves



100 anos do
ECLIPSE DE
SOBRAL

Coordenadores:

Alfredo Tolmasquim e Ildeu de Castro Moreira

Jorge Castiñeiras

Luís Carlos Bassalo Crispino

Antonio Augusto Passos Videira

Joyce Mota Rodrigues

Ildeu de Castro Moreira

Ana Simões

Alfredo Tolmasquim

Roberto Vergara Caffarelli

APRESENTAÇÃO

Alfredo Tolmasquim e Ildeu de Castro Moreira

O eclipse total do Sol tem encantado e amedrontado os seres humanos desde os tempos mais remotos. Caracterizado pela passagem da Lua na frente do disco solar, as pessoas eram surpreendidas pelo encobrimento do Sol e o repentino escurecimento do dia. Praticamente todas as sociedades antigas criaram seus mitos e explicações sobre o eclipse do Sol. Para os chineses, dragões e cães gigantes devoravam o astro, para os vikings eram grandes lobos, já para os tupis-guaranis era a onça que devorava os irmãos Sol e Lua. Para muitas dessas comunidades, era preciso fazer muito barulho para espantar o monstro que engolia o Sol. Para algumas tribos africanas, era um sinal de que os deuses estavam bravos, e era preciso que os vizinhos fizessem as pazes para que a luz retornasse. Enquanto para muitos povos o eclipse do Sol era visto como um anúncio do fim do mundo, para outros era um sinal de fertilidade, quando o masculino (Sol) e o feminino (Lua) se encontravam, e indicava tempos de fartura.

Também para astrônomos e cientistas de diversas áreas, os eclipses totais do Sol têm um significado muito importante, embora por outros motivos. Eles aprenderam, ao longo dos séculos, a calcular as órbitas e os movimentos dos corpos celestes e a prever quando e de onde seria possível observar o fenômeno astronômico. A partir dessa capacidade de previsão, era possível se preparar para observar o eclipse, fazer medidas e aproveitar a ocasião em que o Sol é encoberto pela Lua para tentar responder a novas questões, em particular sobre a estrutura do astro e sobre o comportamento da luz. Em 1912, em Cristina (MG), houve uma tentativa frustrada de uma comissão astronômica argentina, chefiada por Charles Dillon Perrine, de se medir a deflexão da luz durante um eclipse solar.

A tentativa bem sucedida veio a ocorrer no eclipse solar de 29 de maio de 1919, que foi observável em uma faixa que ia do Nordeste/Norte brasileiro à costa oeste da África. Uma comissão brasileira do Observatório Nacional aproveitou a ocasião para estudar os fenômenos que ocorriam na parte mais externa do Sol — a coroa solar —, possível de ser observada quando o restante do disco solar está ocultado. Uma comissão americana, por sua vez, estava interessada em estudar a influência do Sol sobre o magnetismo terrestre e sobre as propriedades eletrostáticas do ar, comparando o momento em que a Lua se interpõe entre o Sol e a Terra com as demais ocasiões, quando a Terra é atingida diretamente pelos raios solares.

Provavelmente, esse eclipse seria apenas mais um entre tantos outros que ocorrem de tempos em tempos se não fosse o objetivo de duas comissões astronômicas britânicas de comprovar um dos fenômenos previstos na teoria da relatividade geral: a deflexão da luz proveniente das estrelas quando passasse próxima ao Sol. Essa teoria, que Albert Einstein havia elaborado quatro anos antes, propunha uma nova explicação para o movimento dos corpos no espaço, contrapondo-se à teoria gravitacional de Isaac Newton formulada dois séculos antes e que era amplamente aceita.

Uma dessas expedições, composta pelos astrônomos Arthur Eddington e Edwin Cottingham, observou o eclipse na Ilha do Príncipe, na costa oeste da África, na época pertencente à Portugal, e a outra, formada por Andrew Crommelin e Charles Davidson, observou o fenômeno da cidade de Sobral, no Ceará. As sete excelentes chapas fotográficas tiradas em Sobral apresentaram resultados bem mais precisos do que as duas da Ilha do Príncipe. O Brasil se tornou, assim, o local onde foi realizada a principal observação astronômica que proporcionou uma evidência muito forte para a confirmação e a aceitação da teoria da relatividade geral de Einstein, que alteraria profundamente a nossa visão sobre o universo. Quando Einstein esteve no Brasil em 1925, seis anos após o eclipse, ele escreveu uma dedicatória aos brasileiros: “A teoria que minha mente formulou foi respondida pelo ensolarado céu do Brasil”.

Em maio de 2019 foram comemorados em vários locais do Brasil e do mundo, e especialmente em Sobral, os 100 anos da observação do eclipse total do Sol que mudou a história da ciência. Neste Núcleo Temático apresentamos textos de pesquisadores brasileiros e portugueses que nos ajudam a compreender o contexto, o significado e os resultados obtidos durante o eclipse de 1919.

O primeiro deles, escrito por Jorge Castiñeiras e Luís Carlos Bassalo Crispino, e intitulado **Relatividade geral: fundamentos e primeira comprovação experimental**, explica no que consiste a teoria da relatividade geral e porque a observação da deflexão da luz medida durante o eclipse foi decisiva para a sua comprovação. Para tal, eles partem de Galileu Galilei para explicar três princípios básicos da física: *o princípio da relatividade*, que estabelece que o movimento é relativo ao seu observador; *o princípio da invariância da velocidade da luz*; e *o princípio da equivalência*, que estabelece a equivalência entre a massa gravitacional e massa inercial de um corpo.

Esses conceitos foram tomados por Einstein como ponto de partida para a construção de sua teoria da relatividade geral e conduziram à superação das leis do movimento e da gravitação universal enunciadas por Isaac Newton em 1686. O texto apresenta ainda os diversos instrumentos utilizados, tanto em Príncipe como em Sobral, e os resultados obtidos, que levaram à verificação do desvio e à medida do ângulo de deflexão da luz.

No texto seguinte, **A participação brasileira no eclipse solar total de maio de 1919: observando a coroa solar para melhor defender a ciência**, Antonio Augusto Passos Videira nos remete à realidade brasileira da época. Podemos acompanhar o envolvimento dos astrônomos do Observatório Nacional na observação do eclipse, com as observações sobre a coroa solar, bem como dando suporte à comissão britânica. A partir principalmente dos relatos de Henrique Morize, diretor do Observatório Nacional e presidente da comissão brasileira, além de presidente da Sociedade Brasileira de Ciências, precursora da atual Academia Brasileira de Ciências, é possível perceber as dificuldades de se fazer ciência no Brasil naquela época (muitas delas persistem até hoje). O eclipse de 1919 acontecia em um momento em que os cientistas brasileiros tentavam mostrar aos governantes a importância de se fazer ciência, mesmo que sem uma utilidade pré-definida, o que era chamado na época de “ciência pura”.

Em seguida, Joyce Mota Rodrigues, por meio do artigo **Observar é preciso: a cidade e os “illustres hóspedes”**, retrata a movimentação em Sobral para a observação do eclipse e o cotidiano das expedições britânica, americana e brasileira. Pela análise de artigos e anotações dos cientistas, a autora mostra a visão dos astrônomos sobre os habitantes da cidade, enquanto que, por meio dos jornais locais, registra a forma como a população de Sobral compreendia o eclipse e como via aquele grupo de cientistas brasileiros e estrangeiros. O artigo ilustra também as relações travadas entre os cientistas, as autoridades e a imprensa local, contrastando suas diferentes visões de mundo.

Ildeu de Castro Moreira, no artigo **O eclipse solar de 1919, Einstein e a mídia brasileira**, faz um mergulho nas notícias publicadas nas revistas e jornais brasileiros sobre o eclipse de 1919. Ele analisou, de início, o interesse e o tipo de cobertura da mídia sobre o eclipse solar observado em 1912 no sul de Minas Gerais e em São Paulo. No caso do eclipse de 1919, foi investigada a cobertura dos periódicos brasileiros sobre o fenômeno, o dia a dia dos astrônomos e os textos explicativos dos cientistas. Curiosamente, ao contrário do que ocorreu com as mídias britânica e norte-americana, os resultados do eclipse de Sobral, que confirmaram a previsão de Einstein, tiveram pouco espaço na mídia brasileira, com exceção de textos curtos escritos por Manoel Amoroso Costa e por Morize.

Em seguida, Ana Simões nos conduz para a Ilha do Príncipe. Amparada principalmente nas cartas trocadas por Arthur Eddington com a mãe Sarah Ann e com a irmã Winnifred, o artigo **O eclipse de 1919 e a teoria da relatividade: rumo à Ilha do Príncipe** apresenta o dia a dia e as dificuldades enfrentadas pelos astrônomos ingleses que se dirigiram àquela região. Por meio de seu relato, é possível perceber

a organização e a infraestrutura necessárias para um projeto de tal envergadura: escolher o melhor local para a observação, transportar duas toneladas de equipamentos por longas distâncias (7.200 km no caso de Sobral e 5.800 km para Príncipe), montar uma infraestrutura no local para receber os instrumentos, entre outras exigências. O roteiro de Eddington e Cottingham começou com a viagem de trem de Greenwich para Liverpool, depois de navio para Lisboa e, em seguida, para Funchal, na costa da Ilha da Madeira. Por fim, a comissão se dirigiu à vila de Santo Antonio na Ilha do Príncipe e, de lá, alguns quilômetros em lombo de burro até a fazenda Sundy. Uma longa e difícil jornada transportando sensíveis equipamentos.

Alfredo Tolmasquim apresenta a trajetória de Einstein e como o anúncio do resultado da observação do eclipse de 1919 impactou sua vida. O texto **O impacto do eclipse de 1919 na vida e trajetória de Albert Einstein** possibilita que o leitor acompanhe o processo que o levou a Berlin poucos meses antes do início da Primeira Guerra Mundial e as dificuldades de comunicação entre os cientistas durante aquele conturbado período. É possível também acompanhar a movimentação que envolveu o anúncio da comprovação da deflexão da luz na sessão conjunta da Royal Society e da Royal Astronomical Society e sua repercussão em diversos países, inclusive o Brasil. A fama adquirida a partir do anúncio do resultado do eclipse influenciaria sua vida e moldaria sua trajetória futura.

Por fim, temos o artigo de Roberto Vergara Caffarelli, **Einstein e o Brasil**, publicado originalmente na *Ciência & Cultura* de dezembro de 1979, quase 40 anos atrás. O autor aborda a viagem que Einstein fez ao Brasil em 1925, quando passou uma semana no Rio de Janeiro, então capital do país. Através das notícias publicadas nos jornais da época é possível conhecer o dia a dia de Einstein, como foram suas palestras e a impressão que ele deixava tanto nos jornalistas como em seus cicerones. Como nos demais países, sua visita foi um grande evento, com direito a encontro com o presidente Arthur Bernardes, ministros e prefeito. Ele deu palestras no Clube de Engenharia, na Escola Politécnica do Rio de Janeiro e na Academia Brasileira de Ciências. E, como não podia deixar de ser, foi levado aos principais pontos turísticos da cidade.

As observações do eclipse de 1919 são importantes para compreendermos a história da ciência em geral, e do Brasil, em particular. A comprovação da teoria da relatividade geral e a fama de Einstein, são, contudo, exceções em relação ao que ocorre na atividade científica. Com seu cotidiano longe das manchetes de jornais e de grandes anúncios públicos, a ciência acontece no dia a dia dos laboratórios, das universidades e das bibliotecas e nas interações de milhões de cientistas espalhados pelo mundo. É resultado de um esforço coletivo e, na maioria dos casos, anônimo, no qual se forja e se constrói a compreensão da humanidade sobre a natureza, a vida e a sociedade. Boa leitura!

Alfredo Tolmasquim é diretor de desenvolvimento científico do Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro.

Ildeu de Castro Moreira é docente no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

RELATIVIDADE GERAL: FUNDAMENTOS E PRIMEIRA COMPROVAÇÃO EXPERIMENTAL

Jorge Castiñeiras e Luís Carlos Bassalo Crispino

Neste ano de 2019 comemora-se o primeiro centenário de um dos eventos mais importantes da história da ciência. Em 29 de maio de 1919, em terras brasileiras, uma equipe britânica de cientistas realizou medições astronômicas, que só poderiam ser feitas durante um eclipse total do Sol, testando experimentalmente, com sucesso, pela primeira vez, as previsões de uma das teorias científicas mais audaciosas já imaginada, a teoria da relatividade geral (TRG) [1]. A TRG havia sido publicada quase quatro anos antes pelo físico Albert Einstein, nascido na Alemanha, e — juntamente com a relatividade especial, publicada em 1905 [2] — revolucionou profundamente o entendimento sobre conceitos fundamentais da física como tempo, espaço, massa, energia, gravidade e luz. A concordância entre as previsões da TRG e as medições astronômicas de 1919 promoveu o seu criador a celebridade mundial.

FUNDAMENTOS DA TRG Por mais fantásticas que possam parecer as implicações da TRG, elas podem ser compreendidas, em grande parte, como consequência de três princípios físicos: o **princípio da relatividade**, o **princípio da invariância da velocidade da luz** e o **princípio da equivalência**. As origens de dois destes princípios (o da relatividade e o da equivalência) se entrelaçam historicamente com as próprias origens do conhecimento científico, que hoje chamamos simplesmente de ciência.

Galileu Galilei, um dos pais da ciência moderna, publicou em 1623 *O ensaiador (Il saggiaiore, em italiano)* [3]. Neste livro, em particular, e nos livros seguintes de Galilei, é possível identificar a defesa de alguns dos princípios fundamentais do método científico. Para ele, o conhecimento resulta da experimentação e da observação detalhada — não só qualitativa, mas também quantitativa — dos fenômenos naturais. Galilei ressalta a necessidade de se estabelecerem padrões rígidos para as medições feitas nesse processo, de modo que os resultados, uma vez divulgados amplamente, possam ser comparados com aqueles obtidos de forma independente por outros cientistas. De acordo com ele, esse conhecimento deve ser organizado e condensado em leis e teorias, usando, para esse fim, a linguagem da lógica e da matemática, evitando ao máximo a influência de quaisquer preconceitos religiosos ou filosóficos. Ainda segundo Galilei, essas leis e teorias não são dogmas, nem verdades absolutas e devem ser corrigidas ou descartadas quando entrarem em contradição com novas observações e experimentos. É essa construção coletiva, rigorosa, objetiva, transparente e falseável, em estado permanente de

revisão e autocorreção, que sustenta, ainda hoje em dia, o grande prestígio da ciência.

Cerca de dez anos depois, em 1632, em seu livro *Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo (Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, em italiano)* [4], o próprio Galilei introduziu o **princípio da relatividade**, fazendo notar que nenhum experimento realizado no porão (sem janelas) de um navio nos permite distinguir se o navio está parado no cais ou se está se movendo com velocidade constante (sem balançar, nas águas tranquilas de uma baía). Ou seja, as regras que governam o movimento dos corpos dentro do porão do navio são as mesmas em ambas as situações, tornando impossível, por esta via, definir o estado de movimento do navio de maneira absoluta. Assim, se o navio está em uma das duas situações descritas acima (parado ou se movendo em velocidade constante), a única forma de determinar completamente seu estado de movimento é medindo a variação (por unidade de tempo) da posição do navio em relação ao cais, ou seja, determinando a sua velocidade relativa ao cais.

O **princípio da equivalência** tem a sua origem na lei da queda livre dos corpos, publicada por Galilei na sua obra *Dois novas ciências (Discorsi e dimostrazioni matematiche, intorno a due nuove scienze, em italiano)*, datada de 1638 [5]. Reza a lenda que Galileu teria soltado, simultaneamente, duas balas de canhão de massas muito diferentes do alto da torre de Pisa e as duas teriam batido no chão ao mesmo tempo, jogando por terra, assim, a teoria aristotélica vigente havia mais de mil anos. Independentemente de ele ter ou não, de fato, realizado esse suposto experimento da torre de Pisa, Galilei se convence daquela que ficou conhecida como **lei da queda livre dos corpos**, fazendo medições muito precisas do movimento de diferentes corpos ao longo de planos inclinados, com diferentes graus de inclinação. De acordo com essa lei, em condições ideais (quando a resistência do ar e o atrito forem irrelevantes), em um mesmo ponto na vizinhança da Terra, todos os corpos caem livremente com a mesma aceleração, independentemente das suas massas.

No contexto da mecânica de Isaac Newton, essa lei representa a equivalência entre a massa gravitacional e a massa inercial de cada corpo. Ou seja, se um corpo tem uma capacidade de interagir gravitacionalmente duas vezes maior do que a de outro, então, para ser acelerado, ele também oferece uma dificuldade duas vezes maior — de modo que a aceleração de ambos os corpos durante a queda livre é a mesma. Esses conceitos fazem parte das leis do movimento e da lei da gravitação universal, todas elas enunciadas por Newton e publicadas nos *Princípios matemáticos da filosofia natural (Philosophiæ naturalis principia mathematica, em latim)*, em 1687 [6, 7]. A publicação desta obra, mostrando a visão de Newton, sustentada sobre ombros de gigantes como Nicolau Copérnico, Tycho Brahe, Johannes Kepler e Galilei, é considerada o ápice da revolução científica que marcou o começo da ciência moderna.

Foi precisamente esse princípio da equivalência que guiou Einstein na realização de uma proeza incomum na física teórica: o desenvolvimento de uma teoria que descreve corretamente uma interação

(gravitacional, nesse caso) em um novo regime (campos intensos) sem a contrapartida de muitos resultados experimentais e/ou observacionais. Einstein, mediante o famoso experimento mental, hoje conhecido como “elevador de Einstein”, ilustrou como esse princípio pode tornar localmente indistinguíveis a inércia e a gravitação. Ou seja, se o seu laboratório (sem janelas) for suficientemente pequeno e leve e os experimentos realizados nele forem suficientemente breves, nenhum resultado de tais experiências permite distinguir se esse laboratório está uniformemente acelerado (numa espaçonave com seu motor-foguete ligado, por exemplo) longe de qualquer astro (na ausência de gravidade) ou se está apoiado na superfície de um planeta sob os efeitos do campo gravitacional do mesmo. Einstein ressaltou também que, se esse laboratório está em queda livre no campo gravitacional de um planeta, tudo o que estiver dentro dele estará caindo do mesmo modo, tornando o resultado de qualquer experimento idêntico ao obtido quando o laboratório está se movendo livremente (na espaçonave com o motor-foguete desligado, por exemplo) longe de qualquer astro.

Assim, para saber o que deve prever uma teoria para a gravidade do planeta em cada situação, bastaria saber o que acontece dentro desse laboratório, longe de qualquer astro (na ausência de gravidade), em cada caso correspondente. Não por acaso, ninguém sabia melhor do que Einstein o que acontece na ausência de gravidade, pois a teoria necessária, nesse caso, tinha sido publicada por ele mesmo em 1905, a teoria da relatividade especial (TRE) [2].

FUNDAMENTOS DA TRE A TRE, ou, mais especificamente, a mecânica relativística, nos permite determinar o movimento dos corpos em cada situação, a partir do conhecimento das interações a que estão submetidos. A discrepância entre as previsões da mecânica relativística e as da mecânica newtoniana são imperceptíveis a baixas velocidades e se tornam cada vez maiores na medida em que as velocidades se aproximam da velocidade da luz.

A TRE foi construída sobre dois princípios. Primeiro, sobre o **princípio da relatividade generalizado**, para incluir também os fenômenos eletromagnéticos (ou seja, no exemplo de Galilei, não só os experimentos envolvendo corpos em movimento, mas também os experimentos envolvendo campos eletromagnéticos são incapazes de determinar se o navio está parado ou em movimento com velocidade constante em relação ao cais). Segundo, sobre o **princípio da invariância da velocidade da luz**, que afirma que a magnitude da velocidade da luz no vácuo é a mesma para todos os observadores inerciais, independentemente da velocidade da fonte de luz em relação ao observador. Na construção da TRE, Einstein assumiu que as equações de Maxwell (que governam o comportamento dos campos elétricos e magnéticos e que implicam na existência de ondas eletromagnéticas, como a luz, com velocidade $c=3,00 \times 10^8$ m/s — trezentos milhões de metros por segundo — no vácuo) são as equações corretas em cada sistema de referência inercial.

A partir dessas hipóteses é possível explicar os experimentos de Albert Abraham Michelson e Edward Williams Morley, as medições

das mudanças cíclicas das aberrações estelares, assim como os experimentos de Armand Hippolyte Louis Fizeau — que constituíam um conjunto de experiências e observações que se tornavam contraditórias entre si à luz da hipótese do éter luminífero (meio elástico no qual se propagariam as ondas eletromagnéticas), forçando assim o abandono dessa ideia [8].

Para conciliar o caráter relativo do movimento com a invariância da velocidade da luz, Einstein teve que abrir mão da concepção newtoniana do espaço e do tempo como entidades absolutas, universais, imutáveis e independentes entre si. Na TRE, dois eventos simultâneos para um observador não são simultâneos para outro observador que se move em relação ao primeiro; e a distância entre esses dois eventos é diferente para cada um. Apenas uma combinação específica da distância e do intervalo de tempo entre cada par de eventos (chamada de **intervalo espaço-temporal**) ganha caráter absoluto e universal.

Para identificar cada evento são necessários quatro números: um especificando quando o evento aconteceu e três especificando onde. O intervalo espaço-temporal entre pares de eventos pode ser imaginado como uma generalização espaço-temporal (quadridimensional) do quadrado da distância (métrica) euclidiana entre pares de pontos do nosso espaço tridimensional, definindo assim a geometria do continuum espaço-tempo, quadridimensional, formado pelos eventos. Por exemplo, o intervalo espaço-temporal nos permite determinar a geodésica entre cada par de eventos, ou seja, a curva (no continuum espaço-tempo, quadridimensional) entre cada par de eventos ao longo da qual o valor absoluto do intervalo espaço-temporal é mínimo. Outra informação importante contida no intervalo espaço-temporal é a chamada estrutura causal do espaço-tempo. Se tomarmos um evento na história de uma partícula, o sinal do intervalo espaço-temporal entre este evento e cada um dos outros nos permite determinar quais eventos poderiam, de alguma forma, fazer parte da trajetória espaço-temporal (ou linha de mundo) da partícula e quais não poderiam, de forma alguma.

Se privilegiamos a dimensão de comprimento na definição do intervalo espaço-temporal, ou seja, se representamos cada distância em metros e cada intervalo de tempo pelo número de metros que a luz percorre no vácuo naquele intervalo de tempo, então cada metro ao longo da trajetória (linha de mundo) de uma partícula massiva no espaço-tempo (determinado mediante o uso dos intervalos espaço-temporais) representa um metro-luz de tempo próprio da partícula (tempo marcado por um relógio que acompanha a partícula). (O metro-luz pode ser entendido como a unidade de tempo que corresponde ao tempo que a luz leva para percorrer um metro, no vácuo.) Assim, dividindo o número de metros que a partícula se “desloca” no espaço-tempo (ao longo da sua linha de mundo em “direção” ao seu futuro) pelo correspondente intervalo de tempo próprio, verificamos que a magnitude do quadrivetor velocidade da partícula é sempre constante e igual à velocidade da luz (igual a um metro por metro-luz). Se a partícula estiver livre de qualquer interação, a direção da sua quadrivelocidade permanece constante e a partícula se move ao longo de uma geodésica. Se a partícula estiver

interagindo, então a direção da sua quadrivelocidade pode mudar e a massa inercial da partícula caracteriza a dificuldade que a partícula oferece a mudanças dessa direção.

Outra descoberta fascinante da TRE é que a massa (vezes o quadrado da velocidade da luz) representa também a quantidade de energia que a partícula possui estando em repouso (energia de repouso), abrindo assim o caminho para a exploração da energia nuclear (que resulta da variação da massa durante os processos de fissão de átomos pesados, como urânio e plutônio, ou durante a fusão de átomos leves, como hidrogênio e deutério), assim como da completa transformação da matéria em energia, que acontece quando matéria e antimatéria se aniquilam entre si. Por outro lado, o grau de dificuldade que cada corpo oferece a mudanças na sua velocidade (no espaço tridimensional) é determinado pela sua energia total (energia cinética mais energia de repouso). Quanto maior for a sua energia, maior será a sua inércia, de tal modo que resulta impossível acelerar qualquer corpo massivo até atingir a velocidade da luz.

INTERAÇÃO GRAVITACIONAL NA TRG A grande ideia de Einstein na criação da TRG foi perceber que, graças ao princípio da equivalência, não era necessária uma força para descrever a interação gravitacional entre os corpos, como entre uma partícula e um astro, por exemplo. Como a trajetória de cada partícula em queda livre não depende da massa da partícula, e como na vizinhança de uma partícula em queda livre tudo acontece como se a partícula estivesse se movendo livremente, longe de qualquer astro, Einstein assumiu que, nas proximidades de um astro, cada partícula se move livremente ao longo de geodésicas de um espaço-tempo deformado pela presença do astro. Essas geodésicas espaço-temporais, quando projetadas no nosso espaço tridimensional, constituem aproximadamente as elipses (características do movimento dos planetas ao redor do Sol, por exemplo), parábolas e hipérbolas previstas pela teoria de Newton. A discrepância entre as trajetórias previstas pela TRG e as previstas pela teoria de Newton é tanto maior quanto mais próximo do astro estiver a partícula, ou seja, quanto mais intenso for o campo gravitacional.

Assim, sendo o campo gravitacional do Sol o mais intenso do nosso sistema solar, e sendo Mercúrio o planeta mais próximo do Sol, de acordo com a TRG, Mercúrio deveria seguir a trajetória mais discrepante em relação à teoria newtoniana. Com a TRG, Einstein conseguiu [9] pela primeira vez obter o valor correto da precessão anômala do periélio de Mercúrio [10]. Esta precessão constitui uma violação das leis de Kepler para o movimento dos planetas, já percebida pelos astrônomos havia mais de meio século, a partir de medições muito precisas, feitas ao longo de 400 anos, e cuja intensidade ninguém tinha conseguido derivar, nem a partir da perturbação gravitacional gerada por quaisquer outros planetas, nem a partir do grau de diferença (conhecido até então) entre a forma do Sol e a forma de uma esfera.

Curiosamente, nas chamadas **equações de Einstein**, que definem como a presença de um objeto deforma o espaço-tempo, o que determina tal deformação (e, conseqüentemente, a interação

gravitacional) não é apenas a massa do objeto, mas sim seu tensor de energia-momento, uma grandeza que caracteriza o conteúdo de massa-energia, o seu movimento, assim como as pressões e as tensões às quais o objeto está submetido. Esses novos parâmetros, determinando a interação gravitacional entre objetos, levaram à descoberta de um conjunto de novos efeitos físicos como, por exemplo, o arrasto de referenciais (*frame-dragging*, em inglês) gerado pela rotação dos astros, a precessão geodética (torque que a deformação do espaço-tempo provoca sobre um objeto em rotação em torno de seu próprio eixo e que, além disso, está orbitando um astro, por exemplo) e a repulsão gravitacional que a energia escura estaria exercendo sobre as galáxias (o que explicaria a expansão acelerada do universo) por causa da sua pressão suficientemente negativa. Os buracos negros e as ondas gravitacionais são também grandes descobertas devidas a deformações no espaço-tempo que a equação de Einstein prevê.

DESVIO GRAVITACIONAL DA LUZ O princípio da equivalência, ao garantir que próximo à superfície do Sol o efeito do campo gravitacional sobre a propagação da luz seria localmente equivalente à propagação da luz em relação a um referencial uniformemente acelerado, já indicava que a luz proveniente de uma estrela distante e que passasse rente à superfície do Sol deveria sofrer um desvio (tanto de acordo com a mecânica newtoniana quanto de acordo com a teoria einsteiniana).

Ainda em 1911 [11], Einstein divulgou uma estimativa preliminar do valor para o desvio da luz que passasse rente à superfície do Sol, e fez a primeira proposta de experimento para verificar o resultado: a intensidade do desvio da luz poderia ser medida durante um eclipse total do Sol, momento no qual o disco lunar passa precisamente em frente ao disco solar, encobrindo-o completamente, tornando possível observar a luz proveniente das estrelas ao fundo. A estimativa de Einstein, publicada em 1911, estava incorreta, coincidindo aproximadamente com o resultado obtido por Johann Georg von Soldner, publicado mais de cem anos antes, com base na teoria newtoniana [12]. O desvio da luz proveniente de cada estrela distante se traduz numa mudança nas posições relativas aparentes das estrelas no entorno do disco solar, afastando as suas imagens para longe do centro do disco do Sol. Visto da Terra, o efeito que o campo gravitacional nas proximidades do Sol exerce sobre a luz é similar ao de uma grande lente de aumento com o disco solar no seu centro e com uma distância focal tanto maior quanto mais distante estiverem do eixo óptico os raios de luz incidentes. Após ter essa ideia, Einstein indaga a alguns astrônomos sobre a possibilidade de verificação do efeito durante um eclipse solar.

No ano seguinte, equipes de vários países se dirigiram ao sudeste brasileiro para observar o eclipse do Sol de 10 de outubro de 1912 [13]. Entre os astrônomos que aqui vieram, estava Charles Dillon Perrine, à época diretor do Observatório de Córdoba, na Argentina, que, sabendo das ideias de Einstein sobre o desvio da trajetória da luz, tentaria verificar a modificação da posição relativa das estrelas próximas ao Sol eclipsado [14, 15]. Como membros da comitiva

britânica, na ocasião, vieram ao Brasil Arthur Stanley Eddington e Charles Rundle Davidson, que tinham por objetivo fazer medições relacionadas com as propriedades da coroa solar. O mau tempo fez com que nenhuma das comissões que vieram ao Brasil em 1912 tivessem sucesso na observação daquele eclipse.

Em 25 de novembro de 1915, Einstein comunicou, na Academia Prussiana das Ciências de Berlim, na Alemanha, a TRG com a versão final de suas equações de campo [1], sucedendo em uma semana sua comunicação da estimativa corrigida da deflexão da luz, com o valor de 1,75 segundos de arco na borda do Sol [9], um número duas vezes maior que o resultado obtido pelo cálculo newtoniano. Assim, se a TRG estivesse correta, a deflexão da luz seria duas vezes maior do que previa a teoria newtoniana; e, se o princípio da equivalência não fosse válido para as ondas eletromagnéticas, o campo gravitacional não promoveria qualquer desvio na trajetória da luz.

EXPEDIÇÕES EM 1919 Em nenhum dos eclipses totais do Sol que sucederam o de outubro de 1912 foi possível verificar o encurvamento da luz, até 29 de maio de 1919. Para a ocasião, o Comitê Conjunto Permanente de Eclipses (Joint Permanent Eclipse Committee, em inglês) organizou duas expedições — uma delas para a África e outra para o Brasil [16]. A comissão que seguiu para a costa oeste africana foi composta por Eddington e Edwin Turner Cottingham, enquanto a comissão que seguiu para o Brasil foi composta por Andrew Claude de la Cherois Crommelin e Davidson (que estivera no Brasil na comitiva em 1912). As duas expedições britânicas saíram juntas de Liverpool em 8 de março de 1919. Eddington e Cottingham chegaram ao seu destino, a Ilha do Príncipe, em 23 de março, e Crommelin e Davidson chegaram a Sobral, cidade de observação do eclipse no Brasil, no dia 30 do mesmo mês, após uma passagem pela Amazônia [17, 18], durante a qual foi publicado, em um jornal de Belém do Pará, um artigo explicando o objetivo daquela expedição britânica ao Ceará [15, 19, 20].

A montagem dos telescópios levados pelos britânicos para a observação era tal que os equipamentos permaneciam fixos na horizontal, e a compensação do movimento de rotação da Terra era feita por espelhos, denominados celóstatos, acoplados a mecanismos de relojoaria, que projetavam a imagem do campo que incluía o Sol eclipsado em direção às lentes objetivas dos telescópios, até as placas fotográficas sucessivamente inseridas na outra extremidade dos tubos que compunham a montagem dos telescópios.

Para a Ilha do Príncipe, no Golfo da Guiné, costa oeste africana, Eddington e Cottingham levaram a lente de 13 polegadas do telescópio astrográfico de Oxford, que foi utilizada com um redutor para oito polegadas, por sugestão de Davidson. O mau tempo prejudicou as observações. Eles obtiveram 16 fotografias, com exposições entre 2 e 15 segundos, das quais nas nove primeiras não foi possível

identificar qualquer estrela. Em apenas duas placas fotográficas puderam ser identificadas as três estrelas principais (entre elas estão as que compõem a estrela dupla capa (κ), da constelação do Touro) que permitiriam o cálculo mais preciso do desvio da luz. A melhor delas, obtida com uma exposição curta de três segundos, foi revelada ainda em Príncipe, enquanto a outra, obtida com uma exposição de 10 segundos, só foi revelada após o retorno da expedição à Inglaterra.

Para a medição da variação na posição aparente das estrelas, era necessário obter fotografias do mesmo campo visual, mas sem o Sol. Para evitar uma greve no transporte marítimo, o que faria com que eles ficassem retidos ali por vários meses [16], Eddington e Cottingham optaram por retornar à Inglaterra logo em seguida, sem obter as fotos comparativas na Ilha do Príncipe. Deixaram a ilha no dia 12 de junho, chegando em Liverpool no dia 14 de julho. As fotos comparativas foram realizadas por Frank Arthur Bellamy ainda em Oxford (com a lente em sua montagem original), em janeiro de 1919, portanto antes da ida para a África. As imagens comparativas foram obtidas para a região do campo estelar do eclipse, e também para uma outra região, em torno da estrela Arcturus. As medidas das placas fotográficas obtidas na África foram realizadas por Eddington, utilizando o equipamento comparador de Cambridge, obtendo o resultado de $1,61 \pm 0,30$ segundos de arco na borda do Sol, favorecendo os cálculos corrigidos de Einstein, publicados em 1915 [9].

Para a cidade de Sobral, no estado do Ceará, no nordeste brasileiro, Crommelin e Davidson levaram dois telescópios. O principal deles era semelhante ao levado para a África. Era composto pela lente objetiva de 13 polegadas do telescópio astrográfico de Greenwich, também utilizado com

um redutor para oito polegadas, alimentado pela luz proveniente de um celóstato de 16 polegadas. O segundo telescópio, tido como um instrumento reserva, contava com uma lente objetiva de quatro polegadas, alimentada pela luz proveniente de um celóstato de oito polegadas. Com o telescópio maior, foram obtidas 19 fotografias, enquanto que com o telescópio reserva foram obtidas oito fotografias.

Em Sobral, também se fizeram presentes duas outras comissões para a observação do eclipse de 1919 (Figura 1) [21]. Uma da Instituição Carnegie, dos Estados Unidos, composta por Daniel Maynard Wise e Andrew Thomson, com o objetivo de realizar medidas do magnetismo terrestre e da eletricidade atmosférica; e outra do Observatório Nacional brasileiro, liderada por Henrique Charles Morize, com o objetivo de realizar medições da coroa solar, além de dar suporte às comissões estrangeiras [22].

Assim como em Príncipe, o mau tempo também prejudicou as observações em solo brasileiro. No entanto, em Sobral, foram obtidas muito mais fotografias com estrelas. As 19 fotografias obtidas com o telescópio astrográfico de 13 polegadas (reduzido para oito polegadas) utilizado em Sobral, com tempo de exposição alternando entre 5 e 10

**AS IMAGENS
OBTIDAS COM O
TELESCÓPIO
RESERVA FORAM
REPUTADAS
COMO
DE QUALIDADE
MUITO BOA**



Figura 1. Comitivas brasileira, britânica e norte-americana que foram a Sobral para a observação do eclipse de 29 de maio 1919. À frente (da esquerda para a direita): Domingos Fernandes da Costa, com sua esposa (Dona Pequeninina) e sua filha (Lêda), Rosa Ribeiro dos Santos Morize (esposa de Henrique Morize), Andrew C. D. Crommelin, Charles R. Davidson e Andrew Thomson. Atrás (da esquerda para a direita): Luiz Rodrigues, Theophilo Henry Lee, Daniel M. Wise, Henrique C. Morize, Allyrio Huguene de Mattos, Lelio Itapuambyra Gama, Antonio C. Lima e Primo Flores. Cortesia da Biblioteca do Observatório Nacional, Rio de Janeiro. Fonte: Cortesia da Biblioteca do Observatório Nacional, Rio de Janeiro

segundos, apresentaram imagens difusas e fora de foco, não sendo, portanto, de boa qualidade. Dezesseis dessas fotografias exibiram pelo menos sete estrelas, enquanto que em outras foram identificadas até 12 estrelas. A má definição das imagens foi atribuída, pelos próprios observadores britânicos, principalmente ao mau funcionamento do celóstato maior, que teria sofrido uma dilatação não uniforme devido à variação da temperatura durante o eclipse. Tal conclusão foi obtida já em Sobral, após a revelação das imagens fotográficas.

Já as oito imagens obtidas com o telescópio reserva, todas com 28 segundos de exposição em placas fotográficas de 10 por oito polegadas, foram reputadas como de qualidade muito boa (Figura 2). Das oito fotografias, sete exibiram sete estrelas, enquanto que na outra não foram identificadas estrelas, devido à presença de nuvens.

Crommelin e Davidson permaneceram no Ceará por cerca de dois meses após o eclipse. Eles aguardaram em Fortaleza até que as estrelas fotografadas durante o eclipse pudessem ser novamente fotografadas em uma altura no céu semelhante a das fotografias iniciais (mas sem o Sol acima do horizonte), o que ocorreu no mês de julho. Essas fotografias seriam fundamentais para uma boa aferição das modificações de suas posições relativas aparentes. Eles foram de Sobral para Fortaleza no dia 7 de junho, após revelarem todas as fotografias obtidas no dia do eclipse, deixando fechada a tenda de abrigo dos telescópios (Figura 3). Retornaram a Sobral no dia 9 de julho para obter as placas fotográficas de comparação, concluindo as imagens no dia 18 daquele mês.



Figura 2. Uma das placas fotográficas obtidas com uma exposição de 28 segundos feita com o telescópio de quatro polegadas utilizado em Sobral. Fonte: Cortesia do National Maritime Museum, Greenwich, Londres, Inglaterra



Figura 3. Em primeiro plano, na pista de corrida de cavalos de Sobral, vê-se o abrigo (fechado) dos telescópios trazidos pela comissão britânica, em foto tirada por Daniel Maynard Wise, em 11 de junho de 1919. Atrás do abrigo, a casa do coronel Vicente Saboya, onde Crommelin e Davidson ficaram hospedados em Sobral. Fonte: Cortesia do Instituto Carnegie, Departamento de Magnetismo Terrestre, EUA

Crommelin e Davidson deixaram Sobral definitivamente no dia 22 de julho, chegando de volta em Greenwich no dia 25 de agosto. Durante a viagem de volta para a Inglaterra, os britânicos passaram alguns dias em Belém do Pará, onde deram uma entrevista que foi publicada em um periódico daquela cidade [19].

De volta a Greenwich, as imagens obtidas em Sobral foram analisadas. O resultado obtido em primeira análise para o telescópio de maior diâmetro (com as mesmas características do utilizado em

Príncipe) foi de $0,93 \pm 0,50$ segundos de arco na borda do Sol. Tal resultado estava entre o valor newtoniano (0,87 segundos de arco) e o valor corrigido por Einstein em 1915 (1,75 segundos de arco), sendo mais próximo do primeiro. No entanto, já no artigo original, publicado em 1920 [16], foi registrado que, se fosse levada em consideração a mudança de escala ocasionada pelos efeitos de refração e aberração, o resultado passaria a ser $1,52 \pm 0,46$ segundos de arco na borda do Sol, com maior concordância com o resultado corrigido de Einstein. (Este último resultado, concordante com a TRG, foi confirmado por uma reanálise das placas fotográficas realizada no final da década de 1970 [23].) De qualquer forma, devido aos problemas com as imagens, que se apresentaram bastante difusas, os resultados obtidos com a lente de 13 polegadas (reduzida para oito polegadas) utilizada em Sobral não foram considerados importantes.

Para o telescópio reserva de quatro polegadas (com o qual foram obtidas imagens muito superiores às dos telescópios astrográficos), a partir de medidas feitas em Greenwich por Davidson e Furner, o resultado para o desvio foi de $1,98 \pm 0,18$ segundos de arco na borda do Sol, um valor ligeiramente superior ao previsto pela TRG.

O anúncio do triunfo da TRG sobre a teoria newtoniana foi feito durante uma sessão conjunta da Royal Society e da Royal Astronomical Society britânicas ocorrida em Londres, em 6 de novembro de 1919, presidida por sir Joseph John Thomson. Sob a liderança de Frank Watson Dyson, astrônomo real britânico, foi tomada a decisão de basicamente desconsiderar os resultados de má qualidade obtidos pelo telescópio astrográfico levado para Sobral [20, 24]. O artigo original, contendo os resultados das expedições britânicas para a observação do eclipse, foi publicado no ano seguinte, assinado por Dyson, Eddington e Davidson [16]. Após esses acontecimentos, Einstein, até então um físico que possuía algum reconhecimento entre seus colegas da comunidade acadêmica, se transformou em uma celebridade mundial, sendo agraciado com o Prêmio Nobel de Física em 1921.

As medições mais precisas da deflexão da luz, que foram realizadas durante os eclipses de 1922, 1929, 1936, 1947, 1952 e 1973 [25], permaneceram em concordância com as previsões da TRG. No entanto, o salto qualitativo na precisão das medições do desvio da radiação eletromagnética pelo campo gravitacional do Sol veio com a medição da mudança na posição aparente de intensas radiofontes (como quasares) quando estão próximas do disco solar [26]. Essas medições são feitas usando rádio-interferometria de linha de base muito longa (*very long baseline radio interferometry* — VLBI, em inglês), técnica capaz de produzir imagens com grande resolução angular — e que permitiu a produção da primeira imagem da sombra de um buraco negro (cuja existência é mais uma previsão da TRG), divulgada no dia 10 de abril deste ano [27]. Por usar ondas de rádio, a técnica não precisa da ocorrência de um eclipse e, quando aplicada usando-se diferentes comprimentos de onda, ainda permite discriminar quanto do desvio é devido à deformação do espaço-tempo e quanto é devido à refração das ondas eletromagnéticas na coroa solar. A partir de quase dois milhões de observações VLBI de 541 radiofontes, coletadas entre 1979

e 1999 em 87 localidades ao redor do mundo [26], foi possível atingir incertezas relativas várias ordens de grandeza menores que as obtidas nas primeiras medições do desvio da luz. A alta precisão dessas medições consolidaram ainda mais a TRG e conseguiram descartar várias teorias alternativas à teoria gravitacional de Einstein.

UMA NOVA ERA DE TESTES Nos dias atuais, medidas dos desvios na posição aparente de estrelas permitem inferir dados que, de outra forma, seriam impossíveis de se determinar. Por exemplo, uma equipe de pesquisadores liderada pelo astrônomo Kailash Chandra Sahu, usando o telescópio espacial Hubble, observou uma estrela anã branca, Stein 2051 B, passando na frente de outra estrela mais distante [28]. Durante a passagem, a posição aparente da estrela mais distante sofreu um desvio de 2 milissegundos de arco. A medição desse efeito de microlentes gravitacionais permitiu determinar que a massa da anã branca (que está a 17 anos-luz do nosso sistema solar) é 68% a massa do nosso Sol.

Foi preciso aguardar até a década de 1960 para que outro teste clássico na TRG, proposto por Einstein em 1916 [29], pudesse ser realizado com sucesso. Além da precessão do periélio de Mercúrio e da medição do desvio da luz pelo campo gravitacional do Sol, Einstein pensou na seguinte forma de verificar a sua teoria: a medição do desvio para o vermelho (*redshift*, em inglês) gravitacional. Usando o efeito Mössbauer, Robert Vivian Pound e Glen Anderson Rebka Jr. [30] conseguiram medir, pela primeira vez, mudanças muito pequenas no comprimento de onda de raios gama caindo livremente no campo gravitacional da Terra. Tal experimento também verificou a previsão da TRG de que o ritmo de um relógio depende da sua distância em relação ao centro da Terra — ou, de modo mais geral, de sua localização em uma região de campo gravitacional não homogêneo. Sem levar em conta esse efeito, os *smartphones*, muito comuns hoje em dia, usando o sistema de posicionamento global [*global positioning system* (GPS), em inglês], seriam incapazes de determinar a nossa posição com tanta precisão.

O experimento de Pound e Rebka inaugurou uma nova era de testes de alta precisão da TRG, que continua até os dias de hoje, com destaque para resultados épicos, como: (i) as detecções diretas de ondas gravitacionais (provenientes da fusão de dois buracos negros e também da fusão de duas estrelas de nêutrons) feitas pelas colaborações denominadas Observatório Avançado de Ondas Gravitacionais por Interferômetro Laser (Advanced Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory — Ligo, em inglês) e Virgo, a partir de 2015 [31, 32] — um século após a publicação da TRG; (ii) a obtenção da primeira imagem da sombra de um buraco negro, feita pela colaboração denominada Telescópio Horizonte de Eventos (Event Horizon Telescope — EHT, em inglês) e publicada este ano [27] — um século após a primeira comprovação experimental da TRG em Sobral.

Jorge Castiñeiras é professor associado da Universidade Federal do Pará (UFPA). Email: jcastin@ufpa.br

Luís Carlos Bassalo Crispino é professor titular da UFPA. Email: crisfino@ufpa.br

AGRADECIMENTOS

Somos gratos a Daniel John Kennefick, da Universidade do Arkansas, nos Estados Unidos, por discussões sobre o tema deste artigo. Luís Carlos Bassalo Crispino agradece o apoio financeiro parcial do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

1. Brito, I. Tradução a partir do original alemão "Die feldgleichungen der gravitation", A. Einstein, *Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, v. 2, 844-847, 25.11.1915. (As equações de campo da gravitação, A. Einstein, Atas da Academia Prussiana das Ciências de Berlim.) *Boletim da Sociedade Portuguesa de Matemática*, v. 73, pp. 127-144. 2015.
2. Einstein, A. "Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento". In: *Textos fundamentais da física moderna, volume I (O princípio da relatividade)*, pp. 47-86. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 1983. (Tradução de Mário J. Saraiva do artigo "Zur elektrodynamik bewegter Körper". *Annalen der Physik*, v. 17, pp. 891-921. 1905.)
3. Galilei, G. *Il saggliatore*. Seconda edizione. Giangiacomo Feltrinelli Editore, Milano. 2008.
4. Galilei, G. *Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo – ptolomaico e copernicano*. (Tradução, introdução e notas de Pablo R. Mariconda.) Discurso Editorial/Imprensa Oficial, São Paulo. 2004.
5. Galilei, G. *Dois novas ciências*. (Tradução e notas de Letizio Mariconda e Pablo R. Mariconda.) Nova Stella Editorial, São Paulo. 1988.
6. Newton, I. *Principia: Princípios matemáticos de filosofia natural – Livro I*. (Tradução de Trieste Ricci, Leonardo G. Brunet, Sônia T. Gehring e Maria H. C. Célia.) 2a. edição. Editora da Universidade de São Paulo (Edusp), São Paulo. 2002.
7. Newton, I. *Principia: Princípios matemáticos de filosofia natural – Livros II e III*. (Tradução de André K. T. Assis.) Editora da Universidade de São Paulo (Edusp), São Paulo. 2008.
8. Resnick, R. *Introdução à relatividade especial*. (Tradução de Shigeo Watanabe.) Editora Polígono / Editora da Universidade de São Paulo (Edusp), São Paulo. 1971.
9. Einstein, A. "Erklärung der perihelbewegung des Merkur aus der allgemeinen relativitätstheorie". *Sitzungsberichte Preussische Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, v. 2, pp. 831-839. 18.11.1915.
10. Le Verrier, U. J. J. "Lettre de M. Le Verrier à M. Faye sur la théorie de Mercure et sur le mouvement du périhélie de cette planète". *Comptes rendus hebdomadaires des séances de L'Académie des sciences (Paris)*, v. 49, pp. 379-383. 1859.
11. Einstein, A. "Sobre a influência da gravidade na propagação da luz". In: *Textos fundamentais da física moderna, volume I (O princípio da relatividade)*, pp. 127-140. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 1983. (Tradução de Mário J. Saraiva do artigo "Einfluss der schwerkraft auf die ausbreitung des liches". *Annalen der Physik*, v. 35, pp. 898-908. 1911.)
12. Soldner, J. G. v. "Ueber die Ablenkung eines lichtstrals von seiner geradlinigen bewegung, durch die attraktion eines weltkörpers, an welchen er nahe vorbei geht". *Berliner Astronomisches Jahrbuch (1801-1804)*, pp. 161-172. 1801.
13. Caffarelli, R. V. "O eclipse solar de 1912". *Ciência e Cultura*, v. 32, n. 5, pp. 561-573, 1980.
14. Coles, P. "Einstein, Eddington and the 1919 eclipse". ArXiv, <http://arxiv.org/abs/astro-ph/0102462>. 2001.
15. Crispino, L. C. B.; Lima, M. C. de. "Amazonia introduced to general relativity: the may 29, 1919, solar eclipse from a north-brazilian point of view". *Physics in Perspective*, v. 18, pp. 379-354. 2016.
16. Dyson, F. W.; Eddington, A. S.; 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*, v. 220, pp. 291-333. 1920.
17. Crommelin, A. C. D. "The eclipse expedition to Sobral", *The Observatory*, London, v. 42, pp. 368-371. 1919.
18. Lima, M. C. de; Crispino, L. C. B. "Crommelin's and Davidson's visit to Amazonia and the 1919 total solar eclipse", *International Journal of Modern Physics D*, v. 25, 1641002-1-1641002-5. 2016.
19. Crispino, L. C. B.; Lima, M. C. de. "A teoria da relatividade de Einstein apresentada para a Amazônia". *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, e4203-1-e4203-12. 2016.
20. Crispino, L. C. B.; Kennefick, D. J. "A hundred years of the first experimental test of general relativity", *Nature Physics*, v. 15, pp. 416-419. 2019.
21. Crispino, L. C. B. "Expeditions for the observation in Sobral, Brazil, of the may 29, 1919 total solar eclipse", *International Journal of Modern Physics D*, v. 27, 1843004-1-1843004-10. 2018.
22. L. C. B. Crispino e M. C. de Lima, "Expedição norte-americana e iconografia inédita de Sobral em 1919". *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 40, e1601-1-e1601-8. 2018.
23. Harvey, G. M. "Gravitational deflection of light: a re-examination of the observations of the solar eclipse of 1919". *The Observatory*, London, v. 99, pp. 195-198. 1979.
24. Kennefick, D. J. "Testing relativity from the 1919 eclipse – a question of bias", *Physics Today*, v. 62, pp. 37-42. 2009.
25. Will, C. M. *Theory and experiment in gravitational physics*. Revised Edition. Cambridge University Press, Cambridge. 1993.
26. Shapiro, S. S.; Davis, J. L.; Lebach, D. E.; Gregory, J. S. "Measurement of the solar-gravitational deflection of radio waves using geodetic very-long-baseline interferometry data, 1979-1999". *Physical Review Letters*, v. 92, pp.1101-1104. 2004.
27. Akiyama, K. et al. (The Event Horizon Telescope Collaboration). "First M87 event horizon telescope results. I. The shadow of the supermassive black hole". *Astrophysical Journal Letters*, v. 875, L1-1-L17. 2019.
28. Sahu, K. C. et al., "Relativistic deflection of background starlight measures the mass of a nearby white dwarf star". *Science*, v. 356, pp. 1046-1050. 2017.
29. Einstein, A. "Os fundamentos da teoria da relatividade geral". In: *Textos fundamentais da física moderna, volume I (O princípio da relatividade)*, pp. 141-214. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa. 1983. (Tradução de Mário J. Saraiva do artigo "Die grundlagen der allgemeinen relativitätstheorie". *Annalen der Physik*, v. 49, pp. 769-822. 1916.
30. Pound, R. V.; Rebka Jr., G. A. "Gravitational red-shift in nuclear resonance". *Physical Review Letters*, v. 3, pp. 439-441. 1959.
31. Abbott, B. P. et al. (Ligo and Virgo Scientific Collaboration). "Observation of gravitational waves from a binary black hole merger". *Physical Review Letters*, v. 116, 061102-1-061102-16. 2016.
32. Abbott, B. P. et al. (Ligo and Virgo Scientific Collaboration). "GW170817: Observation of gravitational waves from a binary neutron star inspiral". *Physical Review Letters*, v. 119, 161101-1-061101-18. 2017.

A PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA NO ECLIPSE SOLAR TOTAL DE MAIO DE 1919: OBSERVANDO A COROA SOLAR PARA MELHOR DEFENDER A CIÊNCIA

Antonio Augusto Passos Videira

Pouco mais de 20 anos após a proclamação da República, o Observatório Nacional brasileiro passava por uma quadratura difícil, o que, é bom que se registre, não era exatamente uma novidade na sua trajetória. Fundado 85 anos antes, o observatório, raríssimas vezes, tinha desfrutado de uma situação material adequada para que desempenhasse satisfatoriamente suas tarefas. A ciência e, em particular, a astronomia, não eram vistas pelo governo federal ou pela chamada elite social e cultural como constituindo elementos relevantes, seja para melhorar a vida da população, seja para aumentar o conhecimento em geral. Assim, os funcionários do Observatório Nacional, desgostosos, precisavam estar atentos para toda situação capaz de originar alguma ação junto ao governo, com o objetivo de melhorar sua situação. Se o motivo fosse puramente científico, melhor ainda, uma vez que a direção do observatório procurava fazer dele uma instituição a serviço da chamada ciência pura.

Em 1912 surgiu uma oportunidade interessante. Aconteceria um eclipse solar total, que poderia ser muito bem observado a partir do território brasileiro. Henrique Morize, então diretor da instituição, ao perceber o interesse, concretizado nos pedidos de informação que recebia de diferentes observatórios estrangeiros, procurou fazer com que a sua instituição tomasse parte nesse certame científico, o que realmente aconteceu, mas não com os resultados almejados por Morize e sua equipe de colaboradores.

A capacidade de organização exibida pelo corpo de funcionários do Observatório Nacional durante a preparação para a observação do eclipse solar de 1912 foi tal que, cinco anos depois, aquela instituição foi novamente contatada por astrônomos estrangeiros para que fornecesse informações relativas a outro evento de mesma natureza que ocorreria no final do mês de maio de 1919. Uma vez mais, o reduzido corpo de funcionários do Observatório Nacional conseguiu reunir as informações requisitadas, difundidas em um pequeno opúsculo [1], que vinha acompanhado de um mapa (Figura 1), no qual se encontrava exibida a faixa do território nacional que seria “tocada” pelo eclipse. As informações organizadas pelos astrônomos brasileiros interessavam particularmente aos colegas ingleses, os quais, liderados por Arthur S. Eddington (1880-1944), também se preparavam para observar o evento.

À frente da instituição desde meados de 1908, o francês naturalizado brasileiro Henrique Morize (1860-1930) pretendia tomar

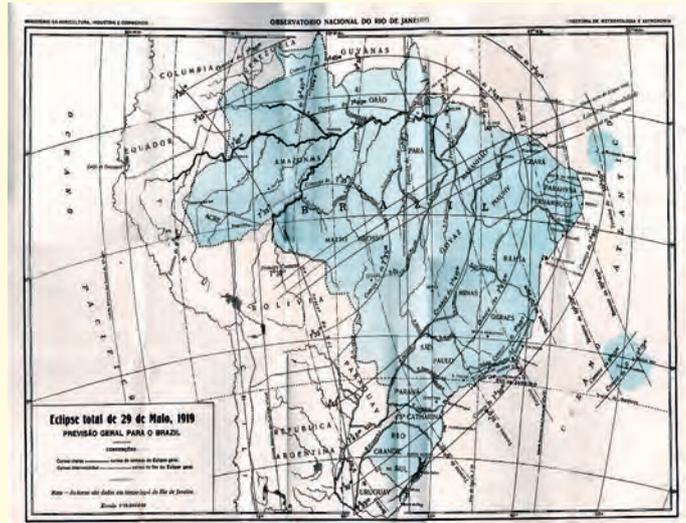


Figura 1. Mapa com faixa territorial que seria “tocada” pelo eclipse de 1919. Fonte: Typographia & Litographia Rohe, 1919 / Observatório Nacional (MCTI)



Figura 2. O Observatório Nacional no alto do Morro do Castelo. Fonte: Observatório Nacional (MCTI)

parte no certame científico. A presença de uma equipe brasileira fortaleceria a causa da astro-

nomia no Observatório Nacional, além de apagar a frustração do eclipse anterior, que não pôde ser estudado devido ao mau tempo [2]. A instituição, que ainda se encontrava localizada na velha sede no Morro do Castelo, vivia uma situação moderadamente favorável — fato raro em sua história já secular, em boa medida devido à construção de uma nova sede. Após quase um século de existência, o observatório estava prestes a possuir uma sede localizada em um sítio que, mesmo que não fosse o mais recomendável, ainda assim, era indubitavelmente superior às instalações de então, remanescentes da presença dos jesuítas na cidade do Rio de Janeiro (Figura 2).

Mesmo a preparação para o eclipse de 1919 não se assemelhava ao que o Observatório Nacional tinha vivido poucos anos antes. Em 1912, Morize teve que recorrer a um acidente fortuito (uma janela do prédio oitocentista caiu em uma zona densamente povoada, sem deixar vítimas), em suas próprias palavras, para fazer com que o



Figura 3. Vista da nova sede do Observatório Nacional, 1920. **Figura 4.** Henrique Morize. **Figura 5.** Eddington (3º em pé da direita para a esquerda) e Morize (sentado com o chapéu na mão) em Passa Quatro, MG (1912). Fonte: Observatório Nacional (MCTI)

seu superior, o ministro da Agricultura, se interessasse pela sorte da sua instituição. A verba extraordinária solicitada foi aprovada no Congresso Nacional, mas ela chegou ao Observatório Nacional com muito atraso, quase inviabilizando a ida da equipe brasileira para Passa Quatro, Minas Gerais, local em que o eclipse solar deveria ter sido observado. Passa Quatro foi decepcionante para quase todos os cientistas que lá estiveram. Como já afirmado acima, o evento astronômico não pôde ser observado devido às chuvas que castigaram a região. Talvez, entre todos aqueles que estiveram no sul do estado de Minas Gerais, o cientista que menos ficou decepcionado fosse Morize, pois, afinal, apesar do fracasso da observação em si, ele tinha conseguido mostrar às autoridades a importância do Observatório Nacional. Foi a partir de então que começou o trabalho de prospecção por um local para a construção de uma nova sede, inaugurada no início da década seguinte [3] (Figura 3). Além da questão da nova sede já estar bem encaminhada, os tempos vividos pelo observatório durante as etapas preparatórias para os eclipses de 1912 e 1919 mostram, quando comparadas, outras diferenças, que merecem ser comentadas, ainda que brevemente.

Uma primeira diferença digna de menção é a existência, em 1919, de uma agremiação destinada à promoção da causa da ciência no país. Fundada em 1916, a então Sociedade Brasileira de Ciências — atual Academia Brasileira de Ciências (ABC) —, propunha-se não apenas a fomentar a causa da ciência pura, desinteressada de eventuais desdobramentos tecnológicos e econômicos, mas também a difundi-la no Brasil e no estrangeiro. O seu presidente desde a fundação era justamente Henrique Morize (Figura 4). Para ele, bem como para os seus colegas acadêmicos, a promoção da ciência deveria ser entendida como uma defesa da cultura e da sua relevância para o desenvolvimento de uma nação e de sua população.

Uma segunda diferença notável entre as duas épocas diz respeito à percepção que o grupo de cientistas, reunidos em torno da ABC, tinha de si próprio. Esse grupo percebia-se como forte o suficiente para tentar concretizar os seus ideais. Entre estes, não apenas estava a fundação de uma instituição como a ABC, mas o interesse que tinham pela criação de uma universidade, genuinamente inspirada no modelo que associava fortemente ensino e pesquisa. Também no ano de 1916, na cidade do Rio de Janeiro, foi fundada uma faculdade de ciências, oficialmente vinculada ao Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro (IHGB). Essa faculdade de ciências durou muito pouco tempo, sendo fechada por falta de apoio oficial [4].

Há ainda outro ponto que deve ser lembrado quando é feita referência ao eclipse de 1919: o fim da Primeira Guerra Mundial. Os quatro anos do conflito provocaram horrores desconhecidos até então, além de milhões de mortes, que, ao final, pareciam ter sido inúteis. Apesar de a guerra ter chegado ao seu fim, permaneciam feridas abertas, como, por exemplo, a comunicação entre os povos. Talvez aqui os cientistas pudessem contribuir, uma vez que já era uma prática entre eles a troca de informações e opiniões, mesmo que nem sempre de forma pacífica. Em particular, Eddington, que era quaker, (Figura 5) tinha interesse em mostrar que a ciência poderia ser um elemento relevante na pacificação dos espíritos. No caso do eclipse de maio de 1919, o que estava em jogo era a comprovação empírica, que seria feita por ingleses, de uma teoria revolucionária — a teoria da relatividade geral — proposta por um alemão e que, caso estivesse correta, desbancaria a teoria da gravitação universal de Isaac Newton, uma das personalidades inglesas mais importantes da era moderna [5]. Em outras palavras, a ciência poderia contribuir para reaproximar as nações afastadas pela guerra.



Figura 6. Vista do acampamento científico em Sobral. Fonte: Observatório Nacional (MCTI)

O relatório preparado em 1917 pelo Observatório Nacional contribuiu para que o local da observação do eclipse fosse a cidade cearense de Sobral, que tinha, à época, uma população de cerca de 30 mil habitantes. Entre os fatores que explicam a escolha de Sobral, encontram-se o tempo de duração do eclipse na região, a sua localização, o fato de ser servida por linha férrea, facilitando o transporte dos instrumentos, ser uma cidade com algumas indústrias pequenas e oficinas mecânicas, necessárias na eventualidade de quebra ou avaria nos equipamentos e o seu clima, relativamente seco.

O objetivo científico da missão brasileira não era o mesmo dos ingleses. Nas palavras de Morize: “A forma e a disposição da corôa [solar], assim como a indagação espectroscópica de sua composição constituíram, pois, os dois principais assuntos do programa da Comissão Brasileira em sua expedição a Sobral, para observar o eclipse de 29 de maio de 1919” [6]. Tratava-se de um tema de investigação importante, não apenas por pertencer a uma ciência muito nova — a astrofísica [7] —, mas também por que ainda se tinha muitas dúvidas sobre o Sol, em particular sobre a sua corôa, que somente poderia ser investigada justamente durante um eclipse.

Os membros da comissão brasileira eram os seguintes: Henrique Morize, Domingos Costa, Allyrio de Mattos, Lelio Gama (todos eles astrônomos do Observatório Nacional), T. H. Lee (emprestado pelo Serviço Geológico), Luiz Rodrigues (meteorologista) e Arthur de Castro Almeida (mecânico). No relatório que escreveu e que foi publicado no início de 1920 com o fito de apresentar a história e os resultados da comissão brasileira, Morize menciona de passagem a presença de um “intrépido amador”, que para lá se deslocara desde o Rio de Janeiro, Alfredo Leal da Costa. Nada mais é dito no relatório sobre ele [8].

Além dos brasileiros, havia a comissão inglesa composta por dois cientistas, D. Davidson e A. C. D. Crommelin, e uma comissão norte-americana, enviada pelo Departamento de Magnetismo Terrestre do Carnegie Institute e composta por Daniel Wise e Andrews Thomson. Enquanto a equipe inglesa estava interessada em verificar e medir o desvio dos raios luminosos na proximidade de objetos massivos, os norte-americanos ocupavam-se com a influência da sombra lunar sobre fenômenos de eletricidade atmosférica e magnetismo terrestre.

O instrumental científico levado pelo Observatório Nacional compreendia principalmente os seguintes itens: uma luneta fotográfica

Mailhat, uma equatorial Steinheil e espectrógrafos, entre os quais um espectrógrafo de Hilger. A comissão brasileira chegou de trem a Sobral no dia 9 de maio, tendo deixado a então capital federal no dia 25 de abril. Os dias que antecederam o eclipse foram freneticamente empregados para a instalação dos instrumentos, testá-los, corrigir ou consertar problemas que surgiram e treinar a equipe para a observação do fenômeno (Figura 6). Morize chegou a escrever artigo para um jornal local, pedindo à população local que se mantivesse calma durante o período de tempo de duração do eclipse, evitando produzir ruídos ou trepidações que pudessem prejudicar o funcionamento da aparelhagem.

Segundo o relatório que Morize publicou na revista da então Sociedade Brasileira de Ciências, fruto de uma palestra que deu para os seus colegas acadêmicos, o dia do eclipse foi parcialmente encoberto devido a uma espessa névoa que se formou na região. Com o passar das horas, as nuvens se adensaram ao ponto de, no momento do início do eclipse, a visibilidade do Sol estar em muito reduzida. Em suas palavras:

Todos se desesperavam, mas aos poucos esse lençol se foi adelgaçando, deixando aparecer cá e lá rasgões que, passando sobre o Sol, permitiam ver que a totalidade se aproximava. Subitamente, às 8.42, levanta-se leve brisa de Leste que toca as nuvens para W, deixando ver o disco solar, já muito escurecido, no meio de larga mancha azul. Do peito de todos saíu suspiro de profundo alívio, quando às 8.55, de meu relógio, verifiquei ter já principiado a totalidade. Nesse momento todos, mesmo os simples curiosos que cercavam o acampamento, sentiram-se comovidos pela imponência do espetáculo que se manifestava.[9]

Passado o susto inicial, as equipes inglesa e brasileira conseguiram tirar as fotografias planejadas. Algumas foram reveladas em Sobral, apesar de a qualidade da água não ser a mais adequada para essa tarefa. O resultado mais conhecido, obtido pelos astrônomos do Observatório Nacional, está materializado em uma fotografia, uma protuberância da corôa solar, muito reproduzida em livros de astronomia (Figura 7), descrita por Morize com as seguintes palavras: “...via-se a corôa, de côr cambiante, com matizes de madrepérola e forma mais ou menos complicada, sobre a qual sobressaía em vermelho intenso linda protuberância que é uma das maiores que tenha sido observada” [10].



Figura 7. A protuberância do Tamanduá. Revista de Ciências (Academia Brasileira de Ciências)

As fotografias obtidas em Sobral permitiram, sempre segundo Morize, fixar algumas conclusões sobre a forma da coroa solar, “que reflete muita luz da photosphera ao mesmo tempo que a parte da corôa mais perto do sol, ou corôa interna, emite luz própria” [11].

A leitura do relatório de Morize nos mostra a sua satisfação com a participação dos astrônomos brasileiros em Sobral em todas as fases envolvidas no eclipse de 29 de maio de 1919. O seu relato procurou ser fiel aos fatos, sem esconder os problemas enfrentados e os obstáculos enfrentados e nem todos superados. O tom em nada ufanista adotado por Morize, não apenas correspondia à sua própria personalidade discreta e adepta do trabalho rotineiro e silencioso [11], mas também estava de acordo com a sua crença de que uma das mais importantes missões da sua geração era educar os leigos. A educação, para ser bem sucedida, deveria mostrar e descrever todas as etapas envolvidas na prática científica. Tal descrição da prática da ciência era dirigida àqueles que estavam fora da sua alçada. Ainda assim, eles podem ser vistos como o mais importante alvo de Morize naquela altura, já que a meta mais importante desse movimento de educação da população pela ciência era conquistá-la para a causa da ciência, a qual, nas suas palavras, pode ser descrita do seguinte modo:

A sciencia pura, desinteressada, da qual nasceu as aplicações praticas, tal como da semente resultam a planta e o fructo, é a base da riqueza nacional, e as nações que a abandonam, fiadas no beneficio provavel das pesquisas feitas nos paizes que melhor comprehendam os interesses seus e da humanidade, ficarão condenados a serem paizes de 2-a [segunda] classe qualquer que possa ser a riqueza ostentada em certa phase [12].

As palavras acima não soam como se tivessem sido pronunciadas em tom pessimista. Elas certamente constituem uma advertência, principalmente dirigida àqueles que detinham responsabilidades frente à população brasileira da época. Soavam como um alerta, que vale para os dias atuais, quase cem anos depois daquele almoço comemorativo, uma vez que a situação que hoje vivemos é, em muito, semelhante àquela descrita por Morize.

Antonio Augusto Passos Videira é professor do Departamento de Filosofia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), colaborador no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (MCTI), professor no Programa de Pós-Graduação em Ensino e História da Matemática e da Física e bolsista de produtividade do CNPq. O autor agradece o apoio financeiro concedido pelo CNPq por meio de uma bolsa de pesquisa e pela Faperj por meio do programa Prociência (UERJ).

REFERÊNCIAS E NOTAS

1. Eclipse de maio de 1919 – Previsão para o Brazil. Rio de Janeiro: Typographia & Litographia Rohe, 1919.
2. Caffarelli, R. V. “O eclipse solar de 1912”. In: *Ciência e Cultura*, v. 32, n. 5, p. 561-573, 1980. Barboza, C. H. “Encontros e desencontros na observação do eclipse solar de 10 de outubro de 1912”. In: *Anais do 13º Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia*. Disponível em: https://www.13snhct.sbhct.org.br/resources/anais/10/1352991527_ARQUIVO_ArtigoBarbozaSNHCTok.pdf. Acesso em: 25/04/2019.
3. Morize, H. *Observatório Astronômico – Um século de história (1827-1927)*. Rio de Janeiro: Salamandra, 1987.
4. Guimarães, L. M. P.. “A experiência pioneira da Academia de Altos Estudos - Faculdade de Filosofia e Letras do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro (1916-1922)”. In: *Teias*, Rio de Janeiro, v.1, n.jan/jun, p. 38-45, 2000.
5. Videira, A. L. L. “Um dos maiores – se não mesmo o maior dos feitos na história do pensamento humano: a teoria da relatividade geral”, *Monografia*, CBPF, v.2, n.1, p. 1-17, 2016 dx.doi.org/10.7437/MO2447-1119/2016.01.001. Acesso em 25/04/2019.
6. Morize, H. “Resultados obtidos pela comissão brasileira do eclipse de 29 de maio de 1919”. In: *Henrique Morize* (coordenado por Antonio Augusto Passos Videira), Coleção Memória do Saber. Rio de Janeiro: Fundação Miguel de Cervantes, pp. 312-328, p. 317, 2012.
7. Videira, A. A. P. “A criação da astrofísica na segunda metade do século XIX”. In: *Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira*, São Paulo, v.14, n.3, p. 54-69, 1995.
8. Morize, 2012, op. cit. p. 321. Por razões outras, eu conheci a sua única filha, Neyla Leal da Costa (1925-2019), que se formou em química na Escola Nacional de Química da antiga Universidade do Brasil (atual UFRJ) e que trabalhou no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e no Departamento de Física da Pontifícia Católica do Rio de Janeiro. Quando a entrevistei, em julho de 2017, eu não perguntei nada sobre o seu pai, tendo em vista que os meus interesses estavam fixados na história da física nuclear experimental no Rio de Janeiro. Anos atrás, Nelya Leal da Costa doou o telescópio, juntamente com outros instrumentos científicos, para a cidade de Campinas.
9. Morize, 2012, op. cit., pp. 322-323.
10. Morize, 2012, op. cit., p. 323.
11. Morize, 2012, op. cit., p. 325.
12. Videira, A. A. P. *Henrique Morize e o ideal de ciência pura na República Velha*. 1. ed. Rio de Editora: FGV Editora, 2003.
13. Morize, H. “Allocução pronunciada pelo Prof. Henrique Morize no Almoço Bimestral em que se Reunem os Membros do ‘Círculo de Professores’ e que se realizou no dia 15 do corrente”. In: *Henrique Morize* (coordenado por Antonio Augusto Passos Videira), Coleção Memória do Saber. Rio de Janeiro: Fundação Miguel de Cervantes, 2012, pp. 484-491, pp. 489-490.

OBSERVAR É PRECISO: A CIDADE E OS "ILUSTRES HÓSPEDES"

Joyce Mota Rodrigues

Sobral, Ceará, maio de 1919. Parecia ser uma manhã de sol como outra qualquer, supostamente pacata e monótona. Vizinhos nas calçadas conversando, comentando assuntos e “causos” sobre o cotidiano da cidade. Na cozinha, moradores enchiam suas canecas com café quentinho tirado do bule; outros debulhavam o feijão que seria servido no almoço e no jantar com alguma “mistura”; alguns mascavam fumo ao dirigirem-se para a “lida”; e havia aqueles que liam o jornal com as notícias sobre a região Nordeste.

A cidade estava movimentada como era de costume, contudo as conversas com tons de sabedoria e adivinhação sobre o que aconteceria naquele mês eram recorrentes. Cada um, à sua maneira, procurava entender e explicar aos demais o que estaria por vir. Afinal, não era todo dia que visitantes de outros países e do Rio de Janeiro chegavam a Sobral em busca de conhecer e intervir numa cidade que, apesar do acesso por ferrovia, não possuía eletricidade, tampouco atrativos para tal visita.

“Homens da ciência” mobilizados; um político da região que cederia sua casa para estrangeiros acomodarem-se [1] providenciava para eles água em abundância; bagagens que não paravam de chegar à área interna do Jockey Club [2], suspendendo as corridas de cavalos no hipódromo, com objetos nunca vistos na cidade; pedreiros trabalhando arduamente para melhor instalar os instrumentos trazidos de além-mar; uma série de recomendações publicadas nos jornais sobre como a população deveria se comportar no dia em que o eclipse seria observado e registrado. Alguns desses visitantes não falavam coisa que se pudesse compreender — um engenheiro, aparentemente o único habitante da cidade que falava inglês, passou a acompanhá-los [3]. Tal movimentação era diferente. Extraordinária!

O cotidiano dá lugar ao incomum, o evento que ficou conhecido como “o eclipse solar de 1919”. É provável que o evento em si — o eclipse total do Sol — não tenha sido assim tão inusitado. Outros eclipses aconteceram antes desse. Possivelmente, os instrumentos suntuosos, pesados e embalados em grandes caixotes tenham causado mais espanto e indagações. Os jornais explicitavam a expectativa com relação aos astrônomos, cientistas ou “ilustres hóspedes”. Os observadores mostravam os aparelhos à população, tentavam explicar para que serviam e o motivo pelo qual eles estavam ali na cidade. Tudo era motivo para perguntas.

Este artigo vem de uma pesquisa [4] que se refere ao avanço ocorrido na história da ciência nas primeiras décadas do século XX. Situa-se na cidade de Sobral [5], localizada no interior do estado

brasileiro do Ceará. Na pesquisa, analiso a documentação produzida pelos membros das expedições expondo o percurso da viagem, a acomodação dos viajantes na cidade e o processo de obtenção dos dados acerca do eclipse. As expedições eram compostas por estudiosos — chamados cordialmente de visitantes e cientistas pela população — que foram à Sobral observar e registrar por meio de chapas fotográficas o eclipse solar de 1919.

A partir da observação desse fenômeno foi possível localizar a posição das estrelas, pois a claridade do Sol estaria ofuscada pela Lua para que, assim, se pudesse verificar, experimentalmente, a hipótese da relatividade geral proposta pelo físico alemão Albert Einstein (1879-1955) em 1915. A confirmação do desvio da luz, a partir da observação do eclipse total do Sol em 1919 é considerada pela comunidade científica um dos mais importantes acontecimentos da história da ciência.

Diante de tal configuração, são necessárias algumas explicações para entender quem eram esses estrangeiros, qual a utilidade dos instrumentos e o que significou esse evento. Também, a compreensão de que o cotidiano local foi modificado a partir da história de um “encontro”: dos observadores integrantes das expedições científicas (britânica, brasileira e norte-americana) com a população local e, por outro lado, da cidade com as comitivas.

As três expedições possuíam objetivos distintos, eram trabalhos astronômicos e geofísicos com interesses específicos. A expedição britânica, enviada pelo Observatório de Greenwich, na Inglaterra, propôs-se elucidar a teoria da relatividade publicada por Albert Einstein em 1915. A expedição brasileira, além de obter dados sobre a coroa solar, tinha a missão de aperfeiçoar a estação de meteorologia. Henrique Morize, chefe do grupo brasileiro, havia estado em Sobral três meses antes para iniciar o processo de instalação. Esse empreendimento correspondia a uma demanda do Observatório Nacional do Rio de Janeiro e a estação foi aprimorada pelos pesquisadores da instituição a serviço do governo federal [6]. A expedição norte-americana, por iniciativa de Louis Bauer, diretor do Departamento de Magnetismo Terrestre do Instituto Carnegie, além de estudar os efeitos do eclipse sobre o magnetismo terrestre e a eletricidade atmosférica, cederia alguns instrumentos para a expedição brasileira e, após a publicação dos resultados, somaria aos estudos da última [7].

As fontes descritas nesta pesquisa, a saber, jornais [8], relatórios [9], diário [10], revistas [11], bem como a publicação dos resultados da experiência por meio de um relatório escrito tanto por membros das expedições que foram à Sobral, como também pelos observadores que foram para a Ilha do Príncipe [12], são relevantes para a reflexão acerca das tensões entre diferentes possibilidades para a escrita das expedições do eclipse solar e seu “encontro” com a cidade de Sobral.

Tais fontes foram organizadas, levando-se em consideração os seguintes temas: escolha do lugar, organização das expedições (integrantes, instituições, financiamento), viagem, desembarque, comentários da população de Sobral sobre o evento, impressões dos



Figura 1. Equipamento usado pela expedição britânica em Sobral.
Fonte: Cortesia do Science Museum/Science & Society Picture Library, Londres, Reino Unido

observadores, preparação para observação do eclipse, o evento e seu registro fotográfico e, por fim, obtenção dos resultados colhidos durante o fenômeno. Dessa forma, detenho-me no fato de Sobral ter sido escolhida para receber as expedições do eclipse solar, em 1919, por conta do clima da região e da limpidez da atmosfera, propícias para a observação e os registros das chapas fotográficas [13].

As representações construídas pelos habitantes de Sobral sobre o evento de 1919 ressaltam apreensão, medo catastrófico — anunciava-se a possibilidade do fim do mundo (uma escuridão entrando pelo dia) —, expectativa com os visitantes e curiosidade sobre o que iria acontecer. Os integrantes das expedições, por sua vez, trazem narrativas que observam o cotidiano de uma cidade tomada por grupos estrangeiros e que apontam um nível de civilidade “adequado” à apreciação do fenômeno.

As expedições britânica, norte-americana e brasileira transformaram, ao observar o eclipse solar de 1919, o tempo das relações sociais da cidade de Sobral. “Aqueles três astrônomos, vestidos de branco e mexendo em lunetas e microscópios” [14] foram motivo de comentários na cidade. Estudiosos, cientistas, observadores ou visitantes — o que a população sobralense queria mesmo era saber a razão de tanta mobilização. Afinal, o que eles vieram fazer? Certamente os habitantes de Sobral se indagavam sobre o que esse eclipse teria de importante. Imaginações à parte, foi possível encontrar momentos de curiosidade, medo, ânsia e indagações a partir do levantamento das fontes.

PREPARAÇÃO PARA A OBSERVAÇÃO A expectativa não era apenas em relação ao fenômeno do eclipse. A população precisava acompanhar o trabalho dos observadores: “Pode-se dizer que Sobral madrugou

na curiosidade do eclipse. Porque, desde logo cedo, era desusado o movimento nas ruas, e grupos esparsos acumulavam-se nos pontos, de preferência às praças, de onde o Sol era mais visível” [15].

Várias recomendações foram feitas pela imprensa local. Uma delas orientava o espectador para o momento da totalidade do eclipse: “Para observar o eclipse antes e depois da totalidade, basta olhar o Sol através de um vidro escuro, ou simplesmente enfumaçado, de maneira que os raios solares não possam danificar a vista” [16]. Relatos confirmaram o uso do material protetor para os olhos: “Muitos havia que desde o amanhecer, com os seus pedaços de vidro esfumaçados, olhavam o Sol, insistentemente” [15].

Na cidade de Nova-Russas, também no Ceará, esse procedimento foi igualmente utilizado: “A manhã apresentava um aspecto claro sem nuvens que viessem embotar o firmamento e interromper as observações dos que estavam munidos de vidros enfumaçados” [17]. Tudo parecia sob controle: a observação, a devida proteção para a vista durante o eclipse e a calma.

Bem, não tão calmo assim. Em Sobral, o uso de vidros esfumaçados levantou uma breve suspeita: “Seria curioso indagar-se onde foram encontrar tantos pedaços de vidro, pois quase sem exceção todas as pessoas vistas na rua traziam seu pequeno ‘telescópio’” [15]. Segundo os jornais, algumas casas tiveram suas janelas quebradas e os vidros roubados: “[...] parece que dentro em pouco, na fase aguda de eclipse, o vidro esgotou-se e o recurso que se apresentou foi o assalto às vidraças”. Atos como esse evidenciam que o dia do eclipse pode ter sido de aborrecimento também, principalmente para quem teve suas janelas depredadas: “A casa de um nosso vizinho, na sua ausência, pois andava também vendo o eclipse, sofreu um terrível ataque, e uma das portas de sua linda habitação ficou sem duas lâminas das maiores e mais preciosas” [15]. A cidade extasiava-se com o evento que estava prestes a acontecer. Seriam apenas cinco minutos... que durariam mais do que o tempo cronometrado no relógio.

Apesar do episódio, o trabalho dos observadores prosseguia. Tudo deveria ser cuidadosamente acertado: “[...] os aparelhos apresentavam-se para o momento do eclipse”. É possível imaginar a ansiedade dos cientistas com relação ao tempo, pois o céu de Sobral, apesar de geralmente límpido em um período de estiagem, amanheceu no dia do eclipse com ameaça de chuva: “O tempo amanheceu pesado e ameaçador”. Isso colocaria a perder mais uma viagem de observação. Morize deveria estar demasiadamente preocupado, andando de uma barraca a outra, checando os instrumentos, verificando a posição dos telescópios: “O céu totalmente encoberto é desesperador. [...] Às 8h15min chuvejava, mas às 8h56min, produziu-se uma abertura entre as nuvens, por onde se pode observar a totalidade. Durante mais de um minuto houve ainda alguns tênues vapores sobre o disco do Sol, que todavia não impediram as fotografias” ([18], 29 de maio de 1919).

O céu estava nublado, deixando entrever apenas breves feixes de luz solar, o que possibilitou a expedição fazer ajustes nos aparelhos e colocar “[...] a imagem do Sol na sua posição correcta na lente

terrestre como também fazer um último ajustamento nos mecanismos de velocidade dos relógios”. Com o reaparecimento do Sol e a calibragem dos instrumentos, as séries de fotografias da coroa solar foram plenamente executadas, conforme planejado: “O programa que preparámos foi realizado com sucesso: expuseram-se 19 chapas no telescópio astrográfico, com exposições alternativas de cinco e 10 segundos, e oito chapas na câmara de quatro polegadas, com um tempo de exposição uniforme de 28 segundos” ([19], p. 79).

POR FIM, O ECLIPSE “Nesse momento a população já se adensava pelas praças, num vosear rumoroso, e braços sem conta apontavam para o Sol” [15]. A expectativa e ansiedade faziam com que os bondes minúsculos da empresa Thaumaturgo, “[...] apressados e sacolejantes, despejavam, a curto espaço, na Praça do Patrocínio, onde a multidão se espremia em volta do acampamento dos astrônomos brasileiros, dezenas de curiosos” [15]. Às 7h46 foi registrado o primeiro momento do eclipse, “[...] através de uns delgados farrapos de nuvem, o Sol tornou-se visível, e o primeiro contacto exterior do belíssimo phenomeno foi observado” [15].

O mau tempo, contudo, provocava ansiedade até o momento da totalidade do eclipse:

Ao aproximar-se a fase de eclipse total, a proporção de nebulosidade diminuiu e assistiu-se a uma clareira extensa na região do Sol, cerca de um minuto antes do segundo contacto. Os avisos foram dados a 58, 22 e 12 segundos antes do segundo contacto através da observação da diminuição da forma em quarto crescente na lente colocada no local de observação. Ao desaparecer a forma de quarto crescente, deu-se início à observação com a palavra <<Começar>>. A região em redor do Sol estava sem nuvens, exceptuando um período que durou cerca de um minuto, precisamente a meio da fase de totalidade. Nesse instante, o Sol ficou ligeiramente velado por uma nuvem pouco espessa, que impediu a tiragem de fotografias às estrelas; contudo, a coroa solar interior permaneceu visível a olho nu e as chapas expostas durante esta fase revelam-na, com uma grande proeminência muito bem definida ([19], p. 79-80).

A temperatura caiu no momento da totalidade do eclipse: “O termometro desceu [...] O silêncio fez-se absoluto, permitindo ouvir-se nitidamente os estalidos seccos dos detetores das machinas photographicas, dentro do acampamento. [...] Rápidos 5 minutos!” [15].

Importante destacar que o evento astronômico foi marcado pela ansiedade e por problemas no funcionamento dos aparelhos. O clima quente afetou não só os observadores, com noites mal dormidas, mas também os materiais. Morize em seu relatório anotou em diversos momentos [20].

A reação de populares, animais e plantas não foi passiva. Mesmo com todas as recomendações para a observação do fenômeno, “[...] foi uma coisa de doido o dia do eclipse, aqui em Sobral” [14].

Não só em Sobral. Em Nova-Russas, as reações ao eclipse foram enviadas ao jornal *A Lucta*: “Durou a totalidade do eclipse um a dois minutos; as andorinhas em bando rodearam a nossa egreghinha para se recolherem; as galinhas ainda curvaram as cabeças estirando os pescoços, mas não chegaram a subir os poleiros” [17]. Parte dos habitantes desses municípios reproduzia o temor de ver o dia transformar-se em noite. A experiência pretérita do fenômeno estava carregada de histórias de que o mundo iria acabar. Já os observadores tentavam tranquilizar a população com explicações científicas que naturalizariam o extraordinário: “O eclipse solar é um facto natural, destituído de quaisquer consequências nocivas. Não anuncia pestes, nem secas, nem inundações” [21]. Como conciliar concepções arcaicas, de tom sobrenatural, com o rigor e a postura exigida pela ciência?

A partir dessas questões, surgiram situações de maior ou menor conflito. Estratégias de organização coletiva e individual foram postas em prática. Muitas vezes, as recomendações estavam mascaradas em regras postas de “cima para baixo”: “Assim fazendo, os habitantes desta futura cidade colaborarão com as commissões e farão jus ao agradecimento destas pelo exito alcançado” [14]. O que não impediu que parte da população reagisse à sua própria maneira: “As mulheres, muitas delas de véu na cabeça, rezavam o terço. Uma boa parte do povo pensava que o mundo ia acabar mesmo, de tanta história que se contou.” [14].

No início do século XX, a imprensa desempenhava um papel, mesmo em pequenas cidades do interior do Brasil, que permitia acompanhar a rotina dos grandes acontecimentos, mas, sobretudo, os fatos que cercavam a vida cotidiana: “[a imprensa] oferece muitas notícias nacionais ou internacionais, mas se enraíza acima de tudo no ambiente imediato dos leitores. Sendo uma janela aberta para o mundo, ela é ao mesmo tempo a expressão de um espaço de convívio ampliado” [22]. Algumas vezes, a leitura do jornal era realizada em lugares públicos para que o maior número de pessoas se informasse sobre o que se passava na cidade. Era uma prática que também se dava no âmbito doméstico. Dessa forma, a rotina do evento do eclipse solar não foi acompanhada somente a olho nu, ela também foi mediada pela imprensa.

REVELAÇÃO E COMPARAÇÃO Outra questão que merece destaque é o local de revelação das chapas, também chamado de “gabinete escuro”, que foi cercado de intensos cuidados. Era preciso garantir a qualidade da revelação das fotografias, passando por sucessivas verificações ([18], 14 a 16 de maio de 1919). Um momento que traria resultados, provocando mudanças na forma de pensar os paradigmas da gravitação universal. Davidson e Crommelin ressaltaram: “As chapas ficaram nos seus suportes até serem reveladas. O processo de revelação foi efectuado em série durante a noite, todos os dias até 5 de junho” ([19], p. 80). O gabinete escuro apresentou as condições ideais para revelar as chapas fotográficas, já que seria um risco transportá-las.

A primeira imagem só foi revelada às três horas da madrugada, por Davidson, depois de obter água suficientemente fria: “[...] A revelação tornou-se então possível, mas somente durante a noite. O amolecimento da gelatina dos filmes foi objeto de sérios cuidados, pois um deslocamento microscópico na revelação viciaria completamente os resultados. Esse obstáculo foi superado pelo uso de formalina e pela cuidadosa manipulação” [10]. Crommelin relata que o clima da região possuía temperatura da água normalmente acima de 25 graus centígrados. Crommelin observou que a qualidade da revelação só foi alcançada com a utilização de arcaicos utensílios de barro: “O único jeito foi recorrer a potes de barro usados comumente pela população”, frios o suficiente para “[...] fazer a temperatura da água descer a quase 20 graus” [10, 23]. É possível perceber que mesmo com modernos aparelhos, como telescópios e celóstatos, as expedições enfrentaram um problema de aparente simplicidade: como resfriar a água para revelar as fotos? “Conseguir gelo não foi possível” [10].

No dia 7 de junho, quando o processo de revelação foi encerrado, a expedição britânica embarcou para Fortaleza [24], onde permaneceu até o dia 9 de julho, voltando depois para Sobral para realizar as chapas de comparação [25]. A expedição brasileira, por sua vez, depois do registro do eclipse teve “dia de descanso e de visitas” [26]. Retomados os trabalhos, era preciso desmontar os instrumentos [27] e partir para o Rio de Janeiro no Lloyd Brasileiro.

Foi preciso esperar alguns dias até que a experiência fosse concluída por completo. Os resultados dessas chapas serviriam para traçar uma comparação com as fotografias tiradas no dia do eclipse para observar as posições das estrelas e então confirmar de vez a teoria de Einstein [24]. Dessa maneira, os resultados não poderiam ainda ser confirmados, devendo-se afastar qualquer possibilidade de erro.

Crommelin e Davidson expuseram as condições para obter o material comparativo: apesar de terem sido tiradas com os mesmos instrumentos, as fotografias do eclipse de 29 de maio foram feitas durante o dia, enquanto as chapas de comparação (14, 15, 17 e 18 de julho) foram obtidas no fim da tarde. Os britânicos, contudo, apresentaram uma boa argumentação para que as fotografias fossem aceitas para confirmar os registros obtidos: “Uma excelente característica inerente a estas fotografias é o facto de haver uma semelhança essencial entre as imagens de estrelas nos dois conjuntos de fotografias” ([19], p. 84). Além disso, as fotografias das chapas de comparação baseavam-se em uma “chapa-padrão”, sendo intermediária entre as chapas do eclipse e as chapas de comparação.

RECONHECIMENTO Com número suficiente de fotografias para servir de referência, a equipe britânica começou a desmontar os equipamentos. Davidson e Crommelin partiram de Sobral no dia 22 de julho em direção à cidade de Camocim, para então seguir viagem com destino à Inglaterra, sendo que parte da bagagem ficou sob

a responsabilidade dos senhores Nicolau e Carneiro para envio posterior. No relatório, os britânicos reconheceram o esforço do governo brasileiro: “Os observadores desejam agradecer [...] a ajuda inestimável que lhes foi prestada de modo a facilitar as viagens de ida e volta numa época particularmente difícil” ([19], p. 82). Eles chegaram a Greenwich em 25 de agosto de 1919.

Com a publicação do relatório final da expedição britânica veio a público o reconhecimento dos esforços que as autoridades sobralenses empreenderam para oferecer condições adequadas de trabalho aos observadores: “Estes foram tratados como hóspedes do Governo (que lhes facultou meios de transporte, alojamento e mão-de-obra)” [28]. Parte dessa satisfação e agradecimentos enfatizava as providências tomadas por Morize, à época diretor do Observatório Nacional do Rio de Janeiro. Não eram tão somente os observadores que estavam agradecidos. A imprensa da região afirmava que a população sentiu-se lisonjeada em receber os “[...] dois conhecidos sábios” [29]. Uma carta de agradecimento escrita pelo astrônomo real sir Frank Watson Dyson, vinda do Observatório Real em Greenwich, foi publicada no jornal *Correio da Semana* quase um ano após a observação do eclipse solar. Nela o cientista corroborou a impressão positiva que a expedição já manifestara sobre a hospitalidade do prefeito de Sobral [30].

Os resultados satisfatórios e a comprovação da hipótese geral da relatividade foram divulgados em uma sessão conjunta da Royal Society e da Royal Astronomical Society, na Inglaterra, em 6 de novembro de 1919. Uma série de artigos e conferências foi publicada a partir dessa data [31].

Muito do êxito da experiência em Sobral só foi possível devido à estrutura com que os observadores puderam dispor. Como ponto de observação, a cidade ofereceu às expedições um céu límpido, sem promessas de chuva. Para os habitantes de Sobral, o ano de 1919 anunciava a modernidade com a comprovação da teoria da relatividade de Einstein e também trazia de volta a infeliz perspectiva de um longo período de estiagem. Homens de ciência com seus sofisticados aparelhos estabeleceram uma nova maneira de a humanidade encarar sua relação com o tempo e o espaço.

Por fim, e não menos importante, este artigo propôs-se a observar o olhar da ciência sobre uma cidade localizada no “Norte do Brasil”, apropriando-se de elementos da comunidade — como os potes de barro. A história da ciência tem um ponto de inflexão importante a partir da geografia e do clima. A seca é comum para quem vive em regiões onde a má distribuição da chuva prejudica o modo de vida do sertanejo, no entanto, tal característica climática, apesar de adversa, foi propícia para esse acontecimento científico.

Joyce Mota Rodrigues, nascida em Tauá-CE, é licenciada em história pela Universidade Estadual Vale do Acaraú / Sobral - CE, especialista em história e cultura indígena afro-brasileira pela Ateneu e mestre em história social pelo Programa de Pós-Graduação em História Social da Universidade Federal do Ceará (UFC), com publicação do livro Entre telescópios e potes de barro: expedições científicas do eclipse solar na comprovação da teoria da relatividade em Sobral — CE / 1919 (Ed. - Curitiba: Appris, 2019).

NOTAS E REFERÊNCIAS

1. As casas em que ficariam instalados eram da família Saboya, proprietária da fábrica de algodão em Sobral, as únicas com capacidade para acomodar os viajantes e os instrumentos. As duas residências foram cedidas pelo coronel Vicente Saboya e José Saboya de Albuquerque.
2. "Jockey-Club Sobralense". *Correio da Semana*. Sobral, 24 de agosto de 1918.
3. Dois intérpretes foram colocados à disposição dos ingleses desde o momento do desembarque em Camocim - CE e durante todo o tempo que a equipe britânica esteve na região: Leocádio Araújo, que estudara agricultura nos Estados Unidos e fazia parte da comissão agrícola a serviço do governo do estado do Ceará; e John Sandford, um norte-americano radicado na região. Segundo Crommelin, "[...] muito do nosso sucesso é devido ao seu confiável interesse e gentileza". Ver [10].
4. O interesse pelo tema surgiu na graduação, participando do projeto "Museu do Eclipse: Parque de Experimentos Interativos em Sobral", financiado pelo CNPq de maio/2007 a setembro/2008, em que atuei como bolsista.
5. "Até a elevação da povoação à categoria de vila em 1773, o povoado manteve-se com o nome de Caiçara, quando então passou a chamar-se Vila Distinta e Real de Sobral. Uma ordem régia de 22 de julho de 1766 determinou a necessidade da existência de, no mínimo, 50 fogos na sede da povoação a ser transformada em vila. No início da década de setenta, a povoação já contava com 75 casas, o que indica uma relativa prosperidade, e com um núcleo estruturado que possibilitava a instalação de mais atividades e a atração de um número maior de pessoas". In: Barbosa, M. E. J. et al. *Sobral – patrimônio nacional/Sobral – histórico e evolução urbana*. Sobral, Prefeitura Municipal de Sobral, 2000. p. 14-15.
6. Hambúrguer, A. I. et al. (orgs.). *As ciências nas relações Brasil-França (1850-1950)*. São Paulo: Universidade de São Paulo: Fapesp, 1996.
7. Paty, M.. "A recepção da relatividade no Brasil e a influência das tradições europeias". In: Hambúrguer, A. I. et al. (orgs.). *As ciências nas relações Brasil-França (1850-1950)*. São Paulo: Universidade de São Paulo: Fapesp, 1996. p. 149.
8. *Correio da Semana, A Lucta, A Ordem* (Sobral), *Folha do Littoral* (Camocim), *O Jornal, Jornal do Brasil, Jornal do Commercio* (Rio de Janeiro).
9. Morize, H. "Resultados obtidos pela Comissão Brasileira do Eclipse de 29 de maio de 1919". *Revista de Ciências*. Brasil: v. 4, n. 3, junho – julho 1920. Crommelin, A.; Davidson, C. R. "III - A expedição ao Sobral". Cottingham, E.; Eddington, A. S. "A expedição à Ilha do Príncipe". In: *Eddington e Einstein: verificação experimental da teoria da relatividade generalizada na Ilha do Príncipe*. Santos. A. N.; Aurette, C. (orgs.). 1a. ed. Lisboa: Gradiva, 1992.
10. Crommelin, A. "The eclipse expedition to Sobral". *The Observatory* (Provided by the Nasa Astrophysics Data System), v. 42, n. 544, 1919. p. 368-371 (Diário traduzido por Emerson Ferreira de Almeida, mestre em física pela Universidade Federal do Ceará, diretor técnico científico do Museu do Eclipse/ Secretaria da Cultura e Turismo de Sobral e professor da Universidade Estadual Vale do Acaraú UVA/Sobral/CE).
11. *Observatory, Conquest* (Davidson), *Revista de Ciências* e *Revista Trimensal do Instituto do Ceará*.
12. Eddington, A. S.; Dyson, F. W.; Davidson, C. R. "Uma determinação da deflexão de luz pelo campo gravitacional do sol, a partir de observações realizadas no eclipse total de 29 de maio de 1919". In: Santos. A. N.; Aurette, C. (orgs.). *Eddington e Einstein: verificação experimental da teoria da relatividade generalizada na Ilha do Príncipe*. 1a. ed., Lisboa: Gradiva, 1992.
13. Localizada no semiárido, Sobral foi escolhida porque está situada no lugar de maior sombreamento da Lua. A região pode possibilitar melhores condições de observação do céu, ou seja, é pouco provável ficar nublado na maior parte do ano, o que possibilita visualizar um grande número de estrelas brilhantes. Sobre isso, ver: Eisenstaedt, J.; Videira, A. A. P. "A prova cearense das teorias de Einstein". In: *Ciência Hoje*, v. 20, n. 115, nov./1995.
14. Serpa, E. "Sobral, Ceará. Aqui se provou que Einstein estava certo". *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 26 março de 1979.
15. "De Sobral – o eclipse do dia 29" (do correspondente). *Folha do Littoral*. Camocim, 8 de junho de 1919.
16. "Eclipse solar total de 29 de maio de 1919". *Correio da Semana*. Sobral, 17 de maio de 1919.
17. "O eclipse". *A Lucta*. Sobral, 4 de junho de 1919.
18. Morize, H. "Resultados obtidos pela Comissão Brasileira do Eclipse de 29 de maio de 1919". *Revista de Ciências*. Brasil: v. 4, n. 3, junho – julho 1920.
19. Crommelin, A.; Davidson, C. R. "III - A expedição ao Sobral". In: Santos, A. N.; Aurette, C. (orgs.). *Eddington e Einstein: verificação experimental da teoria da relatividade generalizada na Ilha do Príncipe*. 1a. ed. Lisboa: Gradiva, 1992.
20. "A noite esteve quente"; "Dia muito quente"; "Muito mosquito na primeira da noite. Céu claro. Vento quase nulo"; "Levantei-me às 6h após noite má devido aos mosquitos". Ver ([18], 14 a 28 de maio de 1919).
21. "Eclipse solar total de 29 de maio de 1919". *Correio da Semana*. Sobral, 24 de maio de 1919.
22. Prost, A. "Transições e interferências". In: Prost, A; Vicent, G. (orgs.). *História da vida privada. 5: da Primeira Guerra a nossos dias*. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. p. 42. Trad: Denise Bottmann.
23. Sobre isso, há uma explicação química: "Em algumas regiões do Brasil, principalmente aquelas com pouco acesso à energia elétrica, é comum as pessoas utilizarem potes de barro para conservar água a uma temperatura um pouco mais fria que a do ambiente. Este fenômeno, que para muitos ainda é considerado uma "crendice popular", pode ser explicado também pela compreensão do que ocorre nas mudanças de estados físicos da matéria e na troca de calor entre dois corpos. A porosidade do barro permite que uma pequena parte da água contida no pote, ao passar por esses poros e entrar em contato

com o ambiente externo, passem do estado líquido para o estado gasoso (evaporação). Este processo de evaporação da água líquida (menor energia cinética) para o estado de vapor (maior energia cinética) necessita absorver energia para ocorrer. No caso do pote de barro, a água que evapora, retira energia (calor) do pote e do restante da água que não evaporou, fazendo com que, ao perder energia, tanto o pote como a água, se resfriem". Leão, M. "Uma conversa sobre 'coisas' da química". Disponível em: <http://marceloufrpe.blogspot.com.br/2010/08/agua-fria-em-pote-de-barro.html>. Acesso em: 01 de setembro de 2012.

24. "O eclipse total do Sol". *Correio da Semana*, Sobral, 7 junho de 1919.
25. Sobre o período, sabe-se apenas que Davidson e Crommelin ficaram hospedados no Seminário Diocesano de Fortaleza. Studart, G. "Ephemerides Cearenses". *Revista Trimensal do Instituto do Ceará*. Anno XXXV, 1921, p.339-348. Disponível:<http://institutoceara.org.br/Rev-apresentacao/RevPorAno/1921/1921-EphemeridesCearenses1919e1920.pdf>. Acesso em 11 de agosto de 2011.
26. "Começa-se a desmontar os instrumentos. Revelam-se as fotografias. As da objetiva de Zeiss f/35 tomadas sem movimento de relojoaria deram três placas instantâneas regulares. As da teleobjetiva deram três placas instantâneas regulares. As da teleobjetiva de Zeiss não deram nada; [...] A do espectrógrafo de quartz de Heyde nada deu, nem mesmo o espectro de comparação. Parece que ou o caixilho não foi aberto ou a placa foi nela invertida, ficando para a frente a capa do antehalo que é opaca. Os dois pequenos espectrógrafos deram os limbos de coroa sobre um fundo de espectro contínuo." ([18], 30 e 31 maio de 1919).
27. Durante a desmontagem dos instrumentos, a expedição britânica marcou as posições originais dos aparelhos para que fossem tiradas chapas de comparação com o máximo de fidedignidade quanto ao posicionamento. Os espelhos e os mecanismos dos relógios precisariam estar na mesma posição. A importância dessas chapas, era validar o experimento a partir da observação do Sol em outra posição no mês de julho. Ver [24, p.82].
28. Dyson, F. W.; Eddington, A. S.; Davidson, C. R. V - *Conclusões Gerais*, 1920. p.130-131.
29. "Drs. Crommelin e Davidson". *Correio da Semana*, Sobral, 26 julho de 1919.
30. "[...] Londres, 25 de novembro, de 1919. – Caro senhor, como Presidente do Comittee da Sociedade Real e da Real Sociedade Astronômica que organizou a expedição para observação do Eclipse de 29 de maio de 1919, escrevo-lhe para agradecer a grande assistência dada por V.S. aos observadores. [...] Eu conheço de experiência própria das dificuldades de uma expedição de eclipse e posso avaliar assim o valor do auxilio que V.S. dispensou tão bondosamente". "Eclipse de 29 de maio de 1919". *Correio da Semana*, Sobral, 24 janeiro de 1920.
31. "[...] os Physicos e Astronomos Inglezes estão ainda comentando o facto e ainda o farão por algum tempo". "Eclipse de 29 de maio de 1919". *Correio da Semana*, Sobral, 24 janeiro de 1920.

O ECLIPSE SOLAR DE 1919, EINSTEIN E A MÍDIA BRASILEIRA

Ildeu de Castro Moreira

O ECLIPSE DE 1919 E SEU IMPACTO NA CIÊNCIA Neste ano se comemora 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 constituíram uma evidência muito forte para a confirmação e a aceitação da teoria da relatividade geral de Einstein. Essa teoria alterou profundamente a nossa visão 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) e na Ilha do Príncipe (África Ocidental), então pertencente a Portugal.

Em 1915, Einstein havia elaborado uma teoria que permitia incluir a gravitação no âmbito das ideias da relatividade [1]. 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 partir daí previu que a luz das estrelas, ao seguir a trajetória mais curta no espaço-tempo curvo, sofreria uma deflexão nas vizinhanças do Sol por um valor que seria o dobro do previsto pela teoria newtoniana: o ângulo de deflexão deveria ser aproximadamente $1,74''$ (segundos de arco).

A partir de 1917, astrônomos britânicos iniciaram os preparativos 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 o Brasil.

Em Sobral, no dia do eclipse, apesar do tempo inicialmente nublado, as condições ficaram boas na hora do evento, que ocorreu às 8:56 h e durou cerca de cinco 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 quatro 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.

A comissão brasileira em Sobral, liderada por Henrique Morize, fez observações sobre a coroa 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, 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, de 1,61”, e com maior incerteza, havia sido medido nas chapas da Ilha do Príncipe [2]. 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” [2]. Einstein tinha razão!

Esses resultados tiveram um enorme impacto na ciência, na cultura e na história da humanidade. No livro *Modern times: uma história do mundo da década de 1920 a 1980*, Paul Johnson inicia o primeiro capítulo 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” [3].

Einstein também atestou o significado do eclipse de 1919 para a 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” [4].

O objetivo deste trabalho é apresentar um apanhado da cobertura da mídia brasileira e de Sobral sobre o eclipse de 1919 e as repercussões de seus resultados, que confirmaram as previsões de Einstein. Utilizamos como fonte principal desta investigação

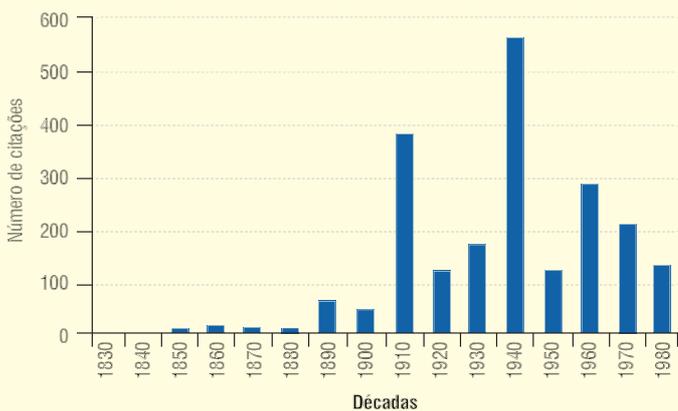


Figura 1. Número de citações em periódicos brasileiros da expressão “eclipse solar”

Base: Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional

a vasta e excelente (embora não completa) base de periódicos brasileiros digitalizados na Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional (HDBN).

A COBERTURA MIDIÁTICA DOS ECLIPSES SOLARES NO BRASIL Iniciamos por uma quantificação geral das matérias da HDBN que se referem a eclipses solares desde o início do século XIX até quase o final do século XX. O resultado da busca das notícias que trazem o termo “eclipse solar” está sintetizada na figura 1. Como se pode ver, o interesse pelos eclipses solares cresceu muito na passagem do século XIX para o XX. Como esperado, ocorreu um número maior de matérias nos anos em que eclipses solares totais foram observados em território nacional, em especial nas regiões mais populosas e com maior número de periódicos, como Sudeste e Sul. Os eclipses solares de 1853 e 1858; o de 1865, observado em Paranaguá; e o de 1893, observado no Ceará por uma comissão brasileira e outra britânica, despertaram interesse na mídia, mas não particularmente intenso.

Na segunda década do século XX, quando aconteceram os eclipses solares de 1912, que poderia ser observado em sua totalidade no sul de Minas, e o de 1919, observado em Sobral, os eventos tiveram cobertura grande na mídia. O número de notícias sobre o eclipse de 1912, cuja faixa ia de Quito a São Paulo, por ter ocorrido na região Sudeste e atraído oito comissões de astrônomos de diversos países, foi maior (cerca de 60% das citações da década). Nota-se ainda no gráfico um pico acentuado de citações na década de 1940, correspondendo ao eclipse solar de 1947, observado em Minas Gerais e que também trouxe ao Brasil várias expedições de astrônomos do exterior.

Podemos estabelecer uma classificação preliminar dos tipos de matérias mais comuns na cobertura desses eclipses solares pela mídia. As categorias principais se referem a: i) matérias informativas sobre o eclipse; ii) informações sobre as expedições e seus membros, inclusive entrevistas com eles; iii) textos de divulgação científica; iv) matérias que trazem alertas e discutem cuidados que devem ser tomados na observação do Sol; v) textos que fazem críticas sociais ou políticas aproveitando o mote do eclipse ou que discutem a burocracia e os gastos com as expedições; vi) descrições de como o eclipse ocorreu; vii) textos que tratam de credulidades e medos em relação ao eclipse; viii) matérias que discutem os resultados das observações; ix) matérias que abordam fatos diários relacionados com o eclipse; e x) textos que registram as polêmicas e controvérsias sobre a teoria da relatividade.

O ECLIPSE DE 1912 Desses eclipses, o nosso interesse se volta evidentemente para o evento de 1919 e suas repercussões. No entanto, vamos proceder também a uma análise preliminar da cobertura do eclipse de 1912 que, apesar de frustrado pela chuva, atraiu muitas expedições estrangeiras. É interessante considerar essa cobertura midiática de 1912 como um elemento de comparação com a do eclipse de 1919, já que ocorreram em regiões diferentes do país e com

poucos anos de diferença. Além disso, no eclipse de 1912 vieram Eddington e Davidson, que desempenhariam papel fundamental nas observações de 1919, e foi nele que se realizou a primeira tentativa frustrada de se medir a deflexão da luz das estrelas pela equipe do Observatório Nacional Argentino (Córdoba), coordenada por Charles Perrine. Possivelmente foi na interação entre Perrine e Eddington, no Rio de Janeiro, antes do eclipse de 1912, que o astrônomo britânico teve conhecimento da previsão de Einstein sobre a possível deflexão do raio luminoso nas vizinhanças do Sol.

A cobertura da mídia sobre o eclipse de 10 de outubro de 1912 foi bastante significativa, com cerca de 200 matérias na base da HDBN. Jornais cariocas como *A Noite* e *O Paiz* dedicaram muitas matérias ao assunto anteriormente ao eclipse, em especial sobre as expedições estrangeiras, e também nos dias próximos do acontecimento. Vamos destacar alguns aspectos que, de certa forma, se repetiriam na cobertura do eclipse de 1919. Matérias informativas sobre o eclipse, a faixa onde poderia ser visto em sua totalidade e os horários nas diferentes cidades foram descritos em diversos jornais. Tais informações eram, em geral, provenientes do Observatório Nacional (RJ), que as divulgava com antecipação, ou do serviço meteorológico de São Paulo. O jornal *A Noite*, que publicou cerca de duas dezenas de matérias sobre esse eclipse ao longo do ano, especialmente nos dias próximos ao evento, exibiu uma matéria informativa com o mapa da região Sudeste com a faixa do eclipse no dia 24 de fevereiro de 1912. Ela tinha como manchete: “Diversos sábios irão observar no Brasil o eclipse total do Sol que se dará este ano. Algumas informações sobre o fenômeno”. No dia 6 de outubro, quatro dias antes do eclipse, esse jornal faria uma grande matéria, na primeira página, contendo também o mapa da região e informações gerais sobre o evento: “Aproxima-se o eclipse. Informações precisas sobre o interessante fenômeno”. Esse mesmo jornal faria várias matérias sobre o eclipse de 1919, embora em menor número.

Em 1912, jornais cariocas, em particular *A Noite*, *O Paiz* e *O Correio da Manhã*, trouxeram várias matérias sobre a chegada dos astrônomos estrangeiros ao Rio de Janeiro em seus trajetos para o sul do estado de Minas Gerais, com repercussões em outros periódicos do país. Tais matérias traziam quase sempre uma foto e uma pequena biografia dos astrônomos que aqui chegavam. A revista *Careta* publicou uma bela fotografia, no dia 21 de setembro de 1912, na qual estão os astrônomos britânicos Eddington, Davidson e Atkinson logo após desembarcarem no Rio de Janeiro. A montagem dos acampamentos, os astrônomos presentes e as cenas deles em campo, inclusive o chá da tarde dos ingleses foram exibidos em diversas fotografias nas revistas *Careta* e *Fon Fon*. Quase todas as fotos eram de autoria do Augusto Soucasseaux, fotógrafo que acompanhava a expedição brasileira do Observatório Nacional, que ficou sediada na cidade de Passa Quatro. Nesta cidade havia, para cobertura da observação do eclipse de 1912, correspondentes dos jornais *A Noite*, *O Paiz*, *Correio da Manhã*, *A Época* e das revistas *O Malho* e *A Vida Moderna*, além da *Agência Americana*.



Figura 2. Equipe argentina em Cristina (MG), em 1912: Winter, Mulvey e Chaudet. Fonte: Arquivos do Observatório Astronômico de Córdoba

Houve, em alguns jornais, a descrição das atividades astronômicas que as diversas comissões iriam cumprir, assim como dos aparelhos utilizados. No entanto, não localizamos notícias na mídia brasileira que mencionassem a finalidade da expedição do Observatório Nacional Argentino (Córdoba), que ficou sediada em Cristina e que tinha como objetivo medir a deflexão da luz das estrelas ao passar nas vizinhanças do Sol. Na época essa não era uma questão particularmente importante porque não traduzia um confronto entre duas teorias gravitacionais, como viria a ocorrer em 1919.

O jornal *Correio Paulistano* publicou muitas matérias, com especial destaque para a comissão paulista sediada em Cruzeiro e coordenada por José Nunes Belfort Mattos, chefe do serviço meteorológico do Estado. Ele apresentou, na edição de 19 de dezembro de 1912, um relatório das observações que puderam ser feitas, apesar do mau tempo, e com fotos dos membros da comissão. Não conseguimos localizar, na mídia nacional, fotografias das comissões localizadas em outras cidades, como Cristina e Alfenas. Fotos da comissão argentina em Cristina existem nos arquivos do Observatório Astronômico de Córdoba (Figura 2) [5].

Outra dimensão presente em jornais e revistas da época se refere a críticas sociais relacionadas ao evento astronômico. Em 5 de outubro de 1912, a revista satírica *O Malho* traz como legenda de uma charge, onde aparecem astrônomos olhando o eclipse por meio de vários telescópios, a seguinte frase: “Astrônomos de todas as partes do mundo, espanto geral, elevadas despesas por parte dos governos e tudo isto por um mero incidente na contradança dos astros e planetas...”. A mesma revista, no dia 7 de setembro, trouxera uma primorosa charge — infelizmente bem atual — na qual mostra Morize, ajoelhado e suplicante, olhando por uma luneta a verba distante e coberta de teia de aranha na comissão de finanças, que tardava a sair (Figura 3).

Houve também diversas matérias referentes à ida das autoridades governamentais para a observação do eclipse em Passa Quatro, em Minas Gerais, já que até o presidente da república Hermes da Fonseca para lá se dirigiu acompanhado de séquito grande. Isso não ocorreria no eclipse de Sobral, em 1919, no qual não houve a presença de autoridades maiores do estado ou do país.

O fracasso molhado, retumbante e em toda a linha das observações do eclipse de 1912, em função das chuvas generalizadas persistentes no dia do eclipse, repercutiu nos jornais e revistas. O jornal *A Noite* de 11 de outubro de 1912 trazia em manchete garrafal: “O eclipse não pode ser observado no Brasil”. A expressão “logro formidável” coroava a manchete da longa matéria de *A Época* (11/10/1912). Uma charge em *O Malho*, de 23 de outubro de 1912, mostrava astrônomos profissionais e amadores encharcados e tentando observar o céu, e resumia: “Um logro completo!”. No entanto, as relações e cooperações entre vários astrônomos que estiveram naquela região para observar o eclipse e que interagiram, como Eddington, Perrine, Morize e Davidson, foram importantes e ajudariam na preparação das observações bem sucedidas do eclipse de Sobral, sete anos depois.

O ECLIPSE DE 1919 A cobertura do eclipse de 1919 por jornais brasileiros também foi intensa, embora não tanto quanto a de 1912. Jornais do Rio de Janeiro, em especial *A Noite*, *O Paiz*, o *Jornal do Commercio* e o *Correio da Manhã* trouxeram muitas matérias sobre o eclipse daquele ano. Em outros estados, particularmente do Norte e Nordeste, houve também cobertura significativa, em especial pelo *Pacotilha* (MA), *O Jornal* (MA), *Jornal do Recife* (PE) e *O Estado do Pará* (PA).



Figura 3. Charge publicada na revista *O Malho*, em 7 de setembro de 1912, p. 54

Em 1919 houve uma característica nova na cobertura midiática do evento astronômico: jornais locais de Sobral e Camocim (CE) publicaram diversas matérias sobre o assunto antes e durante o eclipse, embora não tenham destacado posteriormente os resultados das observações feitas. Os três jornais de Sobral que deram destaque ao eclipse foram *A Lucta*, com sete matérias entre agosto de 1918 e junho de 1919; *Correio da Semana*, com 18 matérias entre janeiro de 1919 e janeiro de 1920; e *A Ordem*, com 12 matérias de março de 1919 a agosto de 1919. O jornal de Camocim, *Folha do Littoral*, produziu também 12 matérias entre março de 1919 e junho de 1919.

O jornal *A Lucta* foi fundado em 1914 e circulou até 1924. Tinha como diretor-proprietário Deolindo Barreto Lima e, como lema: “Conte-se o caso como o caso foi. O cão é cão, o boi é boi. Diga-se a verdade na Terra embora desabem os céus”. *A Ordem* foi fundado em 1916 e correu até 1941. Era “Órgão do Partido Republicano Conservador Sobralense” e tinha como diretor Plínio Pompeu. O *Correio da Semana* era um jornal ligado à Igreja Católica de Sobral e dirigido pelo padre José de Lima Ferreira. Criado em 1918, circula até hoje.

A primeira notícia sobre o eclipse nos jornais locais apareceu no *Correio da Semana* (11/01/1919), mas foi o jornal *A Ordem* que produziu a primeira entrevista com Morize (21/03/1919), o diretor do Observatório Nacional que havia ido a Sobral para analisar as condições da cidade para receber as comissões astronômicas e para escolher locais de observação. Na entrevista, que ocupou metade da primeira página do jornal, ele respondeu a diversas perguntas não só sobre o eclipse solar, mas também sobre a seca que assolava a região e sobre fontes possíveis para a energia elétrica urbana, que a cidade ainda não possuía. Morize foi muito elogiado por seu trato lano e simples, despido completamente da vaidade que quase sempre acompanha as celebridades, como também pelas suas qualidades invejáveis de fino ‘causer’. Outras entrevistas foram realizadas posteriormente com Morize e com outros astrônomos, como Crommelin e Davidson.

Nas semanas que antecederam a chegada das comissões a Sobral, um assunto galvanizou jornais e revistas do Rio de Janeiro: o atraso na liberação dos recursos, já aprovados no orçamento do país, para a comissão brasileira se deslocar para Sobral e preparar a infraestrutura para a recepção das outras comissões. De fato, a burocracia brasileira quase impediu as observações do eclipse de Sobral! Como reporta jocosamente *O Malho* (26/04/1919), o presidente do Tribunal de Contas teria sugerido a Morize, diante de mais uma solicitação desesperada para a liberação dos recursos: “Adie-se o eclipse”. *O Correio da Manhã* (22/04/1919), *O Paiz* (22/04/1919) e a revista *Careta* (10/05/1919; Figura 4) criticaram igualmente a lentidão burocrática e destacaram que foi a empresa estatal Lloyd Brasileiro que, afinal, emprestou o dinheiro para a expedição da comissão brasileira, por decisão de seu presidente Barbosa Lima.

Um ponto de destaque na cobertura dos jornais da região sobralense foram as matérias de divulgação científica de boa qualidade que produziram. A primeira delas, escrita especialmente

Navegação e Astronomia

Grças ao Tribunal de Contas, a navegação teve agora excelente ensejo de recompensar os benefícios que deve à astronomia.

Ha um importante eclipse do sol nos primeiros dias de Maio proximo, eclipse cuja observação deve ser feita em Sobral, no Ceará.

A caminho daquela cidade do sertão já se acham Mestres astrônomos estrangeiros, que por amor à sciencia vão afrontar a secca, a febre amarella e a falta de conforto.

Os astrônomos brasileiros tambem deviam partir. Sua partida, porem dependia da acquiescencia do Tribunal de Contas á abertura do credito. Esse nobre instituto entendeu, em sua alta sabedoria, distribuida por nove illuminados cerebros, que não havia pressa, podendo o eclipse sem inconveniente ficar adiado.

Os astrônomos, com uma impertinencia sideral, entenderam não concordar com o adiamento do phenomeno celeste; mas o Tribunal é mais poderoso e não concedeu o dinheiro, não por pirraça, mas porque nada tem a vêr com essas bobagens dos astrônomos.

Lembraram-se então de apellar para quem? Para o Lloyd, actualmente desburocratizado pelo Sr. Barbosa Lima.

Os astrônomos tinham que ir para o Ceará em navio do Lloyd. Nada mais natural do que este, alem da passagem, lhes dar tambem roupa lavada e engomada e dinheiro para o bolso.

E ahí está como a Navegação dá uma positiva demonstração de amizade á sua inseparavel amiga — a Astronomia.

Conclusões:
 O Lloyd eclipsou o Tribunal de Contas;
 O Sr. Barbosa Lima, quando acabar de concertar o Lloyd, deverá ser nomeado presidente do Tribunal de Contas.

R.

N. da R. — O tribunal recolheu-se á penumbra, empurrando a culpa para o Ministerio da Agricultura, que se afastou da orbita administrativa, pondo em rotaçao o juizo dos astrônomos, que por um triz deixam de seguir a sua trajetoria para o Ceará.

A ORDEM

ORGÃO DO PARTIDO REPUBLICANO CONSERVADOR

Sobral, 16 de Maio de 1919

O Eclipse Solar de 29 de Maio

NÃO HAVERÁ OUTRO ECLIPSE DE DURAÇÃO IGUAL, VIRIVEL NO BRASIL ANTES DO ANNO 2060 !!

—A CHEGADA DAS COMISSÕES—

A NOSSA REPORTAGEM NOS FOI FORNECIDA PELO REPUTADO GEÓLOGO THEOPHILO LEE, DA COMISSÃO BRASILEIRA.

O FIN SCIENTIFICO DAS TRÊS COMISSÕES

A CHEGADA DAS COMISSÕES

Como é do dominio publico, desde o dia 20 de Abril ultimo Sobral tem a honra de hospedar as comissões científicas de astrônomos estrangeiros e brasileiros. Desempenha a honra de Observatório Nacional de Sobral, sob a direção do Sr. Theophilo Lee, da Comissão Brasileira.

Como sabemos é S. representado a Comissão Inglesa, vista a actualidade da nossa sciencia de princípios puramente científicos, a comissão alemã, vista a actualidade da nossa sciencia de princípios puramente científicos, a comissão americana, vista a actualidade da nossa sciencia de princípios puramente científicos.

Em termos especiais da nossa sciencia, a tarefa de cada uma das comissões é a de estudar a actualidade da nossa sciencia de princípios puramente científicos.

A Comissão Brasileira é composta dos seguintes membros: Dr. Theophilo Lee, diretor do Observatório Nacional de Rio de Janeiro e Professor de física e astronomia da Escola Polytechnica da Universidade de São Paulo; Dr. Domingos Costa, astrônomo, astrônomo do Observatório de Lages; Dr. Lúcio Simões, astrônomo do Observatório de Lages.

O PHENOMENO DO ECLIPSE SOLAR

1. A Coroa.—A coroa é a parte da Lua que se encontra entre a Terra e o Sol, ficando a sua superfície visível da Terra. Assim, é-se que não ha maior parte da coroa que se encontra entre a Terra e o Sol, ficando a sua superfície visível da Terra.

2. A Duração.—A duração do eclipse depende das relativas distâncias entre a Terra e a Lua, e entre a Lua e o Sol. A duração do eclipse varia de 1 a 2 minutos.

3. A Duração.—A duração do eclipse depende das relativas distâncias entre a Terra e a Lua, e entre a Lua e o Sol. A duração do eclipse varia de 1 a 2 minutos.

4. A Duração.—A duração do eclipse depende das relativas distâncias entre a Terra e a Lua, e entre a Lua e o Sol. A duração do eclipse varia de 1 a 2 minutos.

5. A Duração.—A duração do eclipse depende das relativas distâncias entre a Terra e a Lua, e entre a Lua e o Sol. A duração do eclipse varia de 1 a 2 minutos.

SPECTROGRAPHIA

À luz branca não é simples. É composta de luz de todas as cores. Um aparelho prismático permite a separação destas cores, formando-se o espectro solar.

Cada elemento químico, levado a incandescência, emite luz de certas cores, e pela natureza do espectro solar, assim servindo-se da luz para a identificação dos elementos químicos.

DR. PLINIO POMPEU

O Dr. Plinio Pompeu, chefe da comissão brasileira, está em Sobral para estudar a actualidade da nossa sciencia de princípios puramente científicos.

Figura 4. Publicação na revista *Careta*, 10 de maio de 1919

Figura 5. *A Ordem*, 16 de maio de 1919, primeira página

por Morize, com explicações sobre o eclipse, a coroa solar e as pesquisas que seriam feitas pelos brasileiros, foi publicada na *Folha do Littoral*, de Camocim, no dia 23 de março de 1919. O texto de maior destaque, do ponto de vista da divulgação das observações que seriam feitas sobre a deflexão da luz, “O próximo eclipse total do Sol”, foi publicado em *O Estado do Pará* (24/04/1919) e depois reproduzido na *Folha do Littoral* (11/05/1919), no *Correio da Semana* (22/05/1919), este com algumas diferenças em relação ao primeiro) e no *Jornal do Commercio* (29/05/1919). O artigo foi escrito por Crommelin e Davidson, que explicaram as observações que fariam e mencionaram, pela primeira vez no Brasil (e talvez na América do Sul), o nome de Einstein e, de forma muito genérica, o espaço-tempo da nova teoria da relatividade. “A teoria do universo recentemente proposta pelo sr. Einstein envolve essa dupla diferença como consequência [o ângulo de deflexão previsto por Einstein deveria ser duas vezes maior do que a previsão proveniente da física newtoniana]”. Como destacou Crispino [6]: “este texto, assinado conjuntamente por A. C. D. Crommelin e C. Davidson, consistiu na introdução das ideias de Einstein sobre a sua teoria da relatividade na Amazônia”. Trata-se possivelmente do primeiro artigo de divulgação sobre a teoria de Einstein publicado no Brasil. Registre-se que o primeiro artigo nas Américas a mencionar a teoria da relatividade geral e as observações relativas à deflexão da luz

prevista por ela foi possivelmente “Test of the Einstein Theory”, publicado pelo *The New York Times* no dia 10 de junho de 1918.

No dia 16 de maio de 1919, o jornal *A Ordem* dedicou quase toda a sua primeira página para uma extensa e detalhada matéria sobre o que era o eclipse solar, a chegada das comissões estrangeiras e seus objetivos, a explicação da deflexão da luz prevista na teoria de Einstein e o que os astrônomos britânicos tentariam medir (Figura 5).

Segundo o jornal assinala, “a nossa reportagem nos foi fornecida pelo reputado geólogo Theophilo Lee, da comissão brasileira”. Nos dias seguintes os jornais locais trouxeram artigos nos quais se destacam os cuidados com a observação do eclipse e a necessidade do uso de vidros enfumados para se olhar o Sol. Um artigo particularmente interessante de Morize foi publicado em *A Ordem* (24/05/1919); ali ele descreve o eclipse como um fenômeno natural, menciona os temores a ele associados para os povos “selvagens” e conclama a população a se manter em completa calma e em perfeito silêncio e a não promover toque de bandas de música ou lançar fogos de artifício durante o eclipse, o que prejudicaria as observações.

No dia anterior ao eclipse e em 29 de maio, dia do evento, muitos jornais pelo país afora destacaram em primeira página o acontecimento. Alguns trouxeram o mapa do Brasil indicando as faixas do eclipse, como o *Jornal do Commercio* (AM) e o *Jornal do Recife*. Este mencionou as observações de deflexão da luz das estrelas que po-

MARAVILHOSO ESPECTACULO DO ECLIPSE EM SOBRAL

OS TRABALHOS DOS SÁBIOS ESTRANGEIROS E NACIONAIS

Magníficos os resultados obtidos

SOBRAL (Ceará), 30 — (Serviço especial da A NOITE) — Apesar da expectativa do mau tempo ter prejudicado as observações feitas, estas tiveram o melhor êxito, durante o eclipse, conservando-se o céu limpo e oferecendo um espectáculo verdadeiramente maravilhoso. Antes do sol ficar inteiramente coberto pela lua, observou-se o interessante phenomeno da dispersão da luz, vendo-se como que successivas ondas de luz fluctuando sobre o sólo.

A população estacionou nas praças publicas, impressionada com o surprehendente espectáculo que a natureza lhe offerecia. Parecia que a aurora ia romper e, naquella escuridão, os gallos cantavam e as avesilias procuravam agasalho. Foi grande a affluencia de pessoas vindas de diversas localidades vizinhas.

As commissões mostraram-se satisfeitas com o resultado das observações. A commissão inglesa, que obteve 24 photographias, reuniu mais elementos que constam a theoria de Einstein, sobre a gravidade da luz.

A commissão brasileira conseguiu 14 chapas e não obteve mais, por causa de um ligeiro desarranjo no aparelho.

A Prefeitura Municipal installou dois pequenos telescopios, cobrando pequenas quantias nos que desejavam observar o eclipse. Esse dinheiro revertirá a favor da construção do jardim da cidade. Aquelles aparelhos foram disputadissimos.

A commissão americana está tambem satisfeita com as suas observações sobre magnetismo terrestre e electricidade atmosférica, conforme a previsão astronomica.

O phenomeno começou ás sete horas, quarenta e seis minutos e dois segundos, segundo a hora official do Observatorio do Rio.

O commercio manteve-se fechado, durante todo o dia, conservando a cidade um aspecto festivo.

Jornal do Recife

ASSIGNATURAS PARA O EXTRANHEIRO... Fundado por José de Vasconcelos e impresso em machina rotativa ALBERT, unica no Norte do Brazil... PROPRIEDADE E DIRECCÃO DE LUZ PENEIRA DE OLIVEIRA FARIA... TERÇA-FEIRA, 26 DE AGOSTO DE 1919

A LUZ TEM PEZO

IMPORTANTE RESULTADO A QUE CHEGARAM OS RÁDIOS INGLESES QUE VIERAM OBSERVAR O ECLIPSE DE SOBRAL



Um alto, a esquerda: — Em aspecto do eclipse total apinhado a 29 de Maio. A parte iluminada é o conchudo, que encerra de... A direita: — diaza entre o minimo e o maximo — diferentes phases do eclipse; em 1.º A coroa no momento de maximo de actividade do Sol. de 1911, na qual se observa a... de Luz no momento do eclipse.

Figura 6. A Noite, 30 de maio de 1919, primeira página

Figura 7. Jornal do Recife, 26 de agosto de 1919, primeira página

eclipse vários jornais descreveram como ocorreram as observações em diversas cidades do país, particularmente no Ceará. No dia 8 de junho de 1919, a *Folha do Littoral* trouxe uma detalhada matéria sobre o dia do eclipse e as observações ali feitas pelas três comissões. O jornal *A Noite*, por meio de um serviço especial em Sobral, destacou em manchete no dia 30 de maio: “Maravilhoso espectáculo do eclipse em Sobral. Os trabalhos dos sábios estrangeiros e nacionais. Magníficos os resultados obtidos”. Sem qualquer base nos cálculos que seriam efetuados ainda por vários meses, antes de se chegar à comprovação da previsão de Einstein sobre o ângulo de deflexão da luz, mas com ousadia jornalística exagerada, o jornal já anunciava: “As comissões mostraram-se satisfeitas com o resultado das observações. A comissão inglesa, que obteve 24 fotografias, reuniu mais elementos que constata a teoria de Einstein sobre a gravidade da luz.” (Figura 6).

A premonição sobre o resultado das observações dos astrónomos britânicos se repetiria posteriormente em dois outros jornais: no *Correio Paulistano* (02/08/1919) e no *Jornal do Recife* (26/08/1919), com sua manchete já definitiva: “A luz tem peso” (Figura 7). As afirmações otimistas não decorreram dos astrónomos britânicos, que

deriam ou não confirmar a previsão de Einstein (gráfico incorretamente, como em alguns outros jornais, de “Eustein”).

Nos dias seguintes ao eclipse vários jornais descreveram como ocorreram as observações em diversas cidades do país, particularmente no Ceará. No dia 8 de junho de 1919, a *Folha do Littoral* trouxe uma detalhada matéria sobre o dia do eclipse e as observações ali feitas pelas três comissões. O jornal *A Noite*, por meio de um serviço especial em Sobral, destacou em manchete no dia 30 de maio: “Maravilhoso espectáculo do eclipse em Sobral. Os trabalhos dos sábios estrangeiros e nacionais. Magníficos os resultados obtidos”. Sem qualquer base nos cálculos que seriam efetuados ainda por vários meses, antes de se chegar à comprovação da previsão de Einstein sobre o ângulo de deflexão da luz, mas com ousadia jornalística exagerada, o jornal já anunciava: “As comissões mostraram-se satisfeitas com o resultado das observações. A comissão inglesa, que obteve 24 fotografias, reuniu mais elementos que constata a teoria de Einstein sobre a gravidade da luz.” (Figura 6).

foram bastante cuidadosos com colocações sobre qual seria o valor do ângulo de deflexão da luz, mesmo porque ainda não haviam feito as fotografias de comparação do fundo estelar — o que seria feito no início do mês de julho, em Sobral. Em interessante entrevista que concederam, no dia 3 de agosto de 1919, ao jornal *Estado do Pará* — e que seria reproduzida em parte nos jornais *A Noite* e *Jornal do Commercio* — eles responderam ao jornalista que perguntara se ficaria comprovada a teoria de Heinstein [sic]: “Nada podemos dizer enquanto não medirmos as fotografias, umas com as outras. Este serviço faremos com o auxílio de um micrômetro, que é um microscópio, munido de uma escala de linhas muito finas, presa a uma moldura. A marcação das distâncias é feita por meio de um parafuso muito delicado que aciona essa escala. Em [sic] resultado dessas medidas esperamos poder ver se a posição das estrelas nas chapas do eclipse concorda com a das outras chapas, ou se há alguma diferença. Nenhum resultado poderá ser publicado tão cedo, porém esperamos que com nossas fotografias poderemos determinar, de uma vez para sempre, qual das três possibilidades em questão é verdadeira. Se tal acontecer, consideraremos que fomos coroados de sucesso” [6].

Note-se que a primeira divulgação na Europa sobre o fato de as observações favorecerem a teoria de Einstein seria feita por ele mesmo, ao publicar uma pequena nota no *Die Naturwissenschaften*, em 9 de outubro de 1919.

Curiosamente, o anúncio dos resultados das observações das comissões britânicas em Sobral e na Ilha do Príncipe, realizado em Londres no dia 6 de novembro de 1919 por Eddington, Crom-

mellin e Frank Dyson, com pompa e circunstância, gerou pouca repercussão no Brasil. Nos dias seguintes ao anúncio, jornais da Inglaterra (*The Times*, 7 e 8/11/1919) e dos Estados Unidos (*The New York Times*, 10/11/1919 e nos dias seguintes) estamparam em manchetes que ocorrera uma revolução na ciência: a teoria de Einstein suplantara a de Newton. O acontecimento fez com que Einstein, um pesquisador até então conhecido apenas por seus colegas físicos na Europa, se tornasse o cientista mais famoso de todos os tempos. No Brasil, o anúncio de Londres recebeu tímida notícia da agência estrangeira *Havas* (08/11/1919), publicada no dia 9 de novembro nos jornais *O Paiz e Correio Paulistano*. Ela dizia, de forma hermética e confusa: “Os resultados obtidos pelas missões, que foram ao Ceará e à Ilha do Príncipe observar o eclipse solar de maio último, estão causando o mais vivo interesse nos círculos científicos porque esses resultados vem confirmar uma das leis de reflexão do professor suíço Einstein, cujas novas teorias sobre o universo não admitem as leis de Newton”. Não consegui localizar em jornais de Sobral qualquer menção ao anúncio dos resultados que havia sido feito em Londres.

A primeira matéria de qualidade sobre os resultados do eclipse e sobre a teoria da relatividade geral viria da pena de Manoel Amoroso Costa e seria publicada em *O Jornal* no dia 12 de novembro de 1919, apenas seis dias após o anúncio londrino. Com o título *Theoria de Einstein* (Figura 8), é um texto curto e preciso de divulgação científica que termina com a constatação: “é a primeira grande notícia da ciência pura que nos manda, depois da guerra, a Europa sempre fecunda”. Engenheiro e matemático, professor da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, Amoroso escreveria três anos depois um pequeno e precioso livro sobre a nova teoria, a partir de conferências que realizara.

Morize publicaria um artigo no *Correio da Manhã* de 27 de fevereiro de 1920, proveniente de uma conferência na Sociedade Brasileira de Ciências (que se transformaria na Academia Brasileira de Ciências dois anos depois), sobre as observações feitas durante o eclipse de Sobral pela comissão brasileira. Ali ele se refere também aos resultados dos astrônomos britânicos que confirmaram que “revela completo acordo com o que a teoria de Einstein havia previsto”.

À guisa de finalização, apresento, no gráfico da figura 8, a evolução do número de citações que o nome Einstein recebeu nos periódicos brasileiros a partir de 1919 (década de 1910) até a década de 1980.

Ele exhibe o surgimento de um personagem de grande importância no cenário da ciência e da cultura. Possivelmente dados similares poderão ser obtidos se se computar a presença de Einstein na mídia de outros países. O crescimento vertiginoso de sua popularidade, estudada e analisada por vários estudiosos e ocasionada por diversos fatores, está fortemente correlacionada, como vimos, com o eclipse observado em Sobral em 29 de maio de 1919.

Ildeu de Castro Moreira é docente no Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).



Figura 8. Número de citações em periódicos brasileiros em que aparece a palavra “Einstein”

Base: Hemeroteca Digital Brasileira da Biblioteca Nacional

REFERÊNCIAS

1. Einstein, A. “Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie”. *Annalen der Physik* 49, 769-822, 1916.
2. 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.
3. Johnson, P. *Modern times: the world from the twenties to the nineties*. New York: Harper Perennial, 1991.
4. Moreira, I. C. e Videira, A. A. P. (orgs.). *Einstein e o Brasil*. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1995.
5. Paolantonio, S.; Pelliza, L.; Mallamaci, C. C.; Camino, N.; Orellana, M.; Garcia, B. “The Argentinean attempts to prove the theory of general relativity: the total solar eclipses of 1912, 1914 and 1919. Under one sky.” *The IAU Centenary Symposium Proceedings IAU Symposium* (Valls-Gabaud, D.; Hearnshaw, J. & Sterken, C., eds.), n. 349, p. 1 – 5, 2018.
6. Crispino, L. C. B.; Lima, M. C. “A teoria da relatividade de Einstein apresentada para a Amazônia”. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 38, nº 4, e4203, 2016.

O ECLIPSE DE 1919 E A TEORIA DA RELATIVIDADE: RUMO À ILHA DO PRÍNCIPE

Ana Simões

INTRODUÇÃO O eclipse solar total de 29 de maio de 1919 foi observado por quatro equipes de expedicionários — duas britânicas, uma brasileira e outra norte-americana. Das equipes britânicas, uma conduziu o astrofísico Arthur Stanley Eddington (1882-1944) e o especialista em mecanismos de relojoaria Edwin Turner Cottingham (1869-1940) à Ilha do Príncipe, então colônia portuguesa, na costa oeste africana; a outra levou os astrônomos do Observatório de Greenwich, Andrew C.C. Crommelin (1865-1939) e Charles Rundle Davidson (1875-1970), a Sobral, no estado do Ceará, nordeste brasileiro, onde se juntaram às equipes brasileira e norte-americana para observar o fenômeno.

Contrariamente às expedições brasileira e norte-americana, que tinham objetivos tradicionais, tendo realizado observações de astrofísica e de magnetismo terrestre, respectivamente, as equipes britânicas tinham um objetivo singular: testar a recente teoria da gravitação (teoria da relatividade geral) de Albert Einstein (1879-1955) e, em particular, a previsão do encurvamento dos raios luminosos que passam junto de grandes massas gravitacionais, com um valor estimado de desvio de $1,75''$ segundos de arco.

O encontro improvável entre Einstein e Eddington, assim como os motivos que levaram o astrônomo real britânico Frank Watson Dyson (1868-1939), conjuntamente com Eddington, a tentar organizar as comitivas, incluíram ingredientes muito diferentes dos habituais [1], conferindo contornos multifacetados à preparação e execução das expedições num tempo político particularmente adverso associado à Primeira Guerra Mundial e aos contextos diversos, nacionais e coloniais, dos locais de chegada.

Tal como era tradição no contexto da astronomia, redes de contactos entre comunidades de astrônomos foram acionadas para que as equipes expedicionárias recebessem dos países de acolhimento, isto é, do Brasil e de Portugal, todo o apoio necessário, por via das suas instituições e personalidades científicas. Em Portugal, num primeiro momento foi contactada a Sociedade de Geografia de Lisboa, solicitando-se um mapa e informações meteorológicas da Ilha do Príncipe e, num segundo momento, iniciado a 11 de novembro de 1918, o dia em que o armistício foi assinado, sucedeu-se uma troca mais extensa de correspondência entre Eddington e o sub-director do Observatório Astronômico de Lisboa, coronel Frederico Thomaz Oom (1869-1930), com vista à marcação das viagens e acomodação na Ilha do Príncipe.

Para além dos objetivos estritamente científicos, as expedições e as viagens que as integram cruzam sempre ciência e poder, economia



Figura 1. O trajeto dos expedicionários rumo à Ilha do Príncipe
Crédito: Duarte Crawford

e política [2]; deslocam pessoas, instrumentos e objetos, em movimentos dominados por peripécias e contratemplos inesperados; e, apesar do cuidado cirúrgico posto na sua preparação, estão sempre sujeitas a incertezas que testam a tenacidade dos expedicionários mais teimosos.

As expedições organizadas para observar o eclipse solar total de 29 de maio de 1919 não fugiram à regra. No que concerne às expedições britânicas, envolveram dois anos de preparativos em tempo de guerra, que culminaram em cinco minutos de observações sujeitas às partidas do tempo meteorológico. Apesar do apoio financeiro do governo britânico, não houve direito a novos equipamentos e o rigor das medições dependeu de instrumentos construídos ou adaptados de partes pré-existentes, dispersas por vários observatórios britânicos e recolhidas no Observatório Real de Greenwich para os preparativos finais. Foram deslocadas cerca de duas toneladas de material para cada comitiva, para regiões tropicais junto ao equador, situadas a distâncias de pouco mais de 7200 km, no caso do Sobral, e de 5800 km, no caso da Ilha do Príncipe. E, finalmente, o seu sucesso dependeu da participação de astrônomos do Brasil e Portugal, de membros das elites locais, mas também de trabalhadores e serviços que ficaram para sempre anônimos.

Para além das comunicações e publicações científicas, alguns dos astrônomos britânicos em trânsito, e muito em particular



Eddington, produziram comentários e até relatos mais ou menos circunstanciados das peripécias associadas às viagens que os levaram a lugares tão longínquos e exóticos. Os relatos de Eddington são o objeto deste artigo. Produzidos por um astrônomo experiente e exímio comunicador, oferecem ao leitor um olhar sobre paisagens, locais, pessoas e experiências alheios à rotina diária do seu autor.

DE LIVERPOOL AO FUNCHAL, COM PASSAGEM POR LISBOA Depois de dois anos de negociações e longos meses de preparativos, culminando nos trabalhos finais de adaptação de instrumentos e construção do material, na véspera da partida os expedicionários deslocaram-se de Greenwich para Liverpool, trazendo consigo o equipamento. Saíram do porto de Liverpool rumo a Lisboa, no vapor Anselm, no dia 8 de março.

As impressões do vapor foram muito positivas. Maior e mais confortável que as expectativas, com cerca de 60 passageiros de primeira classe a bordo, as cabines partilhadas dois a dois, uma por Eddington e Cottingham e a outra por Davidson e Crommelin, estavam bem colocadas a uma altura apreciável do nível do mar. Apesar das boas condições gerais da viagem, a passagem pelo Golfo de Biscaia foi turbulenta [3].

A vida a bordo refletia alguns dos constrangimentos do tempo de guerra, apesar do armistício já ter sido assinado: os passageiros não podiam ser informados nem da localização nem da rota. Mas, para além disso, tudo se passava como se os tempos fossem de normalidade,

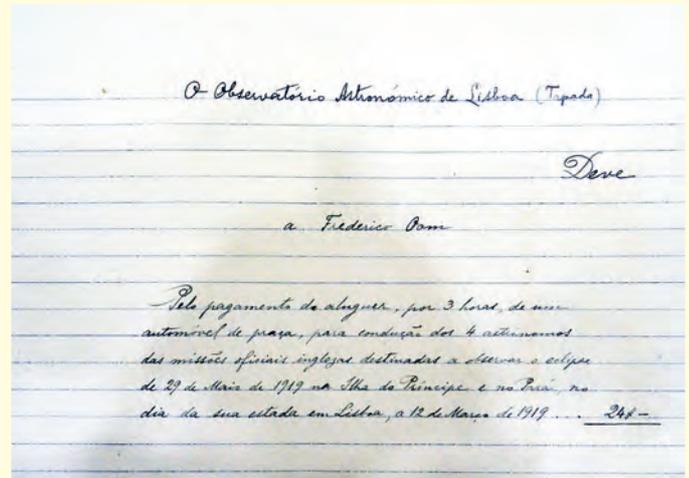


Figura 2a. Observatório Astronômico de Lisboa. Crédito: Arquivo Nacional Torre do Tombo, PT/TT/EPJS/SF/008/09595

Figura 2b: Bilhete de Frederico Oom. Crédito: Arquivo MUHNAC/OAL

de, muito especialmente no que dizia respeito à diversidade, qualidade e quantidade dos alimentos, em que abundavam açúcar, carne, pão branco e pudins. A sociabilidade era a típica das embarcações de longo curso e incluía refeições com o capitão, jogos e conversas entre os passageiros de várias nacionalidades, entre os quais se encontrava um astrônomo amador britânico que ia missionar na Amazônia.

A chegada em Lisboa ocorreu no dia 12. Frederico Oom esperava-os. Visitaram o Observatório Astronômico de Lisboa durante cerca de duas horas, conheceram o diretor César Augusto Campos Rodrigues (1836-1919), um velho charmoso (de 82 anos) que não aparentava ser um vice-almirante [4], e admiraram a Tapada da Ajuda em que o observatório se localizava, com as amendoeiras em flor. A viagem até o observatório e o regresso ao barco foram feitos num carro que Oom alugou por três horas com o propósito de lhes mostrar um pouco de Lisboa e, em particular, da zona de Belém [5]. Ao contrário das impressões de 1912, em que Eddington referia que Lisboa não parecia uma capital europeia, mas antes um entreposto comercial, em jeito de grande mercado [6], agora Eddington notava apenas que Lisboa parecia muito pacífica, ainda que cheia de soldados e sem polícia à vista.

A verdade é que, a todas as incertezas e contratempos de uma viagem planejada em plena Grande Guerra, acrescia-se também a situação política de uma enorme instabilidade por que Portugal passava desde finais de 1917. Tratou-se do processo que conduziu Sidónio Pais, em maio de 1918, à presidência da República que ele acumulou com o cargo de primeiro ministro. Foi um período acompanhado por modificações impostas à matriz republicana que vigorara até então e que conferiram ao mandato de Pais um cunho presidencialista e ditatorial que culminou no seu assassinato, em 14 de dezembro de 1918. Em carta a Oom, datada de 4 de fevereiro de 1918, Eddington

escrevia: “Verificamos que todas as viagens de barco para Lisboa estão presentemente canceladas — suponho que devido à revolução. Confiamos que o senhor e o Observatório se encontram ilesos.” Referia-se naturalmente à instauração da junta revolucionária de 1917 por Sidónio Pais. Afinal, foi possível parar em Lisboa e não admira, pois, que se espantasse com a calmaria presenciada.

É de notar que na correspondência trocada, e apesar dessa menção à revolução, Oom nunca fez quaisquer comentários relativos à situação política nacional. É claro que o dever de ajuda científica aos astrónomos expedicionários fazia parte da sua ética enquanto homem de ciência. Sempre o tinha afirmado e praticado. Assim fezera quando preparou, com minúcia e profissionalismo, a recepção às equipas de astrónomos estrangeiros que se deslocaram a Portugal para observar o eclipse de 1900, visto na totalidade no país [7]. A esse sentido de missão acrescia, muito possivelmente, a crença na disjunção entre as esferas científica e política, ainda que na prática Oom pugnassem por afirmar o Observatório como uma instituição republicana, empenhada na construção de uma nova cidadania para a qual a ciência era peça chave.

Em 13 de março, os astrónomos deixaram Lisboa rumo ao Funchal onde chegaram no dia seguinte, por coincidência o dia em que Albert Einstein (1879-1955) completava 40 anos. Depois de um passeio pela cidade, fizeram-se as despedidas de Davidson e Crommelin, num almoço num restaurante, visto que estes iam regressar ao Anselm, rumo a Belém do Pará, e Eddington e Cottingham permaneceriam na Madeira, à espera do vapor para a Ilha do Príncipe.

MADEIRA. IMPRESSÕES DE UMA ILHA ATLÂNTICA Eddington e Cottingham instalaram-se no Hotel Bela Vista (Jones’ Bella Vista), gerido por britânicos e com muitos hóspedes dessa nacionalidade, a cerca de 10 minutos a pé do centro da cidade. Para vencerem os declives urbanos acentuados, os viajantes recorreram amiúde a carros de bois (sem rodas, quais trenós) e notaram a predominância de bananeiras, canas de açúcar, vinhas, palmeiras e cactos. Eddington notou também a existência de uma fruta que desconhecia: “as nêspas, parecidas com alperces mas com sabor próximo do das cerejas” [8].

Eddington sentiu-se muito bem na Madeira. As temperaturas eram elevadas face aquelas a que estava habituado, mas eram do seu agrado; e o clima soalheiro alternava com ventos do deserto e chuvas tropicais. Enquanto Cottingham, já com cinquenta anos e avesso a grandes caminhadas, preferia socializar na cidade, Eddington aproveitou para conhecer a ilha. Subiu ao Terreiro da Luta, ao pico do Areeiro, ao Curral das Freiras, mas também ao Poiso, ao Ribeiro Frio e aos seus balcões, assinalando altitudes apreciáveis e percorrendo às vezes mais de 25 milhas por caminhada. Apreciou as levadas, mas não gostou das praias rochosas e sujas, ainda que tomasse amiúde banho numa localidade próxima do Funchal, indicada por um jovem britânico em tratamento na Madeira, de quem se tornou amigo e com quem fez várias caminhadas e partidas de xadrez [9].

Quanto à alimentação, Eddington perdeu-se pelas bananas locais, comendo cerca de uma dúzia por dia, classificou a “carne, de cordeiro, vitela e os bifés, como extremamente boa e a melhor que alguma vez provei” [10], e apreciou também o tabaco local.

Os dois viajantes não resistiram aos atrativos do casino, onde iam quase diariamente tomar chá e também, claro, apreciar a emoção de um jogo de roleta, proibido na Madeira mas ainda assim praticado com a complacência da polícia e, no caso deles, também com grande moderação. Entre os seus interlocutores encontravam-se um médico inglês, familiar de Lord Kelvin e, na parte final da estada, um diretor de um jornal local que os ajudou a ultimar a papelada para rumarem a Ilha do Príncipe, divulgando pormenores da expedição no seu periódico [11].

DE FUNCHAL A ILHA DO PRÍNCIPE Eddington e Cottingham ficaram 26 dias no Funchal, partindo no dia 9 de abril para o porto de Santo António, na Ilha do Príncipe, a bordo do vapor Portugal da Companhia Nacional de Navegação, com parada nas ilhas de Cabo Verde, em São Vicente, em 13 de abril, onde se encontrava uma importante estação de cabo submarino telegráfico e, no dia seguinte, 14 de abril, na ilha de Santiago, na cidade da Praia [12].

O vapor Portugal era de dimensão semelhante ao Anselm, também agradável e espaçoso, tal como a cabine em que os astrónomos se instalaram. No entanto, não tinha espreguiçadeiras de aluguel nem instalações para exercício [13].

Cerca de 20 passageiros viajavam em primeira classe, incluindo vários portugueses e sete britânicos, entre os quais se encontravam, para além dos expedicionários, três homens que se dirigiam à estação de cabo de São Vicente, outro que ia dirigir uma refinaria de açúcar e, finalmente, uma jovem missionária, a quem os passageiros dedicavam toda a atenção. A bordo ia também um português, oficial de armada, que falava bem inglês [14]. As atividades de lazer compreendem jogos variados, entre os quais jogos de tabuleiro (xadrez) e pequenas peças de teatro, pois havia atores a bordo. A comida era boa, incluía carne tenra e sorvetes, mas não particularmente apelativa para o gosto de Eddington, que sofria também com o chá de má qualidade. Mais uma vez, não havia sinais de racionamento, com açúcar e manteiga à vontade e “comendo-se num dia a quantidade de carne da ração semanal” [15].

O tempo esteve quente, o céu límpido com noites de luar até à chegada a São Vicente, uma ilha árida, quente e úmida, com temperaturas na ordem dos 29°C à sombra, onde passageiros desceram e outros entraram. Os expedicionários britânicos aproveitaram para visitar a estação de Cabo, nodo de comunicações com o hemisfério sul e ponto estratégico durante a Grande Guerra. A próxima parada foi a cidade da Praia, onde o vapor ficou por poucas horas, seguindo viagem para a Ilha do Príncipe.

Apesar de terem acabado de passar por um dos centros nevrálgicos de comunicações entre a Europa, os Estados Unidos da América e o hemisfério sul (o outro situava-se nos Açores), a verdade

é que os viajantes se sentiam progressivamente mais afastados de tudo e todos. Poucas ou nenhuma notícia da situação política internacional tinham recebido desde a sua partida do Reino Unido, situação que não tinha sido atenuada pela passagem rápida por Lisboa nem pela estada prolongada no Funchal, onde os jornais publicavam fundamentalmente notícias locais. Dirigiam-se assim para o desconhecido, junto ao equador, e as amarras ao tempo político iam-se esfumando, criando enorme ansiedade nos viajantes, que também nada sabiam dos colegas expedicionários dos quais tinham se despedido no Funchal.

PRÍNCIPE. IMPRESSÕES DE UMA ILHA EQUATORIAL Durante o percurso de Cabo Verde a Ilha do Príncipe, o tempo muito nublado nunca permitiu avistar terra, apesar da rota do navio não se afastar mais de 40 milhas do continente. Viram, sim, muitos peixes voadores e bandos de tartarugas, mas nunca baleias ou tubarões [16]. Ao fim de vários dias, em 23 de abril, os expedicionários chegaram finalmente ao porto de Santo Antônio.

Os portugueses chegaram às ilhas de São Tomé e Príncipe em 1470, seguindo-se esforços para o seu povoamento, com a introdução da cana de açúcar no século XV, cultura que se encontrava em franco declínio no século XVII devido tanto à concorrência do Brasil como a revoltas locais, o que acabou por reduzir as ilhas a entrepostos de escravos. Unidas administrativamente em 1753, no início do século XX, a colônia de São Tomé e Príncipe tinha-se tornado um expressivo produtor mundial de cacau e de café [17].

As impressões da ilha foram logo positivas, a densa vegetação luxuriante a descer abruptamente até ao mar, contrastando agradavelmente com a aridez de Cabo Verde [18]. Ainda a bordo, foram recebidos pelo administrador em exercício da Ilha do Príncipe, Vasconcelos, pelo representante da Sociedade de Agricultura Colonial, Grazeira, e pelo presidente da Associação de Plantadores, Jerónimo José Carneiro, um homem jovem estabelecido na ilha há pouco mais de dois anos, cuja família era proprietária, desde 1875, da roça Sundy, uma das maiores plantações do local. Essa recepção formal, incluindo as individualidades que representavam as várias instituições oficiais e roças particulares da ilha não deixava dúvidas sobre a importância concedida pelas autoridades portuguesas aos viajantes e ao propósito da viagem. Tal como referiram “percebemos rapidamente que nos tinha saído a sorte grande” [19].

Apesar dos viajantes não darem informações sobre a população, estima-se que naquela altura não deveria ultrapassar os 6000 habitantes, dos quais provavelmente cerca de 3% eram portugueses ou europeus e a grande maioria eram trabalhadores das roças [20]. Ainda que a escravatura tivesse sido oficialmente abolida em 1875, a verdade é que o fluxo de trabalhadores vindos de Angola, Cabo Verde e Moçambique para as roças de São Tomé e Príncipe

configurou uma situação de trabalhos forçados próxima da escravatura. Essa situação esteve na origem dos conflitos que opuseram o governo português e as autoridades britânicas, nos anos que precederam a implantação da república, pouco mais de uma década antes da viagem dos expedicionários. Com efeito, a empresa familiar Cadbury, um dos maiores compradores do cacau da Ilha do Príncipe, não queria de forma alguma estar envolvida em transações comerciais envolvendo “cacau escravo” [21], dadas as preocupações humanitárias que a sua afiliação religiosa (quakers), a mesma da de Eddington, lhes infundia.

Durante a estada na ilha, o círculo de relacionamentos dos expedicionários foi naturalmente restrito, e compunha-se, para além dos acima referidos, do juiz, do capitão do porto, do tesoureiro, do curador responsável pelo “trabalho importado” [22], de um empregado de escritório de Jerónimo Carneiro assim como de Atalaia, o administrador da roça Sundy, antigo oficial de cavalaria que tinha lutado pela monarquia em 1910 e, depois de passar por Espanha e França, se tinha refugiado ali há quatro anos; e, finalmente, os negros britânicos Lewis e Wright, os únicos dois trabalhadores da Estação de Cabo. Com exceção destes últimos [23], poucos falavam inglês, não passando as conversas de frases básicas, apoiadas por olhadelas no dicionário. A convivência próxima estabelecida entre Atalaia e Eddington desenrolou-se em francês sumário (o que Cottingham, ainda assim, desconhecia totalmente), mas suficiente para se fazerem entender e até debater temas de interesse comum, principalmente depois do jantar, quando, já na roça Sundy, os trabalhadores vinham discutir com Atalaia os mais variados assuntos.

Na pequena povoação de Santo Antônio, a que passaram logo a chamar cidade, ficaram instalados na residência de Jerónimo Carneiro, uma vivenda nova com uma bela vista para a baía, onde coabitavam pacificamente um macaco, um cão e um gato. Dois dos quatro dias que ficaram na “cidade” foram aproveitados para retemperar forças, passear de lancha ao largo do porto e jogar ténis com o juiz e o curador. As noites foram ocupadas em amena cavaqueira, ao som de música clássica da pianola e gramofone de Jerónimo Carneiro. Dois dos dias foram reservados à escolha do local das observações, no primeiro visitaram de mula as roças Esperança e São Joaquim, no segundo a roça Sundy. Ao chegarem à Sundy, as dúvidas sobre a localização desvaneceram-se.

A casa fica perto da ponta noroeste da ilha, longe das montanhas, num planalto com vista para uma baía situada cerca de 500 metros abaixo. Tínhamos notado esta casa quando nos aproximamos da ilha no vapor. Foi fácil decidir que este era o local mais favorável; e aconteceu que existia um recinto fechado perto da casa que nos servia perfeitamente. Viamo-lo diretamente da janela do nosso quarto. É abrigado a leste por um edifício e aberto em direção ao

**A RECEPÇÃO
NÃO DEIXAVA
DÚVIDA SOBRE A
IMPORTÂNCIA
CONCEDIDA AOS
VIAJANTES E AO
PROPÓSITO
DA VIAGEM**



Figura 3. Casa principal da roça Sundy, na traseira da qual foram realizadas as observações. Créditos: herdeiros de Jerônimo José Carneiro

mar, a oeste e a norte - o ideal para o eclipse. Tratamos logo de fazer construir um pedestal para o celóstato e de que a nossa bagagem nos fosse entregue na segunda-feira. [24]

A roça Sundy, tal como todas as roças da ilha, era uma espécie de pequena povoação, organizada em torno da casa principal do administrador, e exibindo capela, escola, hospital, habitações dos trabalhadores que, naquela altura, totalizavam mais de 600, escritórios, armazéns, casa de secagem, oficinas, estábulos e propriedades agrícolas. O espaço escolhido para as observações, na traseira da casa principal onde os astrónomos ficaram instalados, tinha de coordenadas $1^{\circ} 40' N$, $29^{\circ} 32' E$ ($7^{\circ} 23' E$) [25]. Os astrónomos mudaram-se para a roça no dia 28 de abril, usando como transporte mulas e carruagem. Chegaram primeiro os astrónomos e só depois as duas toneladas de bagagem que aproveitou os carris da roça, ainda que durante um trecho de cerca de 1 milha fosse carregada por trabalhadores locais.

Foi com a ajuda desses trabalhadores, incluindo carpinteiros e mecânicos, que começaram imediatamente os preparativos da instalação, iniciados com a construção de duas tendas que resistiram “esplendorosamente a um dilúvio” mal foram erigidas, passando assim um exigente teste natural à sua eficácia. A instalação do material (tendas, telescópio, celóstato e mecanismo regulador) prosseguiu mas foi tomada a decisão de não desempacotar o espelho do celóstato para que a umidade não o danificasse. Em carta enviada a Oom, datada de 4 de maio, Eddington refere a ajuda inestimável que lhes estava sendo concedida e acrescenta: “Tudo o que precisamos agora é de um bom dia para o eclipse” [26].

O adiamento dos trabalhos e o isolamento da Sundy levou os astrónomos a regressarem a Santo Antônio durante uma semana, entre 6 e 13 de maio, para voltarem definitivamente à Sundy ainda a 13 de maio. Nessa última etapa finalizaram a instalação dos instrumentos e procederam a sua afinação e verificação. A partir de 16 de

maio foram tiradas fotografias em noites claras, que foram reveladas também durante a noite, um processo lento devido à temperatura demasiado elevada da água.

Depois de chuva copiosa a 9 de maio, a gravana, ou estação fria, instalou-se. Deixou praticamente de chover, mas o céu encobriu-se e as condições meteorológicas pareciam muito menos favoráveis à observação do que durante a estação anterior, chuvosa. É bem possível que Eddington começasse a temer pelo resultado da expedição e recordasse o fracasso da observação em Passa Quatro, no Brasil, em 1912, e o de tantos outros astrónomos que tinham visto o esforço hercúleo das suas equipas coroado pelo desapontamento de nada conseguirem observar. Se houve ainda alguns dias desanuviados, os dois dias antes do eclipse foram muito desfavoráveis, os piores até então, e não auguravam nada de bom.

O ECLIPSE DE 29 DE MAIO DE 1919. OBSERVAÇÕES E INVISIBILIDADES Já no barco de regresso à Europa, a descrição que Eddington fez do eclipse, em carta à mãe, é um depoimento claro e detalhado que revela todo o espectro de emoções vividas naqueles pequenos instantes em que tanto trabalho e expectativas convergiam e que as partidas do tempo teimavam em torpedear:

Na manhã do eclipse, o Sr. Carneiro, o curador, o juiz, o Sr. Wright e três médicos juntaram-se a nós. Assim que chegaram, uma tempestade violenta de chuva desabou sobre nós, a mais forte que presenciamos. Era muito incomum naquela época do ano; mas foi favorável ao eclipse, pois ajudou a limpar o céu. A chuva parou por volta do meio-dia (o eclipse era às 2:15pm). Apareceram alguns raios de sol depois da chuva, mas o céu ficou nublado de novo. Por volta da 1:30pm, quando a fase parcial estava avançada, começamos a vislumbrar o sol, à 1:55pm, podíamos ver o crescente (através das nuvens) quase continuamente, e grandes manchas de céu claro começaram a aparecer. Tivemos que ter fé e acreditar que o nosso programa de fotografias ia ser executado. Não vi o eclipse, estive demasiado ocupado a trocar as placas, exceto por um relance para ter a certeza de que tinha começado, e outro a meio para ver quantas nuvens havia. Tiramos 16 fotografias (das quais 4 ainda não foram reveladas). São todas boas fotos do Sol, mostrando uma proeminência notável; mas as nuvens interferiram muito nas imagens das estrelas. As primeiras 10 fotografias praticamente não mostram estrelas. As últimas 6 mostram algumas imagens que, espero, nos darão o que precisamos; mas é muito decepcionante. Tudo indica que os nossos dispositivos foram bastante satisfatórios e, com um tempo mais desanuviado, deveríamos ter obtido resultados esplêndidos. Dez minutos depois do eclipse, o céu estava limpo, mas pouco depois ficou nublado de novo.

Revelamos 2 fotografias por noite durante 6 noites após o eclipse, e passei os dias a tirar medidas. O tempo nublado prejudi-



Figura 4. Proeminência solar (orientação leste). Príncipe, 1919. 2h 13m 28s G.M.T., exposição 10s (through cloud). Crédito: Arquivo MUHNAC/OAL, PT/MUL/OAL/C/240

cou os meus planos e tive que analisar as medidas de um modo diferente do que pretendia; consequentemente, não consegui fazer nenhum anúncio preliminar do resultado. Mas a placa melhor que medi deu um resultado em concordância com Einstein e acho que consegui uma pequena confirmação de uma segunda placa. [27]

Na verdade, como era de se esperar, há diferenças substanciais entre o relato privado, transcrito acima, e a descrição incluída no artigo conjunto publicado nas *Transactions of the Royal Society of London* [28], após a apresentação pública, na reunião conjunta da Royal Society of London e da Royal Astronomical Society, ocorrida a 6 de novembro de 1919. Não tanto ao nível das informações fornecidas, que são sensivelmente as mesmas, mas na maior precisão na identificação dos instantes da totalidade e, principalmente, na ausência de referência às emoções sentidas. A descrição pública adjetiva a “excelência” das fotografias e a “notabilidade” da proeminência mas omite a referência à decepção provocada pelo mau tempo, à fé em acreditar na execução do programa e, finalmente, à esperança que os resultados comprovassem a previsão de Einstein.

Mais curioso é notar a forma como Eddington se refere ao eclipse quando, em 1920, no mesmo ano do artigo conjunto, publicou *Space, time and gravitation*, um livro de divulgação que introduz, de

forma não técnica, o público leigo ao formalismo e aparato conceptual da teoria da relatividade. Dois dos capítulos são dedicados às previsões da teoria da relatividade geral, sendo o capítulo “Pesando a luz” consagrado às expedições e aos seus resultados. Nele, descreve em termos poéticos o momento mágico da totalidade, de enorme beleza, expectativa e muita azáfama:

A caixa de sombra ocupa toda a nossa atenção. Há um maravilhoso espetáculo acima e, como revelaram as fotos, uma maravilhosa proeminência-chama está posicionada a cem mil milhas acima da superfície do Sol. Não temos tempo nem para uma olhadela. Estamos conscientes apenas da estranha meia-luz da paisagem e do silêncio da natureza, interrompidos pelas chamadas dos observadores e a batida do metrônomo, que conta os 302 segundos de totalidade. [29]

Em termos do conteúdo dos relatos escritos identifica-se, assim, uma gradação decrescente de emoções, da riqueza da comunicação privada, que põe a nu os sentimentos do astrônomo, ao texto de divulgação, que descreve com comoção a paisagem e o ambiente mas omite referências ao sentir do astrônomo e, finalmente, à publicação científica, factual e mais detalhada nos pormenores e informações técnicas.

Note-se ainda que no artigo científico se omite a referência às testemunhas locais que acompanharam o trabalho dos expedicionários, enumeradas na carta à mãe (os “Sr. Carneiro, o curador, o juiz, o Sr. Wright e três médicos juntaram-se a nós”) e intuídas pelo leitor atento do livro de divulgação, através da menção aos “observadores” que faziam o chamamento crucial à mudança de chapas nos instantes devidos. Assim, apesar da sua invisibilidade, dois tipos de atores locais participaram diretamente nas experiências: os trabalhadores, que forneceram a mão de obra para a construção de suportes para os instrumentos ou estruturas de proteção de toda a aparelhagem, e os membros da elite local que participaram nas observações da totalidade. Estes vieram juntar-se aos astrónomos, autoridades e individualidades nacionais e coloniais, que asseguraram o sucesso da viagem e da permanência dos expedicionários em Funchal e na Ilha do Príncipe.

Os dias que se seguiram ao eclipse foram ocupados na revelação e medição de 12 das 16 chapas tiradas. Na Ilha do Príncipe, como em Sobral, recorreram à ajuda local, neste caso ao gelo fornecido por Grazeira para assegurar condições de temperatura adequadas da revelação [30]. Ainda assim, quatro das chapas não puderam ser reveladas dada a composição do seu material ser inadequada às condições locais [31]. Entretanto, foi tomada a decisão de não ficarem na ilha para obter as chapas extras de comparação, pois um “braço de ferro” entre o governo português e a companhia de navegação quanto ao preço dos bilhetes anunciava uma greve sem fim à vista. Optaram por recorrer às tiradas no início do ano em Oxford, em condições razoáveis mas não ideais, para funcionarem como chapas de comparação [32].

Os dias restantes até a partida foram ocupados numa caçada de macacos, abundantes na ilha a ponto de haver trabalhadores das

roças destacados proposadamente para os afastarem das árvores de cacau; num passeio a uma das dependências da Sundry onde se plantava uma variedade muito especial de cacau: “era uma visão linda ver as grandes vagens douradas em tal número que a floresta parecia iluminada por lanternas chinesas” [33]; numa visita à Lapa, propriedade da Sociedade Agrícola Colonial, onde nadaram com cautela por causa dos tubarões e onde comeram peixe na praia, uma faixa de areia muito branca que se estendia entre os coqueiros e o mar; e numa visita à pequena ilha Bom Bom e às ruínas da habitação apalaçada de uma conhecida negociante de escravos.

REGRESSO E ANÚNCIO Com ajuda oficial, os astrónomos conseguiram lugar no navio superlotado S.S. Zaire, partindo em 12 de junho de Santo Antônio, na companhia de Jerónimo Carneiro. Partilharam cabine com um tripulante português, reencontraram a jovem missionária com quem tinham feito a viagem para a Ilha do Príncipe e conheceram uma outra missionária quaker.

A viagem de regresso, pior e mais lenta que a da ida, foi amenizada por um telegrama de Dyson que afirmava: “a equipe do Brasil foi bem sucedida” [34]. Na verdade, o telegrama enviado por Crommelin a Dyson dizia “Eclipse esplêndido”, o que, de acordo com o código pré-estabelecido, significava um eclipse perfeito, enquanto que o de Eddington anunciava “Através de nuvens. Esperançoso” [35], quebrando o código, mas mantendo o otimismo, apesar da decepção [36].

Passaram pela cidade da Praia no dia 20 de junho e chegaram a Lisboa em data incerta, entre 30 de junho e 2 de julho. De Lisboa partiram a bordo de um vapor também superlotado da Royal Mail Steam Packet Line, chegando a Liverpool em 14 de julho.

O verão foi passado no trabalho de análise e redução dos dados das fotografias tiradas na Ilha do Príncipe e em Sobral, ao mesmo tempo que Einstein se sentia cada vez mais apreensivo na ausência de notícias. A 22 de setembro, Einstein recebeu a indicação de que os resultados apontavam no sentido das suas previsões [37].

Conhecem-se os detalhes da apresentação pública, em 6 de novembro, na célebre sessão conjunta referida acima [38], que se revestiu de enorme pompa e circunstância. Os resultados obtidos eram compatíveis com as previsões de Einstein. A análise do que se passou nessa reunião e o seu impacto no Reino Unido, na Alemanha, no Brasil, em Portugal e no resto do mundo, não podem ser abordados neste artigo. Basta referir que as suas repercussões, tanto científicas como populares, incluíram discussões aceras e, ao mesmo tempo, catapultaram Einstein para o estrelato científico, eclipsando, no processo, os próprios expedicionários.

À LAIA DE CONCLUSÃO Não quero terminar sem ponderar as razões da ausência de referências, nas cartas e publicações de Eddington, ao trabalho nas roças e ao “cacau escravo”, tanto mais que, à primeira vista, as suas convicções e práticas religiosas apontariam em sentido contrário. Contudo, numa segunda leitura, a consideração pelos

valores éticos da educação de Eddington, ocorrida numa sociedade de estrutura marcadamente classista, assim como as expectativas comportamentais nas relações entre anfitrião e convidado na roça Sundry, permitem entender a ausência desse assunto, tanto nos relatos públicos como nos privados.

A esses aspectos acresce-se a visão que os cientistas foram arquetizando, pelo menos desde o século XVII, da ciência, dos cientistas e do seu *métier*, que os colocava nos antípodas da sociedade real em que existiam. Essa foi, aliás, a visão que subjaz à estratégia desenvolvida apaixonadamente por Eddington no pós-expedição. Empenhou-se em apresentá-la ao mundo como instância por excelência de internacionalismo científico, tanto mais cativante quanto tinha decorrido numa situação política de conflito bélico entre o país dos astrónomos que mediram o encurvamento e o do físico que o previu. Apesar de atraente, essa narrativa é uma construção de uma comunidade (a dos cientistas), empenhada em afirmar a sua importância e estatuto socioprofissionais e hegemonia epistemológica. Muitas vezes, no passado como no presente, e o caso do eclipse de 1919 oferece um exemplo significativo nesse sentido, construção narrativa e prática científica entram em conflito, por vezes de forma dramática. Tendo estes aspectos em mente a invisibilidade do cacau escravo deixa, mais uma vez, de ser surpreendente, ainda que se mantenha incômoda. É antes, sim, um sinal dos tempos. É antes, sim, reflexo das construções narrativas, das mitologias, de uma comunidade.

Ainda que parciais e de formatos e extensão diversos, uns de cariz privado e outros públicos, os relatos que Eddington deixou da sua aventura entrelaçam impressões pessoais, comentários subjetivos e considerações científicas. Analisados em conjunto, permitem reconstituir as vivências da expedição e evidenciar as suas múltiplas facetas, científicas, sociais e políticas. Reveladores, tanto pelo que mencionam como pelo que omitem, esses relatos são uma componente essencial para a reconstrução da história do eclipse de 1919, rumo a uma história global.

Ana Simões é professora catedrática do Centro Interuniversitário de História das Ciências e Tecnologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço o apoio dos Master and Fellows of Trinity College, Cambridge, pelo uso da correspondência de Eddington, e da Fundação para a Ciência e Tecnologia, Portugal, no âmbito do projecto UID/HIS/00286/2019.

NOTAS E REFERÊNCIAS

1. Crellin, J. *Einstein's jury. The race to test relativity*. Princeton: Princeton University Press, 2006; M. Stanley, *Practical mystic: religion, science and A.S. Eddington*. Chicago: Chicago University Press, 2007; Mota, E., Crawford, P., Simões, A. “Einstein in Portugal: Eddington's

- expedition to Príncipe and the reactions of portuguese astronomers (1917-1925). In: *British Journal for the History of Science*, 42, pp. 245-73, 2009; Simões, A. "O eclipse de 29 de maio de 1919 e a teoria da relatividade. Um encontro improvável". In: *Gazeta de Física*, 42, pp. 4-7, 2019.
2. Pang, A. S. K. *Empire and the Sun. Victorian solar eclipse expeditions*. Stanford: Stanford University Press, 2002.
 2. Crommelin, A. C. C. "The eclipse expedition to Sobral". In: *The Observatory*, 42, pp. 368-71, p. 368, 1919.
 3. Trinity College Library, Cambridge. Correspondência de Eddington (TCL: EDDN A4/2). 15 de março de 1919. Neste artigo baseio-me nas cartas de Eddington à mãe Sarah Ann Eddington e à irmã Winnifred Eddington. No que se segue e no que se refere às cartas à mãe indiquei, por simplicidade, apenas a data da carta.
 4. Crommelin, (ref. n.3), p. 368; TCL: EDDN A4/2. 15 de março de 1919; Arquivo MUHNAC/OAL (Arquivo do Observatório Astronómico de Lisboa): Bilhete de F. Oom.
 5. TCL: EDDN A4/2. 3 de setembro de 1912.
 6. Carolino, L. M.; Simões, A. "The eclipse, the astronomer and his audience: Frederico Oom and the total solar eclipse of 28 may 1900 in Portugal". In: *Annals of Science*, 69, pp. 223-226, 2012. Carolino, L. M.; Simões, A. "Frederico Oom e a promoção da astronomia em Portugal". In: *Gazeta de Física*, 42, pp.17-20, 2019.
 7. TCL: EDDN A4/2. 15 de março de 1919.
 8. TCL: EDDN A4/2. 27 de março, 6 e 13 de abril de 1919.
 9. TCL: EDDN A4/2. 27 de março de 1919.
 10. TCL: EDDN A4/2. 13 de abril de 1919.
 11. TCL: EDDN A4/2. 20 de abril de 1919.
 12. TCL: EDDN A4/2. 5 de maio de 1919.
 13. TCL: EDDN A4/2. 20 de abril de 1919.
 14. TCL: EDDN A4/2. Carta de Eddington a Winnifred Eddington, 5 de maio de 1919.
 15. TCL: EDDN A4/2. 29 de abril – 2 de maio de 1919.
 16. Nascimento, A. "Poderes e quotidianos nas roças de S. Tomé e Príncipe", tese de doutoramento, 2002; *Histórias da Ilha do Príncipe*. Oeiras: Município de Oeiras, 2011; Pape, D.; Andrade, R. R. *As roças de São Tomé e Príncipe*. Lisboa: Tinta da China, 2013.
 17. TCL: EDDN A4/2. 29 de abril – 2 de maio de 1919.
 18. TCL: EDDN A4/2. 29 de abril – 2 de maio de 1919.
 19. Não é fácil encontrar dados sistemáticos sobre a população da ilha, pelo que é necessário cruzar fontes, nem sempre fáceis de localizar, sendo quaisquer estimativas sempre provisórias. Por exemplo, em Seibert, G. "Patrimônio edificado de São Tomé e Príncipe. A roça Sunday". In: *China e países lusófonos - patrimônio construído*. Macau: Instituto Internacional de Macau, pp.394-415, 2016, afirma-se que "em 1908 havia 3300 serviçais na Ilha do Príncipe, a maioria da população da ilha tinha descido para 3830, sendo 150 brancos e 350 ilhéus" (p.407) (e a população da Ilha do Príncipe não devia ultrapassar 6% da de São Tomé). De acordo com o *Boletim Geral das Colónias*, Vol43 (S.Tomé e Príncipe), Portugal, Agência Geral das Colónias, 1929, a população do Príncipe era de 5311 habitantes em 1914 e 6903 em 1921. Agradeço a Duarte Pape a indicação desta última fonte que me permitiu fazer uma melhor estimativa da população do Príncipe.
 20. Jerónimo, M. B. *The 'civilizing mission' of portuguese colonialism, 1870-1930*. New York: Palgrave Mcmillan, 2015; Gisa Weszkalnys, "Príncipe eclipsed. Commemorating the confirmation of Einstein's theory of general relativity". In: *Anthropology Today* 25, pp. 8-12, 2009.
 21. TCL: EDDN A4/2. 29 de abril – 2 de maio de 1919.
 22. A existência de trabalhos ingleses na Estação de Cabo tinha sido referida por Oom na correspondência com Eddington.
 23. TCL: EDDN A4/2. 29 de abril – 2 de maio de 1919.
 24. Dyson, F. W.; Eddington, A.; Davidson, C. "A determination of the deflection of light by the sun's gravitational field, from observations made at the total solar eclipse of may 29, 1919". In: *Royal Society of London. Philosophical Transactions A* 220 pp. 291-333, p.313, 1920. Traduzido em: Nunes dos Santos, A. M.; Aretta, C. (coords.). *Eddington e Einstein*. Lisboa: Gradiva, 1992.
 25. Arquivo MUHNAC/OAL. PT/MUL/OAL/C/240.
 26. TCL: EDDN A4/2. 21 de junho e 2 de julho de 1919.
 27. Dyson et al., (ref. n.25).
 28. Eddington, A. S. *Space, time and gravitation: an outline of the general relativity theory*. New York: Harper Row, pp.110-22, p.115, 1959, 1ª edição 1920.
 29. Dyson et al., (ref. n.25). p.316.
 30. Eddington, (ref. n.29), p. 116.
 31. Dyson et al., (ref. n.25). p.314, 317.
 32. TCL: EDDN A4/2. 21 de junho de 1919.
 33. TCL: EDDN A4/2. 21 de junho de 1919.
 34. *The Observatory* 42 (540), p.256, 1919.
 35. *The Observatory*, 42 (541), pp. 261-272, pp. 261-2, 1919. Reunião de 13 de junho de 1919.
 36. Fölsing, A. *Albert Einstein*. pp.433-52. London: Penguin, 1998.
 37. "Joint eclipse meeting of the Royal Society and the Royal Astronomical Society". In: *The Observatory* 42, pp. 389-98, 1919.

O IMPACTO DO ECLIPSE DE 1919 NA VIDA E TRAJETÓRIA DE ALBERT EINSTEIN

Alfredo Tolmasquim

O eclipse do Sol de maio de 1919 foi um marco na vida e na carreira de Albert Einstein, definindo seus rumos futuros. Sua carreira acadêmica havia começado 14 anos antes, quando, em 1905, ainda como auxiliar no escritório de patentes em Berna, e com 26 anos de idade, escreveu e publicou cinco importantes artigos para a física. Nestes artigos, ele explicava o efeito fotoelétrico, o movimento browniano, a teoria da relatividade restrita e a famosa equação $E = mc^2$. Posteriormente, o ano de 1905 entraria para a história da ciência como *annus mirabilis* (ano miraculoso) em referência ao ano de 1666, quando Isaac Newton fez importantes contribuições nas áreas de mecânica, ótica e gravitação e foi originalmente caracterizado como *annus mirabilis*.

A partir daí, Einstein começou uma ascensão em sua carreira acadêmica. Em 1908, ele conseguiu um posto de *privatdozent* — uma espécie de professor temporário —, na Universidade de Berna. Pouco tempo depois, foi convidado como professor associado na Universidade de Zurique, em seguida professor titular na Universidade de Praga, retornando à Zurique em 1912, agora como professor titular. Ele também começava a circular no seleto grupo dos grandes físicos europeus, como Ernst Rutherford, Marie Curie, Hendrik Lorentz, Max Planck, Niels Bohr, entre outros.

A grande mudança na sua vida foi, contudo, o convite de Max Planck para ele se transferir para Berlim. Nascido no sul da Alemanha, na pequena cidade de Ulm, no reino de Württemberg, então parte do Império da Prússia, Einstein mudou-se ainda criança com os pais para Hamburgo, um grande centro comercial da região e, depois, já como adolescente, para Milão, no norte da Itália. Em 1896, ele fez os exames e conseguiu ingressar na prestigiosa Escola Politécnica de Zurique. Depois de formado, Einstein foi professor em algumas escolas secundárias e deu aulas particulares, até conseguir em 1902 o emprego no escritório de patentes de Berna, para onde se mudou.

Quando recebeu o convite de Planck, Einstein estava satisfeito com o posto na Universidade de Zurique e a vida que levava na cidade suíça. Contudo, Berlim era indiscutivelmente o grande centro da física na época e ele teria uma posição de prestígio e uma situação financeira bastante confortável: seria diretor do Instituto Kaiser Wilhelm de Física (hoje Instituto Max Planck), sem obrigações de dar aulas, e eleito membro da Academia Prussiana de Ciências, o que lhe proporcionaria um bom complemento ao seu salário. Era, portanto, uma proposta irrecusável.

Einstein chegou a Berlim em abril de 1914. Poucos meses depois, em agosto daquele ano, a Alemanha invadia a Bélgica e tinha início a Primeira Guerra Mundial. À semelhança da maioria da população, também os intelectuais e cientistas alemães apoiaram a iniciativa bélica. Einstein era uma exceção. Ele se sentia um cidadão do mundo e achava que a ciência não devia ficar restrita às fronteiras geográficas dos países ou à política de seus governantes. Ele se filiou a um pequeno partido político que tinha como principal bandeira o estabelecimento da paz, mas que terminou sendo proibido. Naquele momento, qualquer manifestação contrária ao esforço de guerra era considerada um ato de traição à pátria e ao imperador.

Independente das questões políticas, Einstein continuava seu trabalho, principalmente tentando integrar a gravitação à estrutura que ele havia desenvolvido na teoria da relatividade restrita. Os anos da guerra foram também de grande produtividade para Einstein. Entre novembro de 1915 e fevereiro de 1917 ele publicou nada menos do que 15 importantes trabalhos científicos, aprimorando a teoria da relatividade geral e desenvolvendo outros estudos. Em 1911 ele já havia previsto um desvio na trajetória da luz de 0,87 segundos de arco quando passasse próxima ao disco do Sol. Porém, com o desenvolvimento de seu trabalho, reviu os cálculos desse desvio, passando ao valor de 1,75” no artigo de 1915.

Com a guerra, a comunicação e consequentemente a circulação de publicações científicas entre a Alemanha e os países inimigos, como Inglaterra e França, estava muito prejudicada. Em função de seu passaporte suíço, Einstein conseguia, contudo, viajar à Suíça, mantendo contato com físicos em Zurique, e à Leiden, na Holanda, onde estavam seus amigos Paul Ehrenfest e Hendrik Lorentz. Na sua ida a Leiden no verão de 1916, Einstein levava na bagagem seus artigos mais recentes, em especial o “Fundamentos da teoria geral da relatividade”, de 1915. Impressionados com os resultados alcançados por Einstein, Ehrenfest e Lorentz chamaram o astrônomo Willem de Sitter, que poderia opinar na questão astronômica. Este, por sua vez, enviou o artigo para Arthur Eddington, na Inglaterra, e escreveu algumas notas para o *Monthly Notices* da *Royal Astronomical Society*. O texto entregue por Einstein a de Sitter foi um dos poucos exemplares de seu artigo — senão o único — que circulou na Inglaterra e Estados Unidos entre 1916 e 1918.

Pouco mais de 200 anos antes, Isaac Newton, em uma de suas obras mais importantes — *Ótica*, publicada em 1704 —, havia levantado ao final 16 questões, propondo uma agenda para futuras pesquisas. Entre estas, ele perguntava se os corpos também poderiam agir à distância sobre a luz (pela força da gravidade), encurvando seus raios, numa relação em que seriam tão mais fortes quando menor a distância. Eddington havia aplicado a lei da gravitação de Newton à radiação eletromagnética, e havia encontrado o valor de 0,87 segundos de arco, que coincidia com o artigo de Einstein de 1911. Mas o novo artigo da relatividade geral propunha que os corpos de grande massa deformavam o espaço-tempo e tudo que por ele passasse, inclusive a luz. Seu cálculo previa um desvio de 1,75 segundos de arco.

Eddington conseguiu o apoio do astrônomo real sir Frank Dyson para organizar duas comissões que seriam enviadas para observar o eclipse solar, que aconteceria em 29 de maio de 1919, e tentar comprovar o desvio da luz das estrelas quando passasse próxima ao disco solar, conforme proposto por Einstein. Eddington seguiu para a Ilha do Príncipe, na costa oeste da África, juntamente com Edwin Cottingham, enquanto Andrew Crommelin e Charles Davidson foram para a cidade de Sobral, no nordeste do Brasil.

Na análise das chapas fotográficas feitas durante o eclipse, eles trabalhavam com três possibilidades: que haveria uma meia reflexão, significando que a luz era sujeita à lei da gravitação estabelecida por Newton, o que Eddington denominou de “predição newtoniana”; a deflexão completa conforme a teoria da relatividade geral, e que seria a “predição de Einstein”; ou que não haveria nenhuma deflexão. Newton nunca chegou a calcular ou mesmo a propor a hipótese da deflexão luz pela força da gravidade, apenas colocou como uma questão a ser pesquisada no futuro. Porém, quando Eddington fez os cálculos e denominou de “predição newtoniana”, ele estabeleceu, voluntária ou involuntariamente, a questão sobre quem estaria certo: a predição de Newton ou a predição de Einstein. Com isso, o resultado das observações do eclipse se tornou numa disputa fictícia entre Newton e Einstein. O longo tempo tomado na análise das chapas aumentava ainda mais a expectativa com relação ao veredito final.

Finalmente, numa sessão conjunta da Royal Society e da Royal Astronomical Society, em 6 de novembro de 1919, pouco mais de quatro meses após a observação do eclipse, era anunciado o resultado das medições. O matemático Alfred Whitehead, que estava presente àquela sessão, assim descreveu o ambiente:

Nós éramos o coro, comentando a decisão do destino no desenrolar daquele evento supremo. Havia uma qualidade dramática na própria encenação — o cerimonial tradicional, e no fundo a imagem de Newton para nos lembrar que a maior das generalizações científicas estava agora, depois de mais de dois séculos, para receber sua primeira modificação.[1]

Inicialmente, o astrônomo real sir Frank Dyson falou dos objetivos das expedições, dos instrumentos utilizados e os resultados obtidos, mostrando que haviam sido comprovados os valores previstos por Einstein na teoria da relatividade geral. Em seguida, Eddington apresentou os resultados obtidos em Príncipe, e Crommelin falou sobre as chapas obtidas em Sobral. Ao finalizar a sessão, sir Joseph Thomson, presidente da Royal Society, declarou solenemente: “O resultado (das observações) é uma das maiores conquistas do pensamento humano”. Estava dado o tom para a matéria que seria publicada no dia seguinte na primeira página do jornal *Times*, de

Londres: “Revolução na ciência — nova teoria do universo — ideias de Newton derrubadas”.

Nos Estados Unidos não havia surgido até então um interesse maior pela teoria da relatividade — talvez faltasse lá alguém como Eddington, que fez um importante papel de disseminar e discutir a relatividade no meio científico britânico. O astrônomo americano William Campbell chegou a observar um eclipse total do sol visível na costa oeste dos Estados Unidos, em 1918, mas não havia identificado nenhum desvio da luz, provavelmente pela precariedade dos instrumentos utilizados. Mas, a partir daquele momento, também o americano *New York Times* dava um grande espaço para divulgar a comprovação da teoria da relatividade.

A matéria do *Times* foi reproduzida em vários países. Os jornais locais procuravam os cientistas para explicar a nova teoria. No dia 12 de novembro, apenas cinco dias após a notícia no periódico inglês, o matemático brasileiro Manoel Amoroso Costa publicava n’*O Jornal*, um periódico da capital, um artigo intitulado “A teoria de Einstein”, explicando no que consistia a teoria da relatividade. Amoroso Costa e Roberto Marinho de Azevedo foram responsá-

veis por disseminar a nova teoria no meio científico brasileiro. Eles deram palestras na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, falaram em sessões da Academia Brasileira de Ciências e publicaram artigos na *Revista Brasileira de Engenharia* e na *Revista de Ciências*, da própria academia. Também Henrique Morize, presidente da comissão brasileira que observou o eclipse, apresentou os resultados da expedição astronômica na Academia Brasileira de Ciências e publicou um artigo em sua revista.

Diferentemente da Inglaterra, Estados Unidos e demais países, os resultados da observação do eclipse e da comprovação da teoria da relatividade já eram conhecidos e festejados no meio científico alemão antes do anúncio formal na sessão da Royal Society. Eddington havia informado o astrônomo dinamarquês Ejnar Hertzsprung dos resultados obtidos que, por sua vez, fez chegar a Einstein a boa nova. Este, por sua vez, compartilhou com seus colegas em Berlim. Porém esse reconhecimento permanecera restrito ao meio científico, especialmente o dos físicos. Somente semanas mais tarde, em 14 de dezembro, o periódico alemão *Berliner Illustrirte Zeitung* estampou em sua primeira página uma foto de Einstein com o título “Um novo gigante na história mundial: Albert Einstein, cujas pesquisas significam uma completa derrubada de nossa compreensão da natureza e se coloca no mesmo nível que as descobertas de Copérnico, Kepler e Newton”. A partir daquele dia, Einstein descobria o que é ser famoso. Ele passou a ser reconhecido nas ruas e efusivamente cumprimentado por pessoas que nunca tinha visto.

Além do significado científico, a comprovação da teoria da relatividade, na forma como havia ocorrido, tinha um forte significado

**POUCO MAIS
DE QUATRO
MESES APÓS A
OBSERVAÇÃO
DO ECLIPSE,
O RESULTADO
DAS MEDIÇÕES
ERA ANUNCIADO**

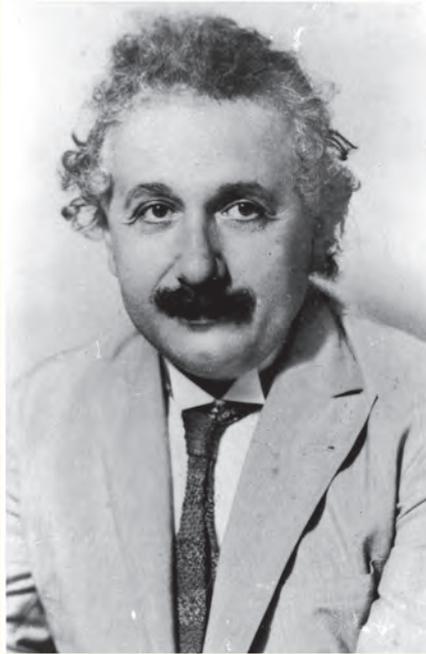


Figura 1. Einstein durante sua visita ao Brasil, em 1925
Figura 2. Einstein com o engenheiro Alfredo Lisboa em sua chegada no Rio de Janeiro, em março de 1925

político: era a teoria de um alemão, comprovada por astrônomos ingleses. Isso era muito simbólico naquele período pós Primeira Guerra Mundial. Para se ter ideia da situação naquela época, em julho daquele ano de 1919 havia sido criada a União Astronômica Internacional, mas não foi permitida a afiliação dos astrônomos alemães ou de países aliados à Alemanha. Após o anúncio da comprovação da deflexão da luz durante o eclipse, a Royal Astronomical Society chegou a cogitar o nome de Einstein para receber a medalha de ouro da associação de 1919/1920, mas um boicote dos membros impediu que a votação fosse realizada, e não houve escolha do premiado naquele ano. O clima de beligerância continuava muito forte mesmo após o final da guerra.

Arthur Eddington, Robert W. Lawson e outros cientistas europeus favoráveis à superação dos conflitos entre os países e o retorno à plena cooperação científica internacional consideravam que aquele eclipse tinha sido uma grande contribuição não só à ciência, mas à humanidade, por ter aproximado cientistas ingleses e alemães. Numa entrevista dada ao *Times* de Londres, dias depois, em 28 de novembro, Einstein aproveitou para alfinetar os ingleses:

Depois da lamentável interrupção nas antigas relações internacionais existentes entre os homens da ciência, é com alegria e gratidão que aceito esta oportunidade de comunicação com astrônomos e físicos ingleses. Foi em função da alta e orgulhosa tradição da ciência inglesa que os cientistas ingleses deram seu tempo e trabalho, e as instituições inglesas forneceram os meios materiais para testar uma teoria que foi concluída e publicada no país de seus inimigos no meio da guerra. [2]

Foi logo após o fim da guerra. As pessoas estavam cansadas do ódio, da matança e das intrigas internacionais. As trincheiras, bombas e assassinatos tinham deixado um gosto amargo. Livros sobre a guerra não vendiam. Todos buscavam uma nova era de paz e queriam esquecer a guerra. Aqui havia alguma coisa que capturava a imaginação: olhos humanos olhando, a partir de uma terra coberta com túmulos e sangue, para o céu coberto de estrelas. O pensamento abstrato levando a mente humana para longe da triste e desapontadora realidade. O mistério do eclipse do Sol e a força penetrante da mente humana. Um cenário romântico, uma olhada diferente para o sol eclipsado, um quadro imaginário da curvatura dos raios do Sol, tudo removido da opressiva realidade da vida. Uma razão adicional, talvez ainda mais importante, um novo evento era previsto por um cientista alemão — Einstein — e confirmado por astrônomos ingleses. Cientistas pertencentes a duas nações adversárias tinha colaborado novamente. Parecia o início de uma nova era. [3]

Possivelmente, devido à dificuldade de explicar aqueles conceitos complicados ao público não especializado, os jornalistas centravam suas matérias sobre o cientista — Einstein. Quando Einstein esteve no Brasil em 1925, o *O Jornal* estampou em sua primeira página o título “Um gênio com uma parcela de divindade” [4].

Mas nem tudo era festa para Einstein. Ao mesmo tempo em que muitos se interessavam pela nova teoria física ou celebravam o início de novos tempos, havia muitas críticas à relatividade e ao próprio Einstein. Havia astrônomos que criticavam a comissão do eclipse de 1919 e os cálculos realizados, que consideraram inade-

quadas várias placas fotográficas, as quais poderiam ter alterado o resultado [5]. Alguns físicos também tinham resistência à nova teoria, que achavam que estava mais para metafísica do que para ciência de fato. E por fim, aqueles que viam em Einstein um traidor da Alemanha e do imperador por ter sido contrário à guerra, por ter abdicado da nacionalidade alemã quando era jovem, por estar se relacionando com cientistas de países inimigos, ou simplesmente pelo fato de ser judeu.

Einstein denominou esse movimento de “campanha anti-relatividade”. Os ataques foram aumentando, passando para ameaças de agressão e morte. Einstein pensava em abandonar a Alemanha e retornar para a Suíça ou ir para a Holanda. Max Planck e outros cientistas tentaram demovê-lo da ideia afirmando que aquele movimento todo ia passar, além disso, Berlim continuava sendo o centro da física no mundo. Paralelamente, Einstein começou a perceber seu grande acesso à mídia, aos políticos e governantes. Ele, que tinha a ideia de que o cientista não devia ficar fechado em seu meio, mas tornar o conhecimento acessível à população e atuar pelas causas que achavam importantes, resolveu utilizar seu prestígio para lutar pelo pacifismo, pela maior cooperação entre os cientistas de todo o mundo e pela construção de um lar nacional judaico. Ele fez várias viagens com esses objetivos e deu entrevistas para rádios e jornais levantando esses temas. Suas palestras e cursos na universidade eram abertos não só a alunos e pesquisadores, mas a qualquer um que quisesse assistir suas aulas. Suas manifestações em favor da paz e dos direitos humanos continuaram nos Estados Unidos, para onde emigrou após a ascensão do nazismo. Seu último ato antes de falecer em 1955 foi subscrever um manifesto junto com Bertrand Russell sobre os perigos de uma guerra nuclear.

Dessa forma, o escuro produzido pelo eclipse do Sol em 1919 serviu não só para mudar radicalmente a física, mas também para lançar Einstein à ribalta e ao centro de grandes eventos que marcariam o século XX.

Alfredo Tolmasquim é diretor de desenvolvimento científico do Museu do Amanhã, no Rio de Janeiro.

NOTAS E REFERÊNCIAS

1. Folsing, A. *Albert Einstein*. New York: Penguin Books. pp.442-443. 1998.
2. Idem. p.450.
3. Clark, R. *Einstein: the life and times*. London: Hodder & Stoughton. p.243. 1973.
4. Tolmasquim, A. T. *Einstein – o viajante da relatividade na América do Sul*. Rio de Janeiro: Vieira & Lent. 2003.
5. Kennefick, D. “Not only because of theory: Dyson, Eddington, and the competing myths of the 1919 eclipse expedition”. In: Lehrer, C.; Renn, J.; Schemmel, M. (eds.). *Einstein and the changing worldviews of physics*. New York: Springer / Birkhäuser. 2012. pp. 201-232.

EINSTEIN E O BRASIL

Roberto Vergara Caffarelli

Artigo publicado originalmente na revista *Ciência & Cultura*, 31(12), dezembro de 1979. Disponível na Hemeroteca da Biblioteca Nacional.

Não sei responder, até agora, à pergunta: quem foi o primeiro no Brasil a ter conhecimento das teorias de Einstein e quando isto se deu? É uma pergunta interessante, porque está ligada à história da cultura científica no Brasil, um assunto que não tem merecido muita atenção, comparado, por exemplo, com o interesse pela cultura literária. O que posso dizer a respeito é que encontrei o nome de Einstein em jornais brasileiros, pela primeira vez, em abril de 1919; aliás, seu nome estava escrito errado, sinal de que não era ainda conhecido, porque não encontrei repetição posterior deste fato. Foi num pequeno artigo no *Jornal do Comércio*, do Rio, destinado a ilustrar a expedição que estava sendo realizada pelas comissões brasileira e britânica a Sobral, no Ceará, a fim de observar o eclipse cujos resultados favoráveis deram tanta fama a Einstein.

Provavelmente, o artigo foi escrito ou inspirado pelo professor Henrique Morize, diretor do Observatório Nacional, um grande físico brasileiro, atualmente um pouco esquecido pela nova geração, mas que espero volte a ser uma figura conhecida. Ele muito contribuiu para que a expedição inglesa viesse ao Brasil. De fato, Eddington, que nessa ocasião não veio ao Brasil, tendo ido à Ilha do Príncipe, no golfo da Guiné, já tinha estado aqui em 1912 para observar outro eclipse. Ele sabia que podia confiar na organização do prof. Morize e também que podia contar com os fundos do governo brasileiro, porque em 1912 e em 1919 foi promulgada uma lei especial, financiando a organização para recepção das comissões que vieram observar os eclipses desses anos. No dia do eclipse, saiu um artigo muito explicativo, apesar de bastante curto, escrito pelos dois cientistas britânicos, Crommelin e Davidson, que tinham ido a Sobral. Aí encontramos a primeira explicação (ou pelo menos inúmeras informações) sobre a teoria da relatividade e as finalidades do experimento. Provavelmente existem outros artigos desses dois autores, publicados em jornais do Pará, mas ainda não os encontrei.

O pioneiro na difusão das ideias relativísticas no Brasil é Amorososo Costa, o grande físico-matemático cuja morte trágica num desastre de avião enlutou a festa de recepção de Santos Dumont, naquele longínquo dezembro de 1928. Seis dias depois que os ingleses noticiaram o resultado positivo da observação do eclipse, no dia 12 de novembro de 1919, Amorososo Costa escreveu um curto artigo no *O Jornal* o que demonstra seu conhecimento prévio da teoria da relatividade. Por isto, penso que as ideias relativísticas no Brasil já eram conhecidas antes de 1919.



Figura 1. O retrato e a saudação autografada de Einstein no Brasil, cuja tradução é esta: “Afetuosa saudação do Brasil na minha chegada A. Einstein, Rio, 21 III 25”

Figura 2. Desembarque de Einstein, acompanhando a comitiva que fora recepcioná-lo

Roberto Marinho, que era professor da Escola Politécnica, foi o primeiro a fornecer informações mais detalhadas, em dois artigos que apareceram na *Revista de Ciências* em 1920, mas que foram escritos em 1919, sem ter conhecimento ainda dos resultados do eclipse. Em 1921, Roberto Marinho escreveu um artigo de divulgação que foi publicado pela *Revista do Brasil* e pela *Revista Brasileira de Engenharia*. No artigo escrito em 1919 ele cita oito livros sobre relatividade; na nota biográfica que sobre ele escreveu F. M. de Oliveira Castro, encontramos a afirmação de que “a coleção de livros de Roberto Marinho era excelente. Por volta de 1920, já possuía tudo o que havia de melhor sobre relatividade”.

Amoroso Costa foi um pioneiro: publicou vários artigos e, em 1922, publicou um livrinho magistral: *Introdução à teoria da relatividade*. Acho que deveria ser reeditado, porque é muito bem escrito.

O primeiro trabalho original sobre relatividade feito no Brasil deve-se a Teodoro Ramos, cujo nome é tão ligado à fundação da Universidade de São Paulo (USP). Em 1923, publica na *Revista Politécnica*, de São Paulo, o artigo “A teoria da relatividade e as raízes espectrais do hidrogênio”, que envia também à Academia Brasileira de Ciências por intermédio do prof. Amoroso Costa.

Faço esta pequena bibliografia para fazer ver que quando Einstein chegou ao Brasil, além da fama de tipo folclórico que se havia criado em torno dele, existiam pessoas que conheciam suas teorias, que estavam interessadas na sua vinda e em ouvi-lo. Entre outros, poderia mencionar, numa perspectiva um pouco diferente, Pontes de Miranda, o jurista, filósofo e sociólogo que entrou para a Academia Brasileira de Letras. Ele introduziu em seu livro *Sistema de ciência positiva do direito* uma análise dos fundamentos da teoria da relatividade. O mais interessante é que ele manteve correspondência com Einstein. Remeteu-lhe um artigo seu, onde estudava as implicações metafísicas da teoria da relatividade geral, e o próprio Einstein enviou esse trabalho para o Quinto Congresso Internacional de

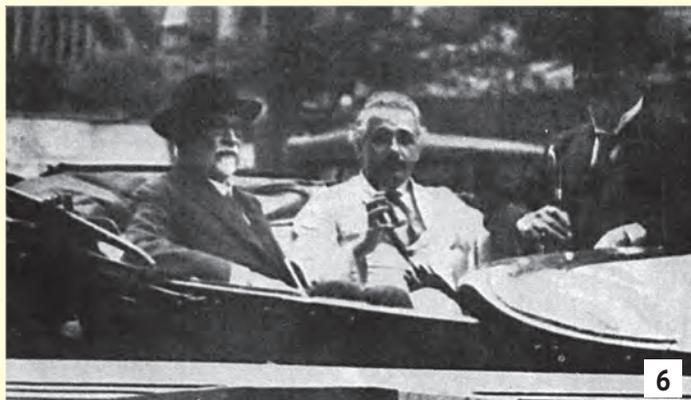
Filosofia, realizado em Nápoles em maio de 1924. Quando Einstein esteve no Rio em 1925, os dois se encontraram e discutiram o tema; cada um acabou mantendo o próprio ponto de vista.

Foi nessa época que Einstein veio ao Brasil. Mas por quê? Na realidade, essa viagem foi organizada pelos argentinos. Em 1923, o escritor, jornalista e professor da Universidade de La Plata, Leopoldo Lugones, se encontrava na Alemanha. Preocupado com a situação pessoal de Einstein, que, como ouvimos do professor Guido Beck, havia recebido ameaças e já estava sendo submetido a uma certa perseguição, Lugones procurou fazer com que se oferecesse a Einstein uma cátedra na Argentina. Houve um movimento muito grande, os argentinos não conseguiram que Einstein ficasse permanentemente, mas obtiveram sua anuência para uma visita e uma série de conferências. Leopoldo Lugones teve a possibilidade de influenciar Einstein porque os dois ingressaram no mesmo dia na Comissão de Cooperação Intelectual da Liga das Nações, em 1924 [1].

Einstein foi então para a Argentina. Possivelmente (não posso dizer certamente) uma componente da decisão que tomou estava ligada ao seu desejo de viajar, manifestado naquela época, foi para o Japão, foi aos Estados Unidos, foi à Espanha... Einstein passou pelo Rio de Janeiro no dia 21 de março de 1925, a caminho de Buenos Aires e desembarcou por algumas horas.

Foi então que o convidaram a passar uma semana no Rio, por ocasião de sua viagem de regresso à Europa. O convite lhe foi transmitido por Aloysio de Castro, que era o integrante brasileiro da Comissão de Cooperação Intelectual, e por Paulo de Frontin [2].

Algumas fotografias ilustram essas horas que Einstein passou no Rio de Janeiro. A figura 1 contém um autógrafo de Einstein, ainda a bordo do navio Cap. Polônio, endereçando uma saudação ao Brasil. Numa entrevista concedida no navio, antes que se realizassem contatos oficiais, Einstein já tinha manifestado a intenção de, na volta, passar alguns dias no Rio, porque sabia que a paisagem era belíssima. Está claro que ele aceitou o convite com prazer. A figura 2 ilustra o desembarque de Einstein, acompanhando a comitiva que fora recepcioná-lo. Ao lado de Einstein está Aloysio de Castro, sempre muito elegante, e logo atrás Isidoro Kohn, representando a comunidade israelita. Essa comissão tinha sido organizada pela Academia Brasileira de Ciências, cujo presidente era Henrique Morize. A figura 3 é um close-up, em que podemos ver Einstein todo de branco, com um guarda-chuva que o acompanhará durante toda essa primeira e breve estadia. Na figura 4 vê-se também Paulo de Frontin, reconhecível pela barba e bigodes característicos, e ainda Aloysio de Castro. A figura 5 testemunha o número de pessoas presentes. A intelectualidade do Rio foi receber Einstein nessa ocasião. Na figura 6, à direita de Einstein no carro em que deu um passeio pela cidade, identifiquei Alfredo Lisboa, que era um engenheiro famoso naquela época. Depois desse passeio pela cidade, Einstein foi ao Jardim Botânico e na figura 7 ele está entre o prof. H. Morize e o diretor do Jardim Botânico, o dr. Pacheco Leão. O Jardim Botânico causou-lhe forte impressão. A figura 8 mostra um grupo de pes-



soas, entre as quais Antônio de Azevedo, que era vice-presidente do Senado, Isidoro Kohn e Assis Chateaubriand. Há mais uma fotografia (Figura 9) com estas mesmas pessoas, onde podemos também identificar Guilherme Guinle, que sempre trazia seu apoio financeiro aos empreendimentos culturais da época, e Aloysio de Castro, médico, poeta e acadêmico. Deve ter sido tirada depois do almoço oferecido a Einstein no restaurante do Copacabana Palace Hotel.

Einstein embarcou nas primeiras horas da tarde para a Argentina, onde passou mais de um mês. Na volta, deu alguns seminários em Montevideu e finalmente, no dia 4 de maio, chegou novamente ao Rio. Ficou hospedado no melhor apartamento do Hotel Glória. Nesse apartamento, no dia do desembarque, Einstein concedeu uma entrevista, cuja leitura é muito interessante porque o jornalista fez perguntas pouco ortodoxas, às quais Einstein respondeu com sua originalidade. No dia seguinte, Einstein subiu o Pão de Açúcar, que muito o impressionou; aliás, as declarações de Einstein sobre o Rio são sempre de grande entusiasmo. Na figura 10 vemos Einstein ao lado do presidente da República, Artur Bernardes, a quem visitou no dia 6 de maio. A figura 11 ilustra a sua primeira conferência no Clube de Engenharia. Nesse dia (6 de maio) Einstein tinha realizado um verdadeiro *tour de force*: depois do presidente da República, visitou o ministro da Agricultura, o ministro da Justiça e o prefeito

Figura 3. Ao lado de Einstein, Aloysio de Castro; atrás, Isidoro Kohn

Figura 4. São reconhecíveis: Isidoro Kohn (com o chapéu branco, logo atrás de Einstein), Paulo de Frontin e Aloysio de Castro. Mais acima: Mário de Souza e Alfredo Lisboa

Figura 5. Pessoas que testemunhavam o desembarque de Einstein

Figura 6. À direita de Einstein, no carro em que deu um passeio pela cidade, estava Alfredo Lisboa, que era um engenheiro famoso naquela época

Figura 7. Einstein entre Henrique Morize e o diretor do Jardim Botânico, o dr. Pacheco Leão

Figura 8. Grupo de pessoas ao redor de Einstein, entre as quais Antônio de Azevedo, que era vice-presidente do Senado, Isidoro Kohn e Assis Chateaubriand

Figura 9. Mesmo grupo de pessoas, onde se pode também identificar Guilherme Guinle e Aloysio de Castro, médico, poeta e acadêmico. A fotografia possivelmente foi tirada depois do almoço oferecido a Einstein no restaurante do Copacabana Palace Hotel

do Distrito Federal. Depois de passar pela legação alemã, foi visitar os jardins e finalmente, às quatro horas da tarde, foi ao Clube de Engenharia para proferir sua primeira conferência sobre a teoria da relatividade restrita. Tendo conseguido uma reconstrução parcial dessa conferência, gostaria de citar alguns trechos:

“... Recebido com prolongada salva de palmas, Einstein ocupou lugar na mesa ao lado do presidente, que rememorou a sua vinda ao Rio, apresentando o ilustre conferencista. A expectativa era intensa, assim como o calor, que gradativamente ia transformando o salão num banho turco”.

“Einstein tinha entrado vagarosamente, as sobrancelhas caracteristicamente erguidas, como mostram os seus retratos, vestindo um fraque preto; os cabelos desciam abundantes sobre o pescoço, numa sugestão impressionante de vigor físico e moral, cabelos crespos qual lâ muito fina, onde já se viam numerosos fios brancos. Sentado à direita do dr. Getúlio das Neves, que tinha à esquerda o senador Sampaio Correia, Einstein corria os olhos sobre a assistência, completamente indiferente ao discurso introdutório do presidente da sessão”.

“Como este se alongava, um cavalheiro espadaúdo e de óculos, onde pareciam faiscar sinais algébricos, irrita-se e rosna: ‘é gafe tratar o Frontin de sábio e de eminentíssimo e chamar o homem de ilustre professor apenas’. Um rapaz, de olhos cansados talvez pelo abuso das equações, redarguiu: ‘é mania brasileira de falar’. E outro, com a irreverência do estudante, ‘quando se recebe um visitante destes, dá-se logo a palavra. Isso não passa de verborragia’. Chios enérgicos, aqui e ali, quando o dr. Getúlio exclama afinal: ‘Cedo a palavra ao ilustre professor Albert Einstein”.

Logo de pé, o célebre físico caminha na direção do quadro-negro, entre palmas, poltronas que se arrastam, pessoas que sobem em cadeiras e até em mesas, enquanto outras se amontoam junto ao cavalete.

“Messieurs!” — exclama Einstein e, com uma voz meiga, que corresponde perfeitamente ao clarão meigo do seu olhar, começa a palestra naquele francês pitoresco, em que alguns termos alemães despontam pronunciados na língua de Racine. Os fotografos explodem o magnésio, juntam ao calor ambiente uma densa e detestável fumaça e finalmente se retiram.

Einstein prossegue serenamente, esforçando-se por fazer compreender a sua teoria a todos quantos têm a honra de ouvi-lo. A não ser os privilegiados que se colocaram rente ao sábio, as demais pessoas escutam a dissertação com dificuldade, perdendo, às vezes, frases inteiras, de modo que todos se espremem, sobem em móveis ou na ponta dos pés, colocam a mão na orelha. A assistência ia comprimindo o filósofo, cuja voz diminuía à medida que os ouvintes, em semicírculo, dele se aproximavam. Imponente, nos braços de uma poltrona, numa atitude de colosso de Rodew, o professor Petrus Verdier, da Escola de Belas-Artes, com sua barba de coevo de Péricles e seus óculos de contemporâneo de Harold Lloyd, rabisca nervosamente o perfil do conferencista, pensando possivelmente numa próxima medalha. E sua, sua tremendamente, como a assistência em peso, da qual pessoas se desagregam incessantemente, substituídas por outras, curiosas de ouvir, de contemplar o



Figura 10. Einstein ao lado do presidente da República, Artur Bernardes

Figura 11. Primeira conferência de Einstein no Clube de Engenharia

mestre. Nas escadas do Clube de Engenharia, há assim um vaivém constante e na calçada, em frente à porta, movem-se grupos: — “O Einstein está falando, ali em cima”. “É verdade. Vou subir...a entrada é franca”. “Eu não, não entendo nada...em matemática nunca passei da conta de dividir”. “Que me importa. Eu quero só ver o colosso, até já”.

Einstein, no entanto, desenvolvia a sua conferência, desenhando figuras e fórmulas no quadro-negro, para tornar mais fácil a compreensão da matéria exposta:

“Do mesmo modo que a termodinâmica estabelece, como postulado, a impossibilidade do moto contínuo, a teoria da relatividade estabelece, como postulado, a velocidade da luz como velocidade que não pode ser superada. Talvez ao metafísico repugne aceitar esse limite; o físico, porém — e a teoria da relatividade é obra de físico e não de metafísico — recusa-se a trabalhar usando noções e grandezas que não são passíveis de medida, e assim parece-lhe natural basear suas teorias em grandezas mensuráveis, ao invés de introduzir arbitrariamente grandezas fictícias sem definição física e não suscetíveis de medida”.

E assim começa a conferência de Einstein. A única coisa que gostaria de acrescentar, sobre essa conferência, que é bastante longa, relaciona-se às observações do prof. Schenberg sobre causalidade. Em sua conferência, Einstein referiu-se assim à causalidade: “Quanto ao princípio de causalidade, se para determinado observador um fenômeno aparece como efeito de outro, o mesmo se dará com qualquer outro observador. Este resultado é sumamente importante, pois, sendo o tempo relativo poder-se-ia chegar a pensar na possibilidade de que se alteraria a sucessão dos fenômenos (causa e efeito), caso esse em que deixaria de ser válido o princípio fundamental de toda a ciência física. Mas, ao contrário, a teoria da relatividade não contradiz esse princípio. A demonstração fundamenta-se no resultado dessa teoria, segundo o qual não se podem produzir na natureza, com respeito a nenhum sistema, velocidades maiores do que a velocidade da luz. Assim, os fundamentos da teoria da relatividade podem enunciar-se matematicamente da seguinte forma: *As leis físicas devem ser formuladas de tal modo que sejam invariantes em relação a toda transformação de coordenadas que não modifique o invariante fundamental*”.



Figura 12. Einstein em frente ao Museu Nacional, tendo à esquerda Roquette-Pinto e à direita Miranda Ribeiro. **Figura 13.** Einstein diante do Bendegó. **Figura 14.** Grupo em frente à sede da Academia Brasileira de Ciências, ao lado de Einstein, vê-se Juliano Moreira, psiquiatra

E depois continua, falando da teoria da relatividade restrita. O assunto da relatividade geral só deveria ser tratado na segunda conferência, que se realizou dois dias depois na Escola Politécnica.

Mas voltemos à figura 11. A plateia dessa primeira conferência foi descrita corretamente pelos jornais: um círculo de pessoas oprimindo Einstein. Mais alto de todos, atrás do quadro-negro, reconhecemos Assis Chateaubriand, tomando notas em um pequeno caderno. Quero lembrar que Assis Chateaubriand, nos deixou uma notável descrição da conversa que teve com Einstein durante almoço no Copacabana Palace Hotel, por ocasião do primeiro desembarque, em março.

A figura 12 mostra Einstein em frente ao Museu Nacional, tendo à esquerda Roquette-Pinto e à direita Miranda Ribeiro. No grupo estão presentes, entre outros, H. Morize, Mário de Souza e Alfredo Lisboa; a visita é do dia 7 de maio.

Na figura 13 observa-se Einstein, sempre no Museu Nacional, em frente ao famoso meteorito de Bendegó. Notem os sapatos de Einstein, que Assis Chateaubriand definiu como “quase alpargatas”.

Na figura 14, vemos um grupo em frente à sede da Academia Brasileira de Ciências, no pavilhão de madeira que tinha servido à exposição da Tcheco-Eslováquia, em 1922. Ao lado de Einstein, vê-se Juliano Moreira, o psiquiatra, que havia estado muitas vezes em Berlim, onde tinha dado conferências e era muito estimado, tendo-se aí casado com uma senhora alemã. Einstein almoçou em casa dele no dia 11. Nessa fotografia é facilmente reconhecível a figura excepcional de Henrique Morize. Vê-se também Francisco Lafayette Pereira, que faria, em francês, o discurso de recepção, na entrega do título de sócio da academia conferido a Einstein. Este já havia recebido dois títulos de lente* honorário e doutor *honoris causa* da Faculdade de Filosofia. Juliano Moreira saudou Einstein em lugar do prof. Henrique Morize, presidente da academia, adoentado, entregando-lhe o título de sócio correspondente. Depois dos discursos de Francisco Lafayette Pereira e Mário Ramos, Einstein tomou a palavra, desenvolvendo uma rápida comunicação sobre a natureza da luz.

* Nota da editora: o termo “lente” tinha como significado “professor de nível superior”.

Uma recente teoria de Bohr, Kramers e Slater tentava explicar os fenômenos quânticos da luz a partir da teoria ondulatória, evitando os fótons, ou *quanta* de luz, previstos por Einstein desde 1905. Nessa comunicação Einstein anuncia os resultados preliminares da experiência dos físicos de Berlim, Geiger e Bothe, favoráveis à existência real de *quanta* de luz.

Na figura 15 Einstein tem à sua direita Carlos Chagas, cujo centenário será também celebrado proximamente, e à esquerda Carneiro Felipe. Ao lado de Carlos Chagas está Adolf Lutz. É claro que estamos em Manguinhos, que Einstein visitou no dia 8. Nessa visita, Einstein gravou um pequeno improvisado em um cilindro de cera. Fui a Manguinhos e vi o ditafone que pertenceu a Oswaldo Cruz, e que era usado especialmente para gravar resultados de análises. É provável que tenha sido esse o aparelho usado por Einstein. Teria o Brasil um dos mais antigos registros da voz de Einstein, num daqueles 7 ou 8 cilindros, que são conservados no museu? Infelizmente esta pergunta fica sem resposta, porque o ditafone está quebrado.

A figura 16 foi obtida de um recorte de revista; lamento não poder mostrar o original, que é uma das fotografias mais significativas e expressivas dessa visita. Nela aparece Einstein com o rabino Raffalovich. A foto da figura 17 foi tirada na Escola Politécnica, provavelmente depois da conferência. Não reconheço a todos, mas a figura de grandes bigodes é Guilherme Guinle, o último à direita é Mário de Souza, e também está presente Isidoro Kohn, facilmente reconhecível. Lendo os jornais da época, reconstruí também a descrição dessa conferência que foi muito interessante; vou citar alguns trechos:

“No salão de honra da Escola, mais ou menos às dezesseis e trinta, chegou o prof. Einstein, que tomou assento em frente à mesa, presidida pelo prof. Agostinho dos Reis. Ao lado destes estavam o prof. Morize, diretor do Observatório Nacional e o almirante Gago Coutinho. Em cadeiras dispostas em semicírculo ao redor do conferencista, os professores da Escola e convidados especiais. Ao longo da sala, atrás, a grande maioria dos assistentes e alunos da escola. O prof. Agostinho dos Reis fez breve discurso apresentando Einstein, que se achava aí presente para honrar a Escola com uma preleção



Figura 15. Einstein, em Manguinhos, tem à sua direita Carlos Chagas, e à esquerda Carneiro Felipe. Ao lado de Carlos Chagas está Adolf Lutz. Figura 16. Recorte de revista da época, em que Einstein aparece com o rabino Raffalovich. Figura 17. Foto tirada na Escola Politécnica

sobre suas ideias e teorias”. O diretor da Escola Politécnica, falando em português, ergueu sua voz à altura de ser ouvida por toda a casa. Einstein, com aquela sua fisionomia calma, dilatou os olhos vivos como os de uma criança, em uma grande interrogação, tentando decifrar pelos gestos do orador e o jogo fisionômico dos ouvintes o que estaria dizendo a veemência ardente daquela linguagem, para ele estranha. Apenas pronunciadas as últimas sílabas, Einstein levantou-se e começou a falar. Ao murmúrio esquisito que envolvia a sala, talvez a ressonância ricocheteante da voz do eminente diretor da escola que acabara de discursar, sucedeu um silêncio profundo, que a fonética metálica do mestre alemão feria pausadamente. Felizmente, graças às medidas tomadas a fim de evitar a invasão do recinto por grande número de pessoas, Einstein pôde desenvolver a sua teoria em um ambiente de silêncio e de atenção, e dessa maneira os cientistas brasileiros acompanharam a sua exposição.”

“Os efeitos que a teoria do conferencista produzia sobre as respectivas convicções filosóficas foram notados nos gestos de alguns dos assistentes. Assim, por exemplo, foi visto o almirante Gago Coutinho, conhecidamente contraditor de Einstein, sobrecarregar num índice de incredulidade inabalável, aqueles sulcos voltairianos de sarcasmo, que lhe desciam dos lábios num cunho característico da sua fisionomia. Os gráficos de Einstein não o demoviam, parece, das suas ideias já adquiridas sobre a mecânica clássica”.

“O prof. Morize, esguio, emergência do colarinho alvo e proporcional: as linhas severas de sua fisionomia, como um sistema de coordenadas imóvel, não deixavam transparecer sua opinião, senão a grande curiosidade de ver algo de novo. O sr. Licínio Cardoso, na primeira fila, tinha ar de quem, acompanhando a exposição feita, contrapunha mentalmente aos princípios da mecânica einsteiniana os dogmas de August Comte. Parecia também um irredutível. Um cavalheiro moreno e gordo, careca e cético, oscilava a cabeça e dizia ao vizinho, de vez em quando: “romances, ideias fantasistas... na prática, na realidade, isto é nada”. O prof. Einstein chegara a um ponto em que declarava que a geometria euclidiana não corresponde à grande realidade do universo. Só o prof. Sodré da Gama se mos-

trou entusiasmado. A cada traço de giz, que feria o quadro-negro pela mão segura de Einstein, na demonstração esquemática de suas ideias, o jovem professor de cálculo da Escola Politécnica movimentava a cabeça num sinal de plena aprovação. Sublinhava, numa aderência de opinião concordante, o discreto sorriso de vitória que o conferencista esboçava, ao evidenciar a falsidade de certas noções corrente e aceitas. Mas Einstein foi, para muitos, uma decepção. A sua doutrina, que segundo o pensamento geral só podia ser exposta e entendida através da floresta inextricável dos sinais abstratos da matemática, foi exposta sem equações, sem integrais, sem cálculos complicados. Com o poder lógico das palavras e com os recursos gráficos de alguns desenhos, fez compreender as principais conclusões da sua teoria. A crítica de algumas definições e princípios da mecânica clássica, como da geometria de Euclides, adquiriram uma clareza inesperada, para prejuízo de muitos”.

Na figura 18, aparecem participantes da recepção oferecida ao ilustre visitante pelo Clube Germânia. Einstein está ao lado do ministro da Alemanha, Knipping; à sua direita estão Mário de Souza e Assis Chateaubriand. Estavam presentes também o ministro da Áustria, os banqueiros Stahmer, Gutchow e Erb e o sr. Rudge. A fotografia seguinte (Figura 19) foi tirada no Observatório Nacional. Da esquerda para a direita, sentados, aparecem Domingos Costa, Alfredo Lisboa, Alex Corrêa Lemos, Einstein, Henrique Morize, que era o diretor do Observatório, Isidoro Kohn e José Inácio Azevedo do Amaral. O prof. Lélío Gama é o quinto da comissão brasileira que foi observar o eclipse de Sobral em 1919. Ele discutiu com Einstein a pesquisa que estava desenvolvendo, referente a um estudo de medidas astronômicas para detectar variações do polo terrestre. Einstein fez algumas sugestões, que anteciparam o desenvolvimento desses estudos.

Na figura 20, aparecem junto a Einstein Salomão Hazan, o rabino Raffalovich, Dora Hazan e vê-se também a cabeça de Isidoro Kohn. É um flagrante de um almoço. Einstein também participou de um almoço em casa de Aloysio de Castro, que causou alvoroço devido a algumas declarações suas, muito comentadas pelos jornais e revistas da época. A recepção da colônia israelita realizou-se no Automóvel



Figura 18. Participantes da recepção oferecida ao ilustre visitante pelo Clube Germânia. Einstein está ao lado do ministro da Alemanha, Knipping; à sua direita estão Mário de Souza e Assis Chateaubriand

Figura 19. Fotografia tirada no Observatório Nacional. Da esquerda para a direita, sentados, aparecem Domingos Costa, Alfredo Lisboa, Alex Corrêa Lemos, Einstein, Henrique Morize, Isidoro Kohn e José Inácio Azevedo do Amaral

Clube: na figura 21, vemos Einstein subindo as escadas. Na figura 22 vê-se parte da assistência, mas a fotografia não dá ideia da quantidade de pessoas presentes: o primeiro andar, ladeado de amplos terraços, estava repleto. A fotografia seguinte (Figura 23) é um flagrante do discurso em que Einstein está respondendo a todos, tendo ao lado Raffalovich. Nessa oportunidade, Einstein fez uma declaração de religiosidade, acentuando o quanto as ideias religiosas “têm contribuído para orientá-lo na senda do estudo a que se vem dedicando”.

Estamos chegando ao fim da nossa história. Einstein visitou o Hospital Nacional dos Alienados, centro avançado de tratamento das doenças mentais, cujo diretor era o grande psiquiatra Juliano Moreira. Einstein se interessou pelas várias seções, tendo desejado inclusive conversar com um paciente lá internado. A figura 24 está ligada a um fato especial. *O Jornal* tinha tomado a iniciativa de uma subscrição pública para doar-lhe uma lembrança; foi escolhida uma caixa contendo quinze pedras preciosas brasileiras em estado bruto

e lapidadas. A fotografia representa Einstein na redação de *O Jornal*. As últimas reproduções são de caricaturas de Einstein.

É difícil concluir esta palestra: vimos as fotografias, reconstruímos o ambiente... insisto em dizer que já naquela época havia pesquisadores, pessoas que escreviam sobre relatividade e outros que tinham procurado entender as teorias de Einstein.

Havia também opositores, como vimos. Por exemplo, quando Einstein chegou ao Rio, Gago Coutinho (que aliás deixou contribuições não só como pioneiro da aviação, mas como escritor sobre história da navegação e que em 1926 escreveu um livrinho contra a relatividade, publicado pela Universidade de Coimbra) escreveu um longo artigo, bastante hostil à relatividade. Seria interessante saber porque havia opositores e como se propagava essa hostilidade. Em seu artigo, Gago Coutinho escreve: “O eclipse total do Sol que em 1919 foi observado na cidade de Sobral, estado do Ceará, tornou-se muito popular, porque ao fazer a sua propaganda internacional Einstein e os seus partidários não deixam nunca de aproveitar aquele eclipse, afirmando que essa experiência confirmou plenamente a teoria, de uma maneira que não podia ser mais satisfatória. O próprio professor, ao passar no Rio em março deste ano, afirma: ‘o problema concebido pelo meu cérebro, incumbiu-se de resolvê-lo o luminoso céu do Brasil’. Assim, o relativismo aproveita romanticamente o prestígio popular dos primitivos descobridores para fazer a conquista intelectual da América”.

Pouco depois da partida de Einstein, no dia 16 de maio, *O Jornal* publica um artigo de Licínio Cardoso, que era professor de mecânica racional na Escola Politécnica, intitulado “Relatividade imaginária”. Licínio diz que comprou muitos livros sobre relatividade e leu todos, mas não conseguia aceitar a teoria. Assim julga o livro de Einstein *La théorie de la relativité restreinte e généralisée*: “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 consequente, que ce theorème n’est pas vérifié em réalité”. 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... “O ponto central da crítica deste extremado expoente da escola positivista parece-me ser o seguinte: “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”.

Esse artigo, como se poderia esperar, deu origem a uma forte polêmica. Na Academia Brasileira de Ciências, onde Licínio Cardoso leu seu artigo no dia 26 de maio, ele foi criticado por Adalberto Menezes, Alvaro Alberto, Inácio do Amaral e Roberto Marinho.

Einstein permaneceu no Rio de Janeiro do dia 4 até dia 12 de maio; recebeu presentes, levou consigo a lembrança de uma recep-



ção calorosa e a visão duma natureza encantadora e deixou no Brasil a visão do que ele tinha de melhor: a sua inteligência e a sua bondade.

À Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro, à Biblioteca Municipal de São Paulo (em particular às seções de periódicos e microfilmagem dessas instituições) e ao sr. Geraldo Nunes, responsável pelo gabinete fotográfico do Instituto de Física da USP, quero agradecer pela eficiência no atendimento de meus inúmeros pedidos.

Roberto Vergara Caffarelli, Universidade de Pisa e Instituto de Física da Universidade de São Paulo

NOTAS DO EDITOR:

1. Em 1922 já havia uma discussão na Instituição Cultural Argentino Germana para convidar Einstein para ir à Argentina. Em outubro do mesmo ano, o físico Jorge Duclout propôs ao Conselho da Universidade de Buenos Aires que fizesse um convite a Einstein para dar uma série de palestras.
2. Ainda antes da partida de Einstein da Alemanha, o rabino Raffalovich enviou um convite a Einstein, em nome de Aloysio de Castro e de Paulo de Frontin, convidando-o a visitar a capital brasileira quando de seu retorno da Argentina. Ele acrescentou que a comunidade judaica, que ele liderava, teria uma grande honra em saudá-lo. Einstein aceitou o convite, o qual foi reforçado quando de sua primeira passagem pelo Rio.



Figura 20. Fotografia de um almoço em que aparecem junto a Einstein Salomão Hazan, o rabino Raffalovich, Dora Hazan e vê-se também a cabeça de Isidoro Kohn
 Figura 21. Einstein no Automóvel Clube
 Figura 22. Parte da assistência presente na recepção da colônia israelita realizada no Automóvel Clube
 Figura 23. Flagrante do discurso de Einstein, tendo ao lado Raffalovich
 Figura 24. Einstein na redação de *O Jornal*
 Figura 25. Caricatura de Einstein

HUMANOS E FORMIGAS UTILIZAM AS PLANTAS QUE PROLIFERARAM COM A FRAGMENTAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA NORDESTINA

Elaine Maria dos Santos Ribeiro, Maria Joana Specht, Marcelo Tabarelli, Bráulio Almeida Santos, Pille Gerhold, Rainer Wirth e Inara Roberta Leal

É sabido que muitas espécies têm suas populações reduzidas e várias se tornam extintas devido à fragmentação das florestas. Como as populações que utilizam as plantas em florestas fragmentadas reagem à modificação na composição de espécies? Neste estudo buscamos entender o porquê de as formigas e os seres humanos compartilharem 50% das espécies de plantas de sua dieta em uma paisagem fragmentada da Mata Atlântica.

Embora muitos dos efeitos da perda e fragmentação de habitats sobre as florestas tropicais já sejam bem conhecidos, ainda existe muito a ser elucidado sobre esse processo. Uma das consequências diretas da perda e fragmentação das florestas é a simplificação dos habitats, através da homogeneização da composição de espécies [1, 2]. Quando estamos tratando das plantas, por exemplo, sabemos que, com a perda e fragmentação das florestas, há predomínio de espécies bem adaptadas às novas condições do habitat (e.g. fragmentos florestais pequenos e isolados, com muita entrada de luz e vento) tais como espécies de crescimento rápido, com muitas sementes pequenas que se auto dispersam ou que dependem de polinizadores e dispersores generalistas. Essas mudanças na flora, base da teia trófica dos ecossistemas terrestres, pode trazer consequências

indiretas no padrão de utilização dos recursos vegetais de diversos herbívoros, desde formigas cortadeiras que coletam fragmentos de folhas para cultivar o jardim de fungos do qual se alimentam até humanos que podem utilizar as plantas como fonte de lenha. Mas será que seres tão diferentes como humanos e formigas cortadeiras respondem da mesma forma à fragmentação da floresta com relação à seleção das plantas que utilizam?

A Mata Atlântica é uma dessas florestas tropicais megadiversas que sofreu forte perda e fragmentação, mas que ainda possui uma vasta diversidade de plantas (cerca de 17,7 mil espécies) [2, 3, 4]. Essa diversidade em número de espécies é expressa, por exemplo, pelos tipos de folhas, cujas dimensões podem variar desde o tamanho da cabeça de um alfinete, como os folíolos das folhas partidas do visgueiro, até as folhas da embaúba, cujas dimensões são maiores que um prato. Da mesma forma, essas espécies são diversificadas em relação a outras características, como a composição química, espessura, dureza, presença de pelos e espinhos nas folhas, densidade da madeira e abundância de seus indivíduos na floresta. Assim, cada espécie possui um conjunto de características que influencia desde seu crescimento até o quanto de carbono a espécie vai armazenar em galhos, folhas e troncos. Por exemplo, espécies de folhas grandes e macias têm maior capacidade de estocar carbono atmosférico, o que pode resultar em maiores taxas de crescimento e reprodução da planta. Por outro lado, espécies com folhas grossas e duras podem evitar os danos causados por herbívoros quando comparadas às folhas finas e macias, crescendo mais lentamente e se reproduzindo menos.

Estudos de etnobotânica (ciência que estuda a relação dos seres humanos com as plantas) têm mostrado que populações humanas rurais que fazem o uso direto de plantas

selecionam espécies florestais para diversos propósitos, tais como medicinal, construção civil e como fonte de energia (lenha) [3, 5]. Essa seleção das plantas é realizada de acordo com o tipo do uso. Por exemplo, para construção civil e lenha, a escolha é baseada, principalmente, na qualidade da madeira: quanto mais densa (ou dura) a madeira, mais adequada para esse fim [6]. Para uso medicinal, a seleção é feita por meio da análise de propriedades químicas presentes em alguma parte da planta ou do relato de sucesso no uso [7]. Porém, quando se trata de minúsculos insetos sociais, como as formigas cortadeiras do gênero *Atta*, será que elas também selecionam as plantas que melhor se adequam ao crescimento do fungo que cultivam em suas colônias e do qual se alimentam? Vários estudos enfocaram a seleção de plantas cortadas por formigas cortadeiras e, sim, elas também escolhem não apenas entre espécies diferentes de plantas, mas também entre indivíduos diferentes da mesma espécie e entre partes diferentes da mesma planta [8, 9]. Por exemplo, espécies de plantas pioneiras que crescem rapidamente quando expostas ao Sol são preferidas em relação às plantas que crescem lentamente na sombra, porque as pioneiras têm menos defesas químicas (e.g. terpenos) e físicas (e.g. pelos) contra herbívoros e são mais palatáveis para as formigas [8]. Da mesma forma, folhas murchas são preferidas em relação às não murchas, porque são mais fáceis de cortar e mais palatáveis, bem como folhas jovens são preferidas em relação às velhas porque são mais macias e palatáveis [9]. Na Mata Atlântica nordestina localizada ao norte do rio São Francisco, o setor mais degradado de toda a Mata Atlântica brasileira [1], estudos sobre o uso de plantas como combustível doméstico e de comportamento de forrageamento de formigas cortadeiras foram realizados entre os anos de 2000 e 2013 [3, 8]. Esses estudos foram conduzidos em fragmentos de floresta e seus entornos em uma paisagem rural. Através de entrevistas e caminhadas na floresta com habitantes locais, foi possível identificar as espécies de árvores mais utilizadas para combustível doméstico por pessoas que vivem ao redor dos fragmentos. Para descobrir as espécies utilizadas pelas formigas, foram coletados pedaços de folhas das espécies vegetais presentes nas trilhas das formigas cortadeiras, os quais foram identificados posteriormente no nível de espécie. Embora esses estudos tivessem sido destinados a responder perguntas isoladas para cada grupo biológico (humanos e formigas cortadeiras), os pesquisadores ficaram intrigados com

o fato de que 50% das plantas utilizadas como lenha pelas comunidades rurais faziam parte da dieta das formigas cortadeiras (Figura 1). Isso não era esperado porque, de acordo com a teoria existente até então [6, 10, 11], os grupos selecionariam plantas com características opostas: os humanos preferindo plantas de sombra, com crescimento lento, madeira dura, folhas pequenas, espessas, duras e bem defendidas contra herbívoros (plantas características das florestas conservadas), e as formigas cortadeiras preferindo plantas de sol, com crescimento rápido, madeira mole, folhas grandes, finas, macias e pouco defendidas contra herbívoros (plantas pioneiras características das florestas fragmentadas).

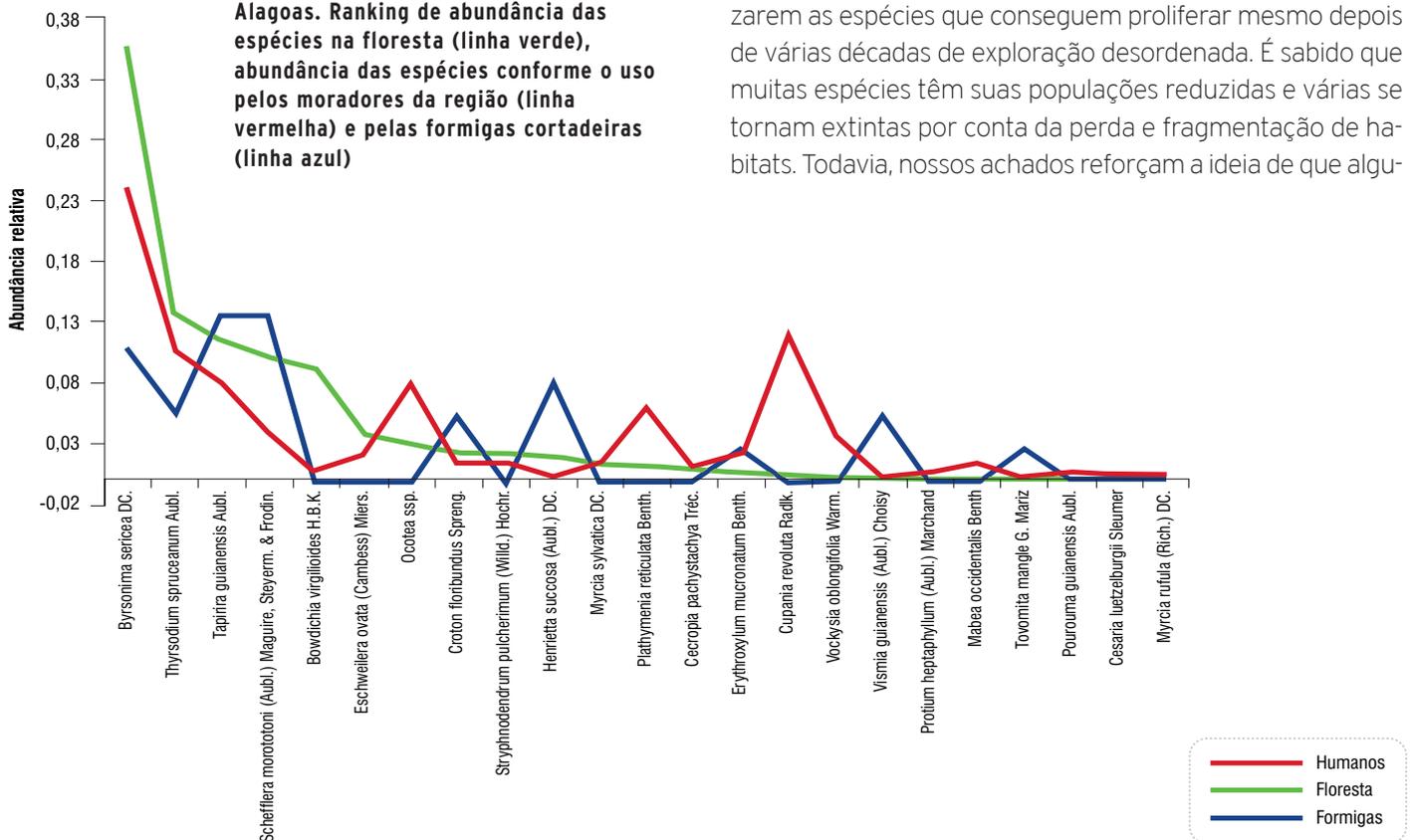
Quais seriam os motivos que levaram à seleção em comum de espécies vegetais por humanos e formigas cortadeiras? Na ecologia, a teoria do forrageamento ótimo [12] prediz uma relação de custo/benefício envolvida na escolha de um recurso, ou seja, os organismos selecionam recursos que forneçam mais energia do que a gasta para obtê-los. Com base nessa teoria, não valeria a pena buscar uma madeira mais dura para uso como lenha ou uma planta com folhas mais macias para cultivar fungos se essas são muito raras na floresta. Outra teoria ecológica, a hipótese da aparência [13] prediz que as plantas mais suscetíveis ao ataque de herbívoros são aquelas mais visíveis, ou seja, mais abundantes. A hipótese da aparência tem sido adotada recentemente também em estudos etnobotânicos que defendem que o uso por humanos é afetado pela disponibilidade do recurso [7]. Como espécies de madeira dura estão cada vez mais raras em florestas fragmentadas, é possível que os humanos estejam usando as espécies que são mais abundantes atualmente, ou seja, aquelas plantas pioneiras de crescimento rápido, velhas conhecidas das formigas cortadeiras e que tendem a responder positivamente à fragmentação da floresta. De fato, estudos na Mata Atlântica e na Floresta Amazônica [14, 15] têm demonstrado que a perda de habitats gera a proliferação de espécies que se adaptam às novas condições microclimáticas como, por exemplo, maior incidência luminosa e mais vento.

Para verificar essa hipótese, primeiro foi avaliado se a densidade (dureza) da madeira influenciava a escolha das espécies pelos moradores que vivem próximo às florestas estudadas. Diferentemente do relatado na literatura [6], constatou-se que as espécies mais usadas não são as que possuem maior densidade de madeira, não sendo, portanto, essa característica uma boa descritora do padrão de uso

das espécies como combustível. Posteriormente, utilizando a abundância de indivíduos das espécies de plantas que ocorrem nos fragmentos de floresta como um descritor da sua visibilidade, foi avaliado se as espécies utilizadas como lenha eram as mais abundantes, o que foi corroborado, ou seja, os moradores usavam as espécies mais abundantes presentes nos fragmentos de floresta ainda existentes em sua paisagem rural (Figura 1). Apesar dessas espécies não serem as de madeira mais dura, sua densidade ficou em torno de 0.65 g/cm³, valor similar ao de outras espécies de uso comercial, como *Eucalyptus*, que tem densidade de madeira em torno de 0.61 g/cm³. Por fim, além da abundância, a distância às plantas utilizadas foi um fator importante na decisão dos moradores, sendo as espécies mais próximas às bordas da floresta mais usadas, devido à dificuldade de carregar o peso da madeira até os domicílios. Quanto às formigas cortadeiras, como previsto e relatado na literatura, foram selecionadas espécies de plantas com fo-

lhas mais macias e, também, mais abundantes, uma vez que as plantas pioneiras possuem folhas mais macias e são mais abundantes do que espécies características da floresta madura, especialmente nas bordas (Figura 1). Esses resultados nos indicam que tanto humanos quanto formigas utilizam as espécies mais abundantes nos fragmentos de floresta. Além de identificar as plantas selecionadas por humanos e formigas cortadeiras, verificamos que as espécies utilizadas eram mais próximas em termos de relação de parentesco, como primos de uma mesma família (Figura 2). As formigas cortadeiras, por exemplo, concentraram seu forrageamento nas plantas com folhas mais macias, característica que ocorre frequentemente em alguns grupos de plantas específicos, como as famílias Euphorbiaceae e Melastomataceae. As espécies com maiores valores de densidade da madeira também formaram grupos filogenéticos específicos (e.g. Sapotaceae e Primulaceae), apesar de tal característica não ter sido levada em conta na seleção pelos moradores dos entornos dos fragmentos da floresta. O desmatamento e a fragmentação da floresta acabam direcionando o uso das espécies tanto pelas formigas como pelos humanos, forçando seres completamente diferentes a utilizarem as espécies que conseguem proliferar mesmo depois de várias décadas de exploração desordenada. É sabido que muitas espécies têm suas populações reduzidas e várias se tornam extintas por conta da perda e fragmentação de habitats. Todavia, nossos achados reforçam a ideia de que algu-

Figura 1. Abundância das espécies arbustivas e arbóreas encontradas nas áreas de floresta da Usina Serra Grande, Alagoas. Ranking de abundância das espécies na floresta (linha verde), abundância das espécies conforme o uso pelos moradores da região (linha vermelha) e pelas formigas cortadeiras (linha azul)



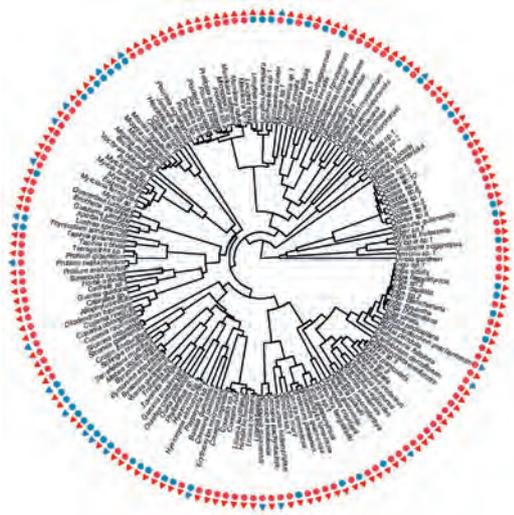


Figura 2. Árvore filogenética das espécies arbustivas e arbóreas encontradas nas áreas de floresta da Usina Serra Grande, Alagoas. Os círculos azuis representam as espécies utilizadas pelas formigas cortadeiras e os triângulos azuis as utilizadas como lenha pelas populações humanas. Os círculos e triângulos em vermelho representam as espécies não utilizadas

mas espécies se beneficiam ou apenas se adaptam às novas condições. No caso das populações humanas, a fragmentação das florestas leva a uma migração no padrão de exploração baseada em recursos mais nobres para aqueles recursos que sobram. Esse é o mesmo padrão encontrado em outras formas de exploração de recursos naturais como a pesca e a extração comercial de madeira. Além disso, como observado aqui, é provável que não apenas espécies, mas grupos filogenéticos inteiros sejam perdidos com a fragmentação das florestas. Ainda não é possível estimar os impactos dessa convergência no uso das espécies vegetais, mas alguns cenários são possíveis como a persistência apenas de espécies pioneiras com maior grau de adaptação às áreas fragmentadas, cujas possíveis consequências precisam ser melhor avaliadas.

Elaine Maria dos Santos Ribeiro é professora do curso de licenciatura em ciências biológicas da Universidade de Pernambuco (UPE), campus Petrolina. Email: elaine.ribeiro@upe.br

Maria Joana Specht é doutora na área de biologia vegetal pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). E-mail: joanaspecht@gmail.com

Marcelo Tabarelli é professor do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), credenciado no Programa de Pós-Graduação em biologia vegetal da UFPE. E-mail: mtrelli@ufpe.br

Bráulio Almeida Santos é professor adjunto da Universidade Federal da Paraíba (UFPA), campus João Pessoa, onde coordena o Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia) e o Laboratório de Ecologia Aplicada e Conservação (LEAC). E-mail: braulio@dse.ufpb.br

Pille Gerhold é pesquisadora sênior do Departamento de Zoologia, Instituto de Ecologia e Ciências da Terra, da Universidade de Tartu, na Estônia. E-mail: pille.gerhold@ut.ee

Rainer Wirth é pesquisador, docente e chefe do Departamento de Ecologia e Sistemática de Plantas da Universidade de Kaiserslautern, na Alemanha. E-mail: with@rhrk.uni-kl.de

Inara Roberta Leal é professora do Departamento de Botânica da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), credenciada nos Programas de Pós-Graduação em Biologia Vegetal e Biologia Animal da instituição. E-mail: irleal@ufpe.br

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos revisores anônimos pelas contribuições que possibilitaram a melhoria do trabalho e às instituições que o financiaram (CNPq 540322/01-6, 243000/02, 165867/2015-9, Capes 007/01, DFG WI 1959/1-1, Estonian Research Council - grant PUT1006).

REFERÊNCIAS

- Lôbo, D.; Leão, T.; Melo, F. P. L.; Santos, A. M. M.; Tabarelli, M. "Forest fragmentation drives Atlantic forest of northeastern Brazil to biotic homogenization", *Diversity and Distributions*, 17, 287–296. 2011.
- Tabarelli, M.; Aguiar, A. V.; Leal, I. R.; Lopes, A. V. *Serra Grande: uma floresta de ideias*. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2013.
- Specht, M. J.; Pinto, R. S. S.; Tabarelli, M.; Melo, F. P. L. "Biodiversidade queimada: Uso de lenha para cozinhar ameaça Mata Atlântica do Nordeste", *Ciência Hoje*, 308, 28–31. 2013.
- Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/>> Acesso em: 17 Jun. 2018.
- Anderson, E. N.; Pearsall, D.; Hunn, E.; Tuner, N. *Ethnobiology*. New Jersey: John Wiley & Sons, 2011.
- Ramos, M. A.; Medeiros, P. M.; Almeida, A. L. S.; Feliciano, A. L. P.; Albuquerque, U. P. "Can wood quality justify local preferences for firewood in an area of caatinga (dryland) vegetation?", *Biomass and Bioenergy*, 32, 503–509. 2008.
- Santos, C. S.; Barros, F. N.; Paula, M.; Rando, J.; Nascimento, V. T.; Medeiros, P. M. M. "What matters when prioritizing a medicinal plant? A study of local criteria for their differential use", *Acta Botânica Brasilica*, 32, 297–302. 2018.
- Falcão, P. F.; Pinto, S. R. R.; Wirth, R.; Leal, I. R. "Edge-induced narrowing of dietary diversity in leaf-cutting ants", *Bulletin of Entomological Research*, 101, 305–311. 2011.
- Ribeiro-Neto, J. D.; Pinho, B. X.; Meyer, S. T.; Wirth, R.; Leal, I. R. "Drought stress drives intraspecific choice of food plants by *Atta* leaf-cutting ants", *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 144, 209–215. 2012.
- Howard, J. J. "Index to Ecology, volume 69, 1988", *Ecology*, 69, 250–260. 1988.
- Mundim, F. M.; Costa, A. N.; Vasconcelos, H. L. "Leaf nutrient content and host plant selection by leaf-cutter ants, *Atta laevigata*, in a Neotropical savanna", *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 130, 47–54. 2008.
- Pyke, G. H.; Pulliam, H. R.; Charnov, E. L. "Optimal foraging: a selective review of theory and tests", *Quarterly Review of Biology*, 52, 137–154. 1977.
- Feeny, P. "Plant appearance and chemical defense". In: *Biochemical interactions between plants and insects*. New York: Plenum. 1976.
- Oliveira, M. A.; Santos, A. M. M.; Tabarelli, M. "Profound impoverishment of the large-tree stand in a hyper-fragmented landscape of the Atlantic Forest", *Forest Ecology and Management*, 256, 1910–1917. 2008.
- Laurance, W. F.; Nascimento, H. E. M.; Laurance, S. G.; Andrade, A. C.; Fearnside, F. M.; Ribeiro, J. E. L.; Capretz, R. L. "Rain forest fragmentation and the proliferation of successional trees", *Ecology*, 87, 469–482. 2006.

CINEMA

130 ANOS DE CHARLIE CHAPLIN

A cena na qual Carlitos divide uma garrafa de leite com um cão de rua, no filme *Vida de cachorro* (1918), é uma, dentre tantas cenas memoráveis produzidas ao longo da prolífica carreira de Charlie Chaplin. Não é incomum que imagens associadas com a pureza e o sorriso do vagabundo mais cativante do cinema invadam a mente das pessoas diante de uma simples citação sobre o diretor, produtor, humorista, empresário, escritor, comediante, dançarino, roteirista e músico britânico Charlie Spencer Chaplin, que completaria 130 anos em 2019. Como parte dessa comemoração, em outubro do ano passado foi lançada uma biografia musical de Chaplin, baseada em transcrições de 60 anos de partituras originais. O livro revela a história não contada do artista que também foi o compositor de famosas (e não tão famosas) músicas que ele utilizou em seus filmes. Esse lançamento é uma das homenagens previstas para marcar seu aniversário de nascimento, dentro de uma vasta e merecida programação (<https://www.charliechaplin.com/en/infos>). “Desde o começo de sua carreira Chaplin demonstra forte envolvimento com a música. Ele aparece em alguns filmes tocando violino ou piano e apresenta um interesse em óperas e espetáculos musicais”, ex-



plica a cineasta e pesquisadora Julhia Quadros. No entanto, segundo ela, a composição de trilhas sonoras começa somente em 1941. “Chaplin não sabia escrever partituras, a princípio, e precisou de pessoas que transcrevessem as músicas que ele queria nos filmes”, conta Quadros. Dar visibilidade à essa faceta artística menos lembrada desse artista múltiplo demonstra a potência do talento de Chaplin, cuja obra é composta por 81 filmes, produzidos entre 1914 e 1967, e que tem na comédia a expressão mais marcante, em uma trajetória emblematicamente representada na figura de Carlitos. Vale lembrar, entretanto, que o artista viveu e produziu no período das grandes guerras e nunca deixou de se posicionar politicamente, ao contrário, esse assunto ocupou frequentemente o centro de suas tramas, por meio do humanismo contido nos filmes. Como recorda Quadros, “Chaplin percebe a potência da comédia para discutir assuntos extremamente profundos e sérios, investindo em



À esquerda, cena do filme *O garoto*, acima, cena de *O grande ditador*, com roteiros que misturam drama e comédia, uma das características da produção chaplina

roteiros que misturam comédia e tragédia, como ele define nos créditos iniciais de *O garoto* (1921), um filme com um sorriso e, talvez, uma lágrima, reiterando a famosa definição de humor de Bernard Shaw”. Ainda para a cineasta, “conforme a carreira avança seus filmes tornam-se mais complexos em termos de conteúdo. Dois exemplos são a cena do globo em *O grande ditador* (1940) ou a da linha de montagem em *Tempos modernos* (1936), onde ele explicita suas visões políticas de forma criativa e impactante. As críticas estão lá, por meio das metáforas muito bem trabalhadas e toda ironia que a comédia permite”, complementa Quadros.

LINGUAGEM ÚNICA As contribuições de Chaplin para o cinema são inegáveis e cada vez mais valorizadas, seja pelas questões técnicas, seja na criação de personagens. “Com Carlitos, Chaplin expressava uma capacidade incrível de transformar objetos no que ele quisesse. Folhas viravam escovas

de dentes, manequins ganhavam vida, escadas e portas se tornavam grandes obstáculos”, lembra Quadros. Para ela, esse era o maior talento da construção visual de Chaplin: a ressignificação das coisas, que confere plasticidade à sua produção cinematográfica e corrobora a narrativa de que ele estaria sempre à margem. “É como se os objetos desfrutassem da mesma liberdade do vagabundo Carlitos. Isso resume seu principal talento, ou seja, algo característico da personagem evolui para a forma como ele se relaciona com o ambiente e com a cena em si, estabelecendo aí uma linguagem única em seus filmes, criando a linguagem cinematográfica chapliana”, acredita a pesquisadora.

Com uma obra tão extensa e diversa, qual seria o melhor filme de Chaplin? Para Quadros, “Chaplin é um cineasta que se constrói com a obra inteira”. Mesmo assim, ela aponta *Twenty minutes of love* (1914), *Luzes da cidade* (1931) e *Luzes da ribalta* (1952) como os seus preferidos. “São escolhas que representam o melhor de todas as fases da carreira de Chaplin: o começo, com a experimentação da técnica; o meio, em que ele já teria atingido um domínio maior sobre seu estilo; e o final, em que ele revê diversos aspectos de sua vida”, explica.

As comemorações dos 130 anos de Chaplin são uma oportunidade para impulsionar novos olhares e descobertas em torno desse incrível legado. “Acredito que é sempre importante exibir os filmes de Chaplin e discuti-los depois, criando assim, um olhar contemporâneo para a sua obra”, finaliza Quadros.

Amando Martinelli

Foto: MAST



Centro de visitantes do MAST, instituição que tem investido em ações de divulgação da astronomia

EDUCAÇÃO

A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA DA ASTRONOMIA NO BRASIL

O céu fascina o homem há milhares de anos. Tanto que a astronomia é considerada a mais antiga das ciências – seus primeiros registros datam de 3.000 a.C. e se devem aos chineses, babilônios, assírios e egípcios. Ao longo de todo esse tempo, a astronomia vem guiando o homem rumo ao avanço científico. A astronomia brasileira também tem uma longa história. O Brasil abrigou o primeiro observatório astronômico do Hemisfério Sul, construído em 1639 no palácio Friburgo, em Recife, pelos holandeses. O Observatório Nacional, originalmente denominado Imperial Observatório do Rio de Janeiro, foi criado em

1827, e é uma das mais antigas instituições científicas brasileiras. No seu primeiro século de existência, o Observatório Nacional organizou e participou de diversas expedições científicas de astronomia. A mais famosa delas foi a do eclipse solar de Sobral (CE), em 1919, que ajudou a confirmar a teoria da relatividade geral de Einstein.

Aliás, neste ano comemoram-se cem anos do evento, com direito ao Núcleo Temático dedicado ao tema nesta edição da *Ciência&Cultura*, exposição cultural e encontro internacional organizado pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) no mês de maio. O fa-

moso eclipse, observado na pequena cidade do interior cearense, causou tanto alvoroço porque confirmou a teoria da relatividade formulada por Albert Einstein. A equipe inglesa, liderada pelo astrônomo inglês Arthur Eddington, da Royal Astronomical Society, tirou várias fotografias durante o eclipse que comprovaram que a luz se desvia ao passar próxima a um corpo celeste de grande massa. Para celebrar o centenário, a SBPC, em parceria com a prefeitura de Sobral e com o governo do estado do Ceará, organizou o Encontro Internacional do Centenário do Eclipse de Sobral (1919-2019), que aconteceu nos dias 28 a 30 de maio, com palestras, bate-papos, e apresentações culturais. Também o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), em parceria com o Observatório Nacional, inaugurou no dia 29 de maio a exposição *O eclipse - Einstein, Sobral e o GPS*. Apesar de seu longo histórico no que se refere à divulgação científica da astronomia, o Brasil ainda tem um longo caminho a percorrer. “Em geral os jornais e as mídias fazem traduções de pautas internacionais, o que resulta em invisibilidade do que é produzido no Brasil”, aponta a física Daniela Borges Pavani, professora do Departamento de Astronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Esse não é o único problema enfrentado pela área. A falta de preparo dos profissionais da mídia, de investimento (e até mesmo de interesse) por parte dos veículos de comunicação e de acessibilidade dos cientistas também dificulta – e muito – a

divulgação científica da astronomia brasileira. “A divulgação científica de astronomia é uma via de mão dupla”, explica o físico Roberto Dias da Costa, professor do Departamento de Astronomia da Universidade de São Paulo (USP). “Por um lado, é necessário que os órgãos de imprensa se interessem pelo tema, quebrando aquele paradigma de que apenas política, polícia e economia interessam ao público. Por outro, os astrônomos profissionais necessitam tornar-se acessíveis à imprensa, tanto em termos de disponibilidade de tempo como em termos de comunicabilidade”. Buscando favorecer a divulgação da área, a Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) tem feito um esforço para disponibilizar pesquisadores da área como contatos para a imprensa. Além disso a SAB oferece aos influenciadores digitais, em especial aos *youtubers*, um programa de tutoria, em que astrofísicos dão apoio para a divulgação científica da área.

EDUCAÇÃO & ASTRONOMIA Para além da divulgação, a educação pela astronomia também se faz extremamente importante. Por envolver uma combinação de ciência, tecnologia e cultura, a astronomia é um instrumento poderoso para despertar o interesse e envolver os jovens estudantes nas diferentes áreas da ciência. Nos parâmetros curriculares nacionais (PCN), que já completam 30 anos, ou na base comum curricular nacional (BCCN), proposta mais recentemente, a astronomia é apontada como uma aliada importante na introdução de novas práticas pedagógicas e como uma área do conhecimento transversal. “A astronomia não é uma disciplina escolar, mas ela é multidisciplinar, possibilitando discutir temas da geografia, física, história, artes...”, explica o físico Gustavo Rojas, pesquisador do Núcleo de Formação de Professores da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e líder das equipes brasileiras que disputam a



Um dos ambientes da exposição organizada pelo MAST sobre o eclipse de Sobral

Olimpíada Internacional de Astronomia e Astrofísica (IOAA).

No Brasil, a falta de investimento para a preparação dos professores ainda é um problema frequente. Isso faz com que o tema seja abordado de forma inadequada, ou até mesmo não seja abordado, em sala de aula. No entanto, algumas iniciativas vêm buscando preencher essa lacuna. A USP oferece cursos a distância para professores, como o mestrado profissional em ensino de astronomia, criado em 2013. Uma das iniciativas mais exemplares em relação aos estudantes é a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), um evento nacional realizado nas escolas brasileiras desde 1998 pela SAB, que atualmente atinge mais de um milhão de estudantes do ensino fundamental e médio. “Além dessas ações, espaços como planetários, observatórios e museus de ciências são importantes para educar e divulgar a astronomia. E, nesse processo, falar e entender a ciência e suas implicações em nossas vidas é fundamental”, afirma Rojas.

O BRASIL E O MUNDO A exploração do espaço aumentou não apenas nosso conhecimento sobre o universo, mas também trouxe vários benefícios para nossa vida na Terra. Os resultados do desenvolvimento científico e tecnológico da astronomia frequentemente se transformam em aplicações essenciais para o nosso dia a dia. Telecomunicações, GPS, previsões meteorológicas, painéis solares, scanners de ressonância magnética e muitas outras aplicações para a medicina são

apenas algumas das áreas dependentes da infraestrutura espacial. “É comum as pessoas pensarem que pesquisar assuntos que não têm aplicação prática imediata é perda de tempo. Porém, a pesquisa básica, entre as quais está a astronomia, é propulsora do desenvolvimento científico-tecnológico e social”, explica Pavani. “Em maio comemoramos 100 anos da comprovação da teoria da relatividade geral, assunto em que o Brasil foi protagonista através das observações do eclipse total do Sol em Sobral (CE). Um assunto que parece totalmente desconectado da nossa vida cotidiana. Entretanto, não poderíamos usar esses aplicativos de chamar táxi, Uber etc. porque o funcionamento do GPS, que está por trás desses serviços, baseia-se nessa teoria. Temos inúmeros exemplos, que vão da medicina ao Wi-Fi”, diz a professora da UFRGS.

E apesar de todas as dificuldades, o Brasil faz parte da expansão desse tipo de conhecimento. Nos últimos anos, a quantidade de artigos científicos na área publicados por brasileiros cresceu significativamente, passando de quatro mil pesquisas divulgadas, entre 2000 e 2009, para 5,3 mil, de 2010 a 2017. E não é só, nosso país também faz parte de iniciativas internacionais, como o Bingo, um radiotelescópio projetado para fazer a primeira detecção de oscilações acústicas de Byron (BAO). Por meio desse telescópio será possível medir as propriedades da energia escura. O projeto está sendo construído pelo Brasil e inclui pesquisadores da Arábia Saudita, Suíça, Reino Unido e Uruguai.

Claro que há alguns percalços no caminho do desenvolvimento dessa área por aqui. Por anos o país lutou para participar do Observatório Europeu do Sul (ESO). Em 2010, a ESO aprovou a entrada do Brasil no consórcio, mas apenas em 2015 o Congresso brasileiro aprovou a adesão. Apesar do processo ainda depender da sanção presidencial, a ESO fez um acordo de adesão que colocava o Brasil em condição de igualdade com os outros 14 membros. Isso possibilitava que as indústrias brasileiras participassem nas apresentações das propostas do Observatório e que os astrônomos de instituições brasileiras concorressem a tempo de observação nos telescópios do ESO nas mesmas condições que os demais membros. Porém, o não cumprimento da oficialização do país como participante e a falta do acerto das obrigações financeiras previstas obrigaram o ESO a suspender a participação brasileira no ano passado. “Uma sociedade bem informada – tanto em sua educação escolar como em sua educação científica – é essencial para a tomada de decisões. De modo que em episódios de restrições orçamentárias o cidadão possa avaliar a situação criticamente e enxergar que esses campos (a educação e a ciência) são essenciais, percebendo que não existe país desenvolvido e com justiça social sem investimento em educação e que a ciência é uma peça-chave no desenvolvimento econômico”, afirma Rojas.

Chris Bueno

P O E S I A

ÁLVARO FALEIROS

A MUSA DOENTE

Minha musa está soturna
Acordou mal hoje cedo
Teve umas visões noturnas
Anda morrendo de medo

“O anjo tarado e o saci
Te levam a cagar nas calças?
Musinha não fique assim
Papai com jeito ao céu te alça

Ele te quer bem de saúde
Forte e rosada e bem de vida
Acha melhor que você mude

E já pensou numa saída
Comprando um apê em Lisboa
Pois aqui ninguém tá de boa”

VIAJANTES

A tribo profética de olhos ardentes
Segue vagando solta pela estrada
Se entrega à loucura com febre nos dentes
Crê que a humanidade vai ser curada

Os homens com todos seus rifles e tanques
Aos gritos lançaram sua nova cruzada
Decidiram cavar a todo custo um flanco
E já sonham com a vitória da marcha lançada

O Deus da guerra certamente os protegerá
Livrando-os desde já de quaisquer agruras
Já que lutam em nome de Cristo ou Alá
Pelo império familiar das trevas futuras

O GOSTOSÃO NOS INFERNOS

Quando o gostosão desceu aos infernos
Ostentando nos braços tatoos iradas
Um mendigo rindo e de fedor infecto
Encheu-lhe logo a cara de porrada

Exibindo os seus peitinhos tesudos
Bem durinhos todos siliconados
As putinhas que foderam com tudo
Ali morriam de dar gargalhadas

Empregadas acertavam as contas
Gostando de cuspir em sua cara
E o gostosão sem mesmo se dar conta
Tremia qual preso em pau-de-arara

Sua mulher que mil vezes traída
Fingira não ver todos seus excessos
Vendo o rei do gado ali sem saída
Gozou de prazer por sobre seus restos

Um homem de pé em sua armadura
Seguiu calmo segurando o timão
E atravessou o rio de água escura
Desdenhando aquela vil solidão

O CASTIGO DO ORGULHO

Oh meu Deus quanto orgulho
Anda solto por aí
Infinito mergulho
Cego e certo de si

Há o orgulho das cátedras
Que tão altivo reluz
Em teorias críticas
Que à razão nos conduz

Há o orgulho das togas
E de suas sentenças
Que de tão viciosas
Nos infectam as crenças

Há o orgulho do padre
Escolhido por Deus
Onde a fé sempre arde
Nos preceitos dos seus

Há o orgulho do líder
Que dirige o seu povo
Tão refém de seus erros
Que os faria de novo

Há o orgulho do poeta
Que polindo palavras
Arrisca-se profeta
Em sonoras fanfarras

Mas nenhum se iguala
Ao orgulho do ignaro
Que doutrinas exala
Como se fosse catarro

HORROR SIMPÁTICO

Um carro funerário cruza
A estrada do pensamento
Dirigindo vem a musa
De um modo desatento

Olhando os dentes no espelho
Procura um resto de carne
Mas só enxerga o vermelho
De uma casquinha de tomate

Tenta em vão tirar o resto
Entrevado entre os dentes
Repetindo o mesmo gesto
Em vão insistentemente

Mas como já levara o corpo
Ao instituto médico legal
A musa estaciona num posto
E enfim passa o fio dental

SEMPRE O MESMO

De onde vem essa angústia que vitima
Subindo como o mar nas pedras nuas
Depois que o coração fez a vindima
Bem ou mal nossa vida continua

Assim como o sorriso de um menino
Correndo atrevido e irreverente
Entregando-se liberto ao destino
E que cai de cara quebrando os dentes

Oh cega tolice tonta lucidez
Que nos ocupa e que nos atravessa
Melhor seria calar-se de vez

Ou sonhar o ouro de vã recompensa
A morte movendo o fio tênue dos dias
Pela luz sóbria da melancolia

Álvaro Faleiros é professor livre-docente de literatura francesa na Universidade de São Paulo (USP), poeta e tradutor. Como crítico de tradução publicou nos últimos anos: Traduzir o poema (Ateliê, 2012), Mário Laranjeira, poeta da tradução (org. Dobra editorial, 2013), Sereia de papel: visões de Ana Cristina Cesar (org. com Roberto Zular e Viviana Bosi; Eduerj, 2015) e A retradução de poetas franceses no Brasil: de Lamartine a Prévert (com Thiago Mattos; Rafael Copetti, 2018). Como tradutor publicou, entre outros, Latitudes, 9 poetas do Québec (Noroît/Nankin, 2003), Caligramas, de Guillaume Apollinaire (Ateliê/UnB, 2008) e Um lance de dados, de Mallarmé (Ateliê, 2013). Os poemas selecionados fazem parte do livro À flor do mal [transpirações baudelairianas], publicado em 2018 pela editora Selo Demônio Negro.

Artigos Ensaaios

<http://cienciaecultura.bvs.br>

cienciaecultura@sbpcnet.org.br

A seção **Artigos & Ensaaios** da revista *Ciência e Cultura* possui quatro páginas destinadas a atender demandas espontâneas da comunidade científica que não se encaixem dentro do Núcleo Temático de cada número. A seção abriga textos com uma reflexão sobre temas da atualidade científica e de interesse da sociedade como um todo, nas grandes áreas do conhecimento.

A formatação dos artigos deverá seguir as **normas** publicadas abaixo. Os textos serão avaliados e sua publicação seguirá agenda de interesse editorial da revista. Não é recomendada a submissão de artigos e ensaios de interesse exclusivo de grupos de especialistas ou que tenham sido anteriormente publicados, em veículos da comunidade científica ou mídia em geral.

NORMAS

SEÇÃO ARTIGOS & ENSAIOS Possui 4 páginas, destinadas a um texto de 17,5 mil caracteres com espaçamento (sem imagens) ou 16 mil (com até 3 imagens).

FORMATO Cada artigo terá o máximo de 3 gráficos, tabelas ou imagens, considerados fundamentais para a ilustração e melhor entendimento do texto. Esse material deve ser enviado em arquivo separado e com antecedência, para sua confecção e checagem junto ao articulista. O envio de número superior a esse deverá oferecer a opção de escolha para a edição, se houver necessidade de corte.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS As citações e referências serão indexadas numericamente no texto, em ordem crescente, e aparecerão no final do artigo, sob o título **Notas e Referências**, se ambas ocorrerem; ou **Notas, ou Referências**, se apenas uma das duas ocorrer. Existe, ainda, a opção **Bibliografia consultada**, sem citações referenciadas e numeradas ao longo do texto.

RODAPÉ Notas de rodapé não são utilizadas.

CRÉDITO A assinatura do articulista virá logo abaixo do título e suas qualificações – que devem ser encaminhadas **sempre** no corpo do texto e não exceder cinco linhas – serão editadas ao final. Modelo: *José da Silva é biólogo, professor titular do Instituto de Bioquímica da Universidade de São Paulo (USP) e presidente do Centro de Pesquisa em Biologia Molecular do Instituto XYZ.*

PRAZOS Os textos, avaliados pela editoria da revista, terão retorno ao autor no prazo máximo de 60 dias. A qualidade de texto, informação e pertinência dos artigos e ensaios são essenciais para a sua aprovação. Uma vez aprovados, os textos serão publicados de acordo com a relevância e urgên-

cia dos temas abordados. Depois de aprovados, os textos passarão por um processo de revisão editorial e reenviados para checagem dos autores, que deverão devolvê-los, com devidos ajustes e/ou aprovação em, no máximo, 48 horas.

DESTAQUES Os destaques dentro do texto – como palavras ou expressões que se queira salientar, devem vir em **negrito** – citações de frases e capítulos deverão receber **aspas**; palavras estrangeiras e títulos de obras aparecerão em **italico**. Deve-se evitar o excesso de destaques por página.

REFERÊNCIAS O padrão de referências adotado segue exemplificado abaixo:

1. Berriman, M.; Haas, B.J.; LoVerde, P.T.; *et al.* “The genome of the blood fluke *Schistosoma mansoni*”. *Nature*, Vol.460, no.7253, p.352-258. 2009.
2. Elias, N. *O processo civilizador- uma história de costumes*. Vol.I Rio de Janeiro: Jorge Zahar. 1990.
3. Tavares, J.V. “A violência como dispositivo de excesso de poder”. In: *Revista Crítica de Ciências Sociais*. Vol.37, p.132. Junho de 1993.
4. Diaz, M., *op cit.* p.345-347. 1987.

ENVIO DE MATERIAL Os textos devem ser produzidos em arquivo Word. Ilustrações e gráficos devem ser enviados em arquivo separado, com os detalhes necessários para sua identificação, como: crédito, legenda, fonte etc.

SIGLAS As siglas constantes no texto devem **sempre** aparecer por extenso na primeira vez em que forem utilizadas.

CONTATO É necessário que cada articulista coloque seus dados para eventual contato (e-mail ou tel) quando alguma dúvida surgir no processo de edição.

Realização



Sociedade
Brasileira para o
Progresso da
Ciência

Produção Editorial



Apoio



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES

