

Eclipse em escala



.....

Doris Kohatsu
Departamento de Física, Instituto Federal de São Paulo, São Paulo, SP, B, Brasil
E-mail: doris@ifsp.edu.br

Mikiya Muramatsu
Departamento de Física Geral, Instituto de Física da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil
E-mail: mmuramat@if.usp.br

.....

Introdução

Há cem anos, em 29 de maio de 1919, Sobral, no interior do Ceará, entrou para a história mundial da ciência. Uma expedição de astrônomos ingleses e brasileiros do Observatório Nacional foi a Sobral fotografar o eclipse total do Sol (Figs. 1 e 2), coletando dados que permitiram a comprovação da curvatura da luz de estrelas próximas ao Sol pelo seu campo gravitacional, como era previsto pela Teoria da Relatividade Geral de Albert Einstein, publicada em 1915 [1-3]. O próprio Einstein teria reconhecido: “O problema que minha mente formulou foi respondido pelo luminoso céu do Brasil” [4].

Um dos aspectos interessantes desse evento histórico de natureza científica é o impacto na comunidade local.¹ Em torno do tema eclipse de Sobral, há um contexto interdisciplinar envolvendo ciências, matemática, história, geografia e linguagens. Além dos conhecimentos científicos, pode-se criar a oportunidade de conhecer

um pouco mais sobre as influências da ciência nos habitantes de uma pequena comunidade isolada do mundo científico e tecnológico.

O foco deste artigo é apresentar um dispositivo para demonstração de eclipses em escala, utilizando material de baixo custo. Na seção Referências, os textos [1, 2, 4] e os vídeos [4, 5] podem apoiar o desenvolvimento integrado do conteúdo.

O que é um eclipse?

Do grego, *ékleipsis*, a palavra *eclipse* significa desaparecimento [6]. No eclipse da Lua, a Lua se esconde na sombra da Terra, desaparecendo. No eclipse do Sol, o Sol “desaparece” porque é encoberto pela Lua. Um eclipse acontece quando um objeto astronômico se move em frente a outro formando sombra, ou quando um objeto astronômico se move dentro da sombra de outro objeto [7]. Em óptica

Em comemoração aos cem anos do eclipse solar de Sobral, elaboramos um modelo de demonstração de eclipses em escala. O esquema didático tradicional desenhado fora de escala e em duas dimensões pode prejudicar a uma compreensão do fenômeno real. O modelo apresentado foi desenvolvido com material de baixo custo pensando na aplicabilidade em sala de aula. Além disso, indicamos textos, vídeos e aplicativos que podem apoiar uma abordagem multimodal e integrada com outras disciplinas.

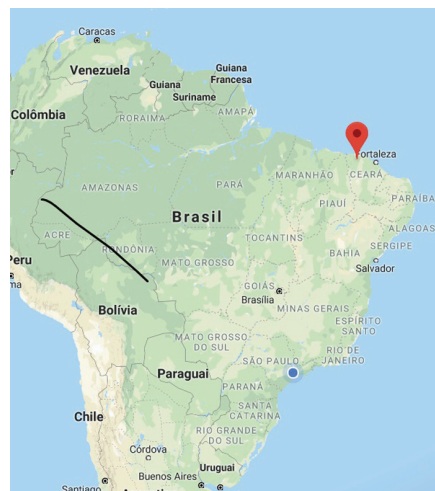


Figura 1: Localização de Sobral. Crédito da imagem: Google maps.



Figura 2: Imagem da placa fotográfica original do eclipse solar de 29 de maio de 1919, capturada em Sobral, CE.

geométrica, o eclipse é estudado como um exemplo de formação de sombra.

Qual a condição para acontecer um eclipse? O eclipse acontece quando os astros estão alinhados. No caso do sistema Terra-Lua-Sol, a órbita da Lua em torno da Terra está inclinada 5° em relação à órbita da Terra em torno do Sol. Os dois pontos em que a órbita da Lua cruza a eclíptica são chamados *nodos* e a linha que os une a *linha dos nodos* [8]. Os eclipses se formam nos nodos, onde há alinhamento dos astros. Observe na Fig. 3.

Eclipse lunar

O eclipse da Lua acontece na fase de Lua Cheia. As noites claras de Lua Cheia ficam mais escuras durante o eclipse total da Lua. A face cheia da Lua “desaparece” porque a Lua entra na zona de sombra da Terra (Figs. 3b, d). O eclipse lunar pode passar despercebido se você não souber que está ocorrendo o eclipse, pois a Lua permanece visível no céu com uma coloração avermelhada. Alguns raios do Sol ainda atingem a superfície lunar, que se torna avermelhada devido à interação desses raios solares com a atmosfera terrestre. Veja as imagens na Fig. 4.

Uma sombra pode ser dividida em umbra, a parte mais escura, e penumbra, região onde há maior incidência de raios de luz, sendo um pouco mais iluminada. O eclipse lunar é penumbral, quando a Lua está atravessando a zona de penumbra; parcial, enquanto a Lua está entrando na zona de umbra; e total, quando a Lua se encontra na zona de umbra.

Eclipse solar

O eclipse solar acontece na fase de Lua Nova (Figs. 3b, d). Aparentemente, o Sol desaparece porque se esconde atrás da Lua. A Lua se alinha entre o Sol e a Terra, projetando sua sombra na superfície terrestre (Figs. 5 e 6). O eclipse do Sol é visível somente para os habitantes que estão na zona de sombra da Lua.

Na Fig. 7, apresentamos um esquema didático da formação da sombra da Lua sobre a Terra. O Sol é a fonte de luz, a Lua o objeto opaco que bloqueia a passagem de luz e a Terra é o anteparo. Algumas possibilidades da visão do Sol eclipsado se encontram na montagem abaixo do esquema.

O esquema didático tradicional das aulas de óptica do ensino básico apresentado acima (Fig. 7) é fácil de desenhar mas pode prejudicar uma compreensão do fenômeno real. A demonstração do eclipse utilizando uma lanterna e bolas de tamanhos diferentes como modelo Terra-Sol-Lua possibilita a visão tridimensional do

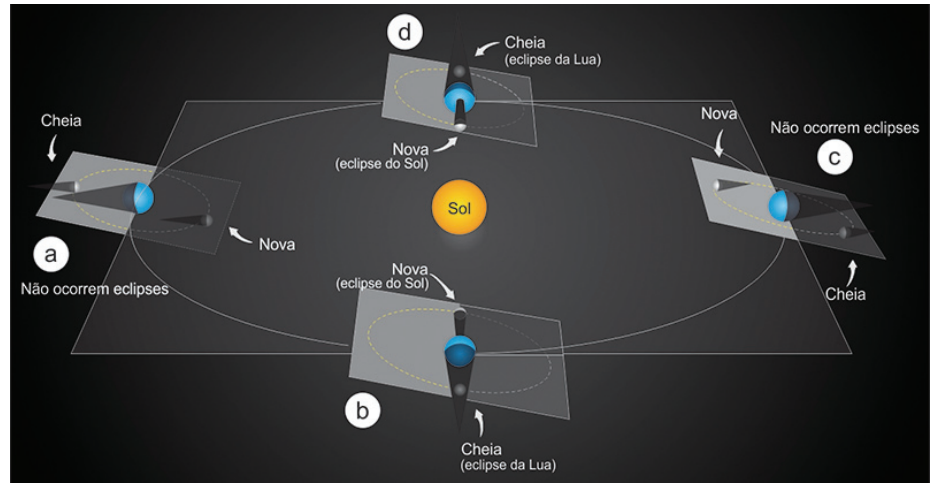


Figura 3: O plano orbital da Lua possui uma pequena inclinação de 5° em relação ao plano orbital da Terra. Os eclipses acontecem quando Sol-Terra-Lua estão alinhados na Lua Nova (eclipse do Sol) ou na Lua Cheia (eclipse da Lua).

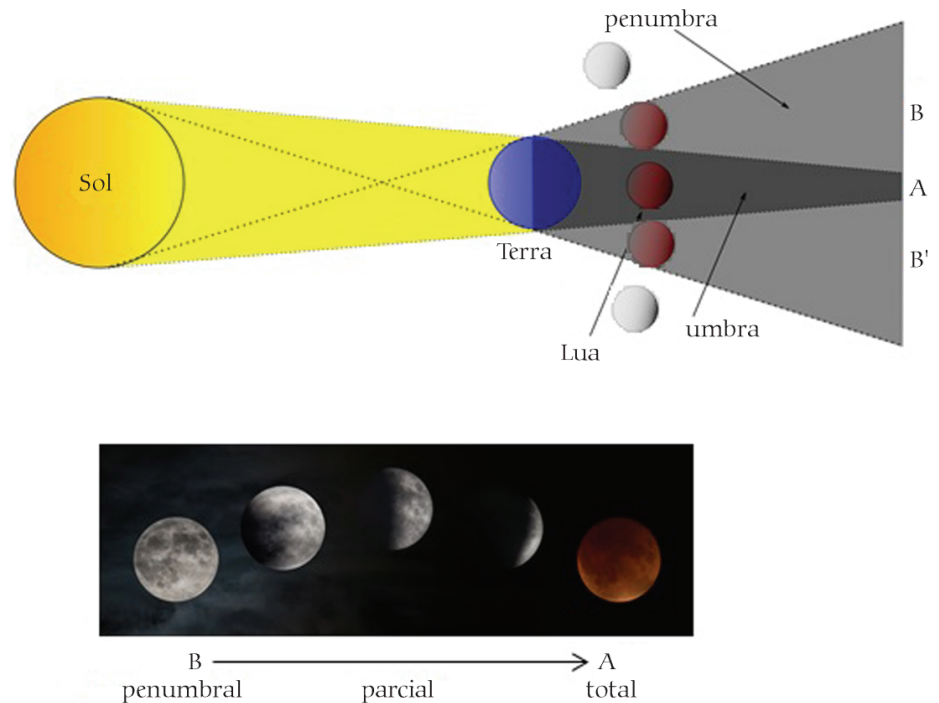


Figura 4: Representação gráfica do eclipse lunar. O eclipse total da Lua ocorre na região de umbra, a parte mais escura da sombra. Um observador localizado nas regiões de umbra (A) ou penumbra (B) veria a Lua conforme uma das situações exibidas na composição de fotos com a progressão de um eclipse total lunar em 27 de setembro de 2015. Glenn Research Center, NASA, Cleveland, USA. O desenho está fora de escala.

fenômeno. Ela é proposta por Canalle [9] em oficinas de astronomia e por Lima e Rocha no artigo publicado na *Física na Escola* [10]. Reelaboramos essa proposta representando em escala o sistema Terra-Lua. Sugerimos também o uso de um simulador virtual² e/ou de um vídeo³ de demonstração do eclipse como material complementar. O uso de difentes lingua-

gens possibilita contemplar a diversidade nas formas de aprender.

Escala

A ciência costuma criar modelos que ajudam a visualizar melhor a situação real, facilitando a explicação dos fenômenos envolvidos. Em geral, as imagens do Sol, da Terra e da Lua são representadas

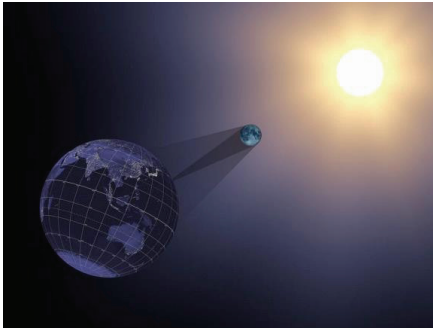


Figura 5: Representação artística do eclipse solar total em 21 de agosto de 2017. Fora de escala.

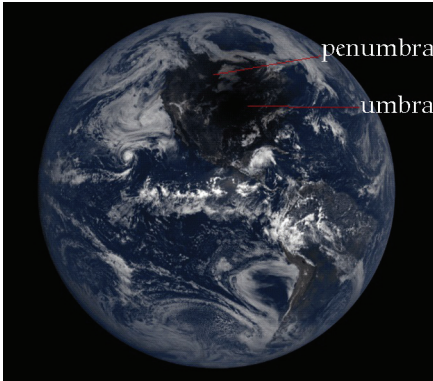


Figura 6: Foto da sombra da Lua sobre a Terra durante o eclipse solar de 21/08/2017 capturada do observatório espacial de clima Deep Space Climate Observatory (DSCOVR).

fora de escala. Compreender por que o eclipse do Sol é visível somente em algumas regiões da Terra, por exemplo, torna-se evidente quando fazemos a demonstração em escala. Ou ainda pode gerar questionamentos: como a Lua encobre a superfície do Sol durante o eclipse do Sol sendo tão pequena?

Na Tabela 1 apresentamos dados do Sol, da Terra e da Lua e alguns valores em escala que utilizaremos posteriormente na construção do nosso modelo de visualização do eclipse.

O diâmetro médio do Sol é cerca de 100 vezes o da Terra e 400 vezes o da Lua – caberiam 100 Terras alinhadas ao longo do equador solar ou 400 Luas alinhadas. Para visualizarmos as dimensões dos astros desenhamos Sol e Terra em uma escala e em outra escala Terra e Lua. É impossível representar a Lua na mesma escala que o Sol e a Terra (Fig. 8).

A Terra é cerca de 4 vezes maior que a Lua. A distância da Terra à Lua é cerca de 30 vezes o diâmetro equatorial da Terra. Observar as fotos capturadas do espaço (Figs. 9 e 10) nos ajuda a visualizar a relação entre as dimensões de tamanho e dis-

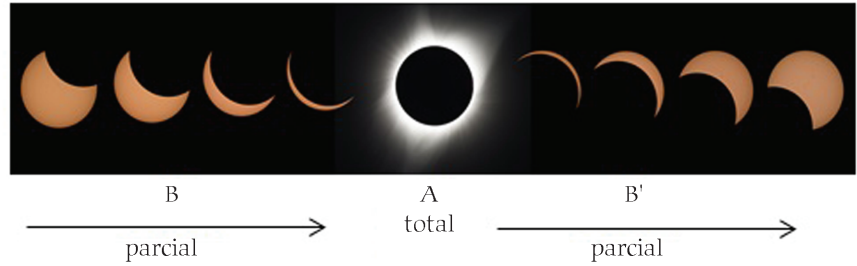
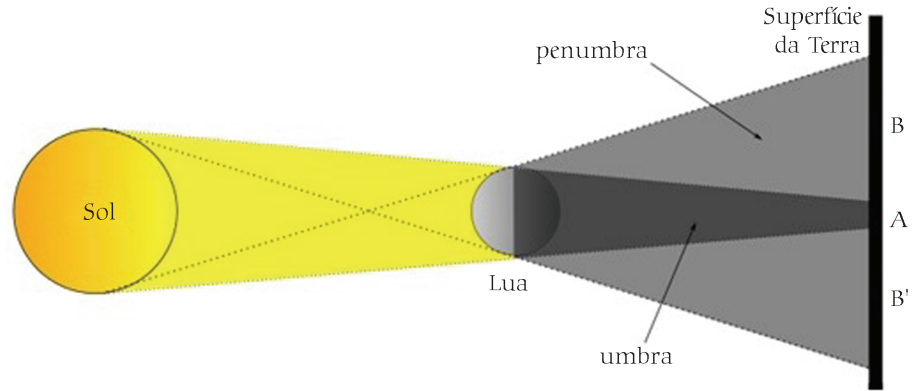


Figura 7: Representação gráfica do eclipse solar. O eclipse total do Sol ocorre na região de umbra, a parte mais escura da sombra. O anteparo onde se formam as sombras é a superfície terrestre. O desenho está fora de escala. Um observador localizado nas regiões de umbra (A) ou de penumbra (B) e (B') veria o Sol como numa das situações exibidas na composição de fotos da progressão do eclipse total solar em 21 de agosto de 2017, Madras, Oregon, EUA.

Tabela 1: Dados e valores em escala do Sol, da Terra e da Lua.

	Dados	Valores em escala
Diâmetro equatorial médio	Lua $D_L = 3476 \text{ km}$	1 cm
	Terra $D_T = 12756 \text{ km} = 3,7 D_L$	3,67 cm
	Sol $D_S = 1\,392\,000 \text{ km} = 400 D_L$	4,0 m
Distância média	Terra-Lua $d_{TL} = 384\,403 \text{ km} = 30 D_T$	1,10 m
	Terra-Sol $d_{TS} = 149\,600\,000 \text{ km}$	430,4 m
	Sol-Lua $d_{LS} = 149\,984\,403 \text{ km} = 390 d_{TL}$	431,5 m

tância da Terra e da Lua, que são possíveis de representar numa mesma escala. Pelos valores em escala apresentados na Tabela 1, é fácil perceber que, no espaço da sala de aula, a representação do sistema Sol-Terra-Lua numa mesma escala é inviável.

Ângulo visual

Quando olhamos um avião no céu ele parece pequeno, mas quando estamos perto dele, o avião é muito maior. Sabemos que quanto mais distante um objeto, menor ele parece. O que determina o tamanho aparente de um objeto é o ângulo visual, o ângulo formado pelos raios

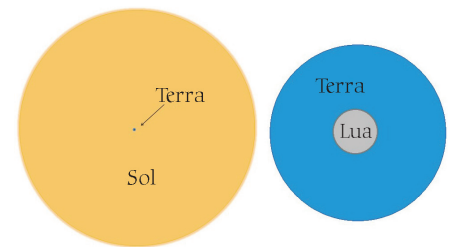


Figura 8: O Sol é 100 vezes maior que a Terra. Se desenhamos o Sol e a Terra numa escala, não é possível representar a Lua nessa mesma escala. À direita representamos Terra e Lua em outra escala, que é cerca de 4 vezes menor que a Terra.



Figura 9: A primeira imagem da Terra e da Lua capturada de outro planeta. Vista de Marte, pela *Mars Global Surveyor* da NASA, em 08/05/2003.



Figura 10: Terra e da Lua a 183 milhões de quilômetros da Terra. Imagem capturada pela sonda MESSENGER em 06/05/2010 a uma distância maior que a do Sol à Terra, que é em média 150 milhões de quilômetros. Observadas à distância, percebemos a proximidade da Terra e da Lua.

luminosos provenientes dos pontos extremos do objeto. Quanto maior a distância do objeto ao observador, menor o ângulo visual e menor o tamanho aparente [11].

O ângulo visual θ pode ser calculado pela sua tangente, dividindo a altura do objeto pela distância ao olho do observador. Para a Lua e o Sol, a partir dos dados da Tabela 1, temos

Ângulo visual da Lua

$$\tan \theta_L = \frac{3476 \text{ km}}{384\,403 \text{ km}} = 0,009 \Rightarrow \theta_L = 0,5^\circ$$

Ângulo visual do Sol

$$\tan \theta_S = \frac{1\,392\,000 \text{ km}}{149\,600\,000 \text{ km}} = 0,009 \Rightarrow \theta_S = 0,5^\circ$$

Observe na Fig. 11. Como os ângulos visuais da Lua e do Sol são iguais, o observador na superfície da Terra vê a Lua e o Sol com o mesmo tamanho aparente. No momento do eclipse total solar, a Lua encobre a visão da superfície do Sol para

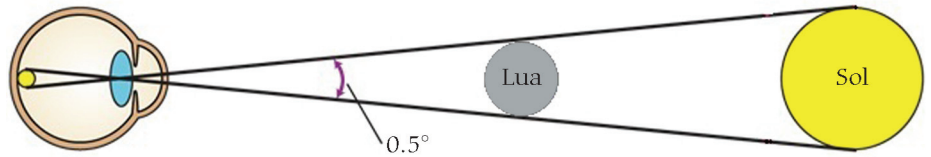


Figura 11: Ângulo visual da Lua e do Sol. Quem olha da superfície da Terra, vê a Lua e o Sol com o mesmo tamanho aparente.

um observador na Terra, dentro zona de sombra. Isso é fácil de demonstrar considerando nosso olho como a Terra, onde está o observador, o dedo polegar como a Lua e um abajur como o Sol. Posicione o polegar entre seu olho e o abajur até encobrir a lâmpada. O polegar está eclipsando a lâmpada, assim como a Lua eclipsa o Sol (Fig. 12).

Podemos raciocinar também considerando que embora a Lua seja 400 vezes menor que o Sol, o Sol está 400 vezes mais distante da Terra que a Lua. A representação em escala da órbita da Lua dentro disco solar facilita compreender a compensação da distância pelo tamanho (Fig. 13).

Note que a cobertura total da superfície solar pela Lua depende da posição do observador. Se observarmos o eclipse do Sol de um local quatro vezes mais distante, a sombra da Lua diminui o raio quatro vezes também, deixando a superfície solar visível, como ilustra a foto da Lua em frente ao Sol capturada do espaço a uma distância quatro vezes maior da distância Terra-Lua (Fig. 14).

Demonstração dos eclipses

Construímos um modelo do sistema Sol-Terra-Lua. Terra e Lua estão representados em escala. O dispositivo que apresentaremos aqui é apropriado para demonstração individual ou para um gru-

po pequeno.

Material utilizado

- fonte de luz (abajur com lâmpada LED⁴ de 12 W (Sol) com um tubo de papel cartão preto para tornar o feixe de luz paralelo)
- 1 objeto esférico de 1 cm de diâmetro (Lua)
- 1 objeto esférico de cerca de 4 cm de diâmetro (Terra)
- 1 palito para segurar a Lua

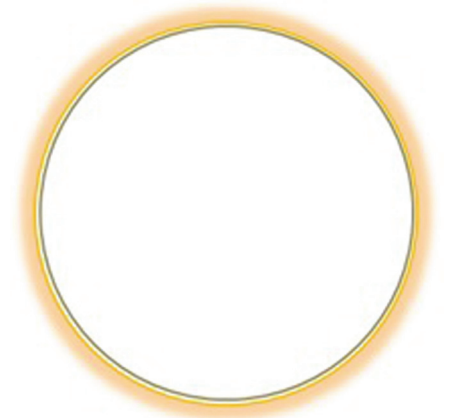


Figura 13: Representação em escala da órbita lunar (linha cinza interna) e do disco solar (linha alaranjada externa).



Figura 12: Simulação do eclipse do Sol. O Sol é a lâmpada de um abajur, o polegar a Lua, a Terra o olho do observador.

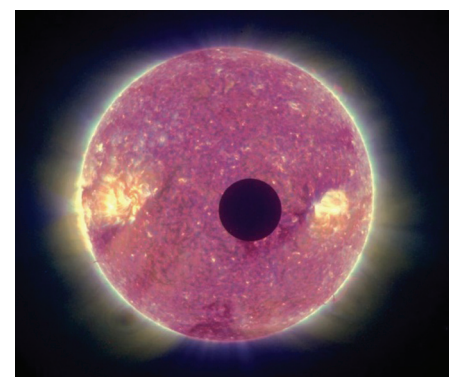


Figura 14: Lua cruzando o Sol vista da nave espacial STEREO-B, em 25.02.2007. Quando STEREO-B capturou esta imagem, estava a 1 609 344 km da Terra, 4 vezes a distância Terra-Lua. Como resultado, a Lua apareceu menor do que estamos acostumados.

- caneta marcador permanente azul ou preto
- 2 palitos de dente
 - régua
 - tesoura
 - barbante
 - 1 haste de madeira para fixar Terra e a Lua de aproximadamente 1,10 m
 - fita crepe

Pelas razões expostas anteriormente, preferimos a representação em escala. A partir dos valores dos diâmetros equatoriais da Lua e da Terra, encontramos o fator de escala. No nosso modelo, adotamos o diâmetro equatorial médio da Lua como fator de escala. Para medir o diâmetro equatorial, utilizamos régua e palitos de dente (Tabela 2, Fig. 15).

O equador terrestre é representado por um anel de barbante. O comprimento da circunferência é dado por: $C = \pi.D = 3,14 \times 4 \Rightarrow C_{Terra} = 3,14 \cdot 4 \text{ cm} \cong 12,5 \text{ cm}$.

Lixamos a superfície da pérola facilitando a visualização. Pintamos um hemisfério com o marcador permanente a fim de representar a face da Lua não visível da Terra.

Como o Sol está muito distante da Terra, os raios solares incidem paralelamente sobre o sistema Terra-Lua. A lâmpada LED produz um feixe de luz divergente. Para tornar o feixe de luz paralelo, envolvemos a lâmpada com um cilindro de papel cartão (Fig. 16) e afastamos o abajur do nosso modelo Terra-Lua até obtermos uma sombra circular nítida da Terra na parede, indicando o parale-

lismo dos raios de luz (cerca de 4,0 m). Começamos iluminando a Terra e identificando o dia e a noite. Em seguida, demonstramos os eclipses lunar e solar.

Demonstração do eclipse lunar

O eclipse lunar acontece na fase de Lua Cheia. Posicionamos a Lua no lado oposto ao Sol. A Terra está no meio. Observe que a face da Lua está totalmente iluminada pela luz do Sol e voltada para o lado da Terra que não recebe luz, a noite. Um observador na Terra veria uma noite de Lua Cheia (Fig. 17).

Vamos alinhando Sol-Terra-Lua, trazendo a Lua para dentro região de sombra da Terra. Quando a Lua está totalmente dentro da sombra da Terra, quem está na superfície terrestre irá observar um eclipse total da Lua. Na nossa foto (Fig. 18), a Lua não está visível devido a limitações técnicas, porém, no eclipse total da Lua, a face da Lua é visível com uma coloração avermelhada, como vimos anteriormente (Fig. 4).

Eclipse solar

O eclipse solar ocorre na fase de Lua Nova. Posicione a Lua do mesmo lado que o Sol. Observe que a face da Lua voltada para a Terra não está iluminada. É a fase de Lua Nova (Fig. 19).

Para simular o eclipse do Sol, alinha-



Figura 16: Modelo do Sol.

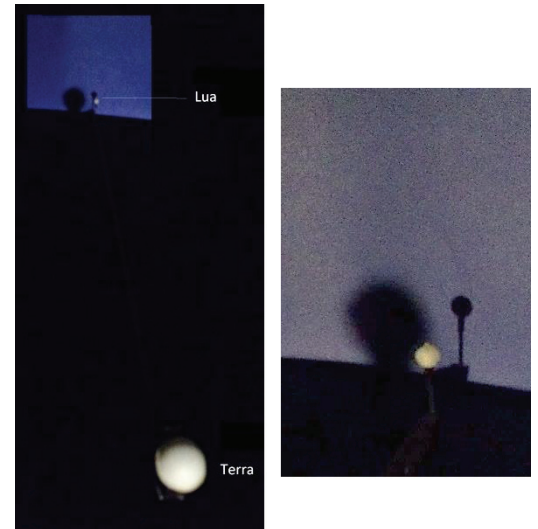


Figura 17: Fase de Lua cheia. Observe que nossa Lua está fora da região de sombra da nossa Terra. Ao lado, um recorte da imagem da fase de Lua Cheia.

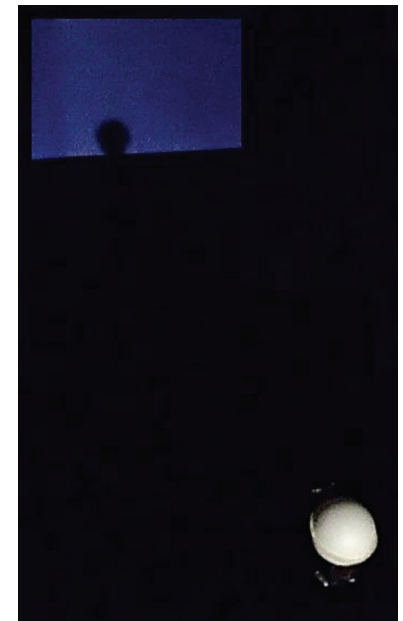


Figura 18: Eclipse lunar. A Lua não está visível na foto devido a limitações técnicas. Na realidade, durante o eclipse total da Lua, a face da Lua é visível com uma coloração avermelhada devido à interação da luz refletida pela superfície lunar com a atmosfera terrestre.

Tabela 2: Dados para construção do modelo Terra-Lua para demonstração dos eclipses.

	D (cm)	Objeto
Lua	1,0 cm	Conta de plástico
Terra	3,7 cm \cong 4 cm	Bola de tênis de mesa
$d_{Terra-Lua}$	1,10 m	

Escala: 1 cm = 3476 km.

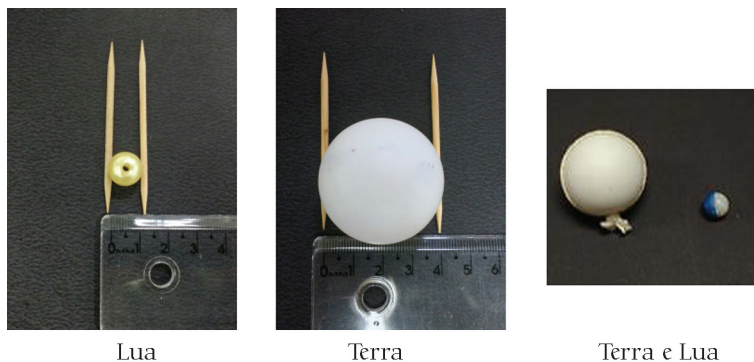


Figura 15: Como medir os objetos (esquerda e centro). Modelos de Terra com equador e Lua sem a cobertura nacarada e pintada com a face oculta (direita).

mos a Terra, a Lua e o Sol. A sombra da Lua é projetada na superfície da Terra. É possível observar a umbra, na região central da sombra, e a penumbra ao seu redor (Fig. 20).

Considerações finais

A demonstração do eclipse em escala como proposta é adequada para grupos menores. Para grupos maiores, a dificuldade principal é encontrar uma fonte de luz adequada, ou seja, um feixe luminoso paralelo e intenso o suficiente para formar sombras nítidas.

Utilizar somente a escala de tamanho da Terra e da Lua torna a demonstração do eclipse mais viável tanto para os estu-

dantes realizarem sozinhos como para a demonstração em sala de aula com objetos maiores. Se houver disponibilidade, é preferível utilizar o globo terrestre para a demonstração em sala de aula, aproximando-se da situação real.

Os estudantes podem procurar objetos do dia a dia com os diâmetros dos modelos de Terra e Lua. Por exemplo, um limão galego como a Terra e um grão de bico como a Lua.

Pode-se ampliar a atividade incluindo a confecção do sistema solar em escala a partir de modelos do plano equatorial médio dos astros [9] ou utilizando objetos do cotidiano [12].

As simulações e vídeos indicados

auxiliam a compreensão dos conceitos envolvidos, porém, não substituem a demonstração ao vivo que proporciona maior emoção e visualização dos fenômenos. No processo de montagem do modelo, aparecem outras oportunidades de aprendizagem ao pesquisar os objetos modelo, a fonte de luz ou as condições favoráveis para visualização das sombras. Os imprevistos, comuns em qualquer experimentação, abrem espaço para o desenvolvimento cognitivo ao criarem a necessidade da resolução de problemas práticos.

Notas

¹O evento do eclipse de Sobral na perspectiva de profissionais “sobralenses” apresentado de forma criativa no vídeo *Do Eclipse ao Mito*, disponível em <https://bit.ly/2F1rjWf>, acesso em 11/02/2019.

²Faça as simulações das fases da Lua e dos eclipses em O Sol, a Terra e a Lua, disponível em <https://bit.ly/2wB07sK> e <https://bit.ly/1lAGQxZ>, acesso em 17/02/2019.

³Vídeo produzido pela NASA sobre o eclipse. Note o modelo Terra-Lua em escala. Há legenda automática para português na “Configuração”. Disponível em <https://bit.ly/2FEFnH3>, acesso em 17/02/2019.

⁴A lâmpada LED é um fonte de luz menos difusa, melhor para produzir sombras. Pode-se utilizar, para demonstração, a luz produzida por um projetor *data show* ou retroprojetor. Nesse caso, faz-se uma máscara circular para restringir o feixe de luz.

Créditos e outras fontes

Foto original da Fig. 2: Observatório Nacional, disponível em <https://bit.ly/2D2hxlW>, acesso em 16/02/2019.

Figura 3: K.S. Oliveira Filho e M.F.O. Saraiva, disponível em <https://bit.ly/1PsockJ>, acesso em 16/02/2019.

Figura 4: Montagem de D. Kohatsu com imagens de F. Sogumo, disponível em <https://bit.ly/2EMbCBW>, acesso em 16/02/2019, e NASA/Rami, disponível em <https://go.nasa.gov/2lkoGj8>, acesso em 16/02/2019.

Figura 5: NASA's Scientific Visualization Studio. Disponível em <https://go.nasa.gov/2ts0OUy>, acesso em 16/02/2019.

Figura 6: NASA EPIC Team. Disponível em <https://go.nasa.gov/2wuPycn>, acesso em 16/02/2019.

Figura 7: Montagem de Doris Kohatsu com imagens de F. Sogumo, disponível em <https://bit.ly/2Wj9z33>, acesso em 16/02/2019 e NASA/Aubrey Gemignani, disponível em <https://go.nasa.gov/2wCsOFm>, acesso em 16/02/2019.

Figura 9: NASA/JPL/Malin Space Science Systems. Disponível em <https://>

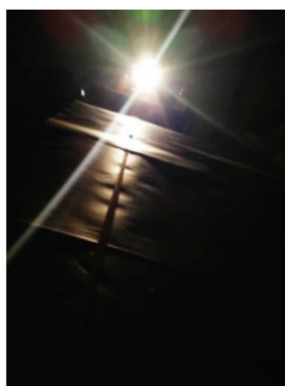


Figura 19: Fase da Lua Nova vista de um referencial fora do sistema Sol-Terra-Lua. Observe que a sombra da Lua está fora da superfície terrestre (esquerda). A fase de Lua Nova para um observador na superfície da Terra; é dia para ele, por isso ele vê o Sol (direita).

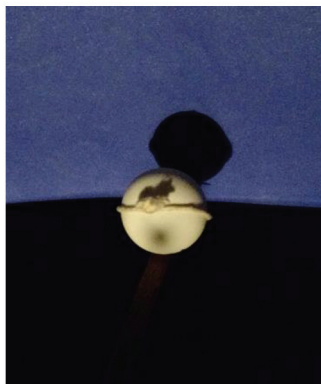


Figura 20: Eclipse solar. A mancha escura na superfície da Terra é a sombra da Lua. A parte central mais escura da sombra é a umbra. A borda difusa em tons de cinza é a penumbra.

go.nasa.gov/2WFBTMu, acesso em 16/02/2019.

Figura 10: MESSENGER Science Team, NASA/Johns Hopkins University Applied

Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington. Caption by Mike Carlowicz. Disponível em <https://go.nasa.gov/2WitTS4>, acesso em 16/02/

2019.

Figura 14: NASA. Disponível em <https://go.nasa.gov/3145rm9>, acesso em 17/02/2019.

Referências

- [1] R.O. Andrade, Pesquisa FAPESP **240** (2016).
- [2] A.A.P. Videira, Física na Escola **6**, 1 (2005).
- [3] SBPC, *Centenário do Eclipse de Sobral* (2019), disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=4bVLe6Vdl9k>, acesso em 22/05/2019.
- [4] A. Daminieli, Pesquisa FAPESP [on line] (2009), disponível em <http://revistapesquisa.fapesp.br/2009/05/04/sobral-29-de-maio-de-1919/>, acesso em 09/02/2019.
- [5] TV INTERAJA, *Do Eclipse ao Mito* (2012), disponível em <https://youtu.be/kmNF8uRxSWk>, acesso em 11/02/2019.
- [6] A. Houaiss, *Dicionário Houaiss* [on line], disponível em <https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#2>, acesso em 09/02/2019.
- [7] E. DeVore (coord.), NASA, *Eclipse Activity Guide* (2017), disponível em https://eclipse2017.nasa.gov/static/img/other-education-resources/NASA_Eclipse_Activity_Guide.pdf, acesso em 22/05/2019.
- [8] K. Oliveira Filho e M.F.O. Saraiva, *Astronomia e Astrofísica* [on line], disponível em <http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>, acesso em 09/02/2019.
- [9] J.B. Canalle, *Oficina de Astronomia*, Instituto de Física, UERJ, disponível em <http://www.cienciamao.usp.br/dados/tne/oficinadeastronomia.arquivoempdf.pdf>, acesso em 09/02/2019.
- [10] F.P. Lima e J.F.V. Rocha, Física na Escola **5**, 1 (2004).
- [11] Centro de Ensino e Pesquisa Aplicada, Instituto de Física da USP (2007), disponível em http://efisica.if.usp.br/optica/basico/instrumentos/instrum_observacao/, acesso em 19/02/2019.
- [12] M. Flores, *A Terra como um Grão de Pimenta*, Centro de Referência para o Ensino de Física, Instituto de Física da UFRGS, disponível em https://www.if.ufrgs.br/cref/gtftp-gtftp-gramad0-2012/atividade_alunos_graopimenta_2012_marciaflores.pdf, acesso em 25/02/2019.