

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO REPRESENTATIVO PARA VISUALIZAÇÃO DE FASES DA LUA E ECLIPSES

*Diego Soares Amorim*¹

Resumo: Visando a exploração de diferentes recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem, para superar a metodologia tradicional de aulas, propõe-se a construção e utilização de um experimento de demonstração, também chamado de experimento de cátedra, que consiste em um modelo didático do sistema Sol-Terra-Lua, associado à utilização de um computador para auxiliar a visualização de fases da Lua e eclipses solares e lunares. Uma breve exposição das principais fases da Lua e eclipses é desenvolvida. O resultado obtido após a construção do modelo é bastante satisfatório e a combinação de sua utilização com o computador pode auxiliar potencialmente na compreensão, por parte dos estudantes, dos fenômenos abordados por dá-los a possibilidade de observação e reflexão a partir dos dois pontos de vista: como observadores na Terra e como observadores externos.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Fases da Lua; Eclipses.

CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DIDÁCTICO PARA LA VISUALIZACIÓN DE FASES DE LA LUNA Y ECLIPSES

Resumen: Con el objetivo de explorar diferentes recursos didáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y para superar la metodología tradicional de las clases, se propone la construcción y el uso de un experimento de demostración, también llamado experimento de cátedra, que consiste en un modelo didático del sistema Sol-Tierra-Luna, asociado al uso de un ordenador para ayudar en la visualización de fases de la Luna y los eclipses solares y lunares. Una breve exposición de las principales fases de la Luna y los eclipses es desarrollada. El resultado obtenido después de la construcción del modelo es bastante satisfactorio y la combinación de su uso con la computadora puede potencialmente ayudar en la comprensión por parte de los estudiantes de los fenómenos abordados, dándoles la posibilidad de observación y reflexión desde los dos puntos de vista: como observadores en la Tierra y como observadores externos.

Palabras clave: Enseñanza de la astronomía; Fases de la Luna; Eclipses.

CONSTRUCTION OF A DIDACTIC MODEL FOR VISUALIZATION OF MOON PHASES AND ECLIPSES

Abstract: Aiming at the exploration of different didactic resources in the teaching-learning process, and to overcome the traditional methodology of classes, it is proposed the construction and use of a demonstration experiment, also called a desktop experiment, which consists of a didactic model of the Sun-Earth-Moon system, associated with the use of a computer to aid the visualization of phases of the Moon and solar and lunar eclipses. A brief exposition of the main phases of the moon and eclipses is developed. The result obtained after the construction of the model is quite satisfactory and the combination of its use with the computer can potentially help the students understanding of the phenomena approached by giving them the possibility of observation and reflection from two viewpoints: as observers on Earth and as external observers.

Keywords: Astronomy teaching; Moon phases; Eclipses.

¹ Bacharel e licenciado em Física pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, IGCE, Rio Claro, Brasil. E-mail: <d.iego_sa@hotmail.com>.

1 Introdução

A Astronomia é uma das ciências mais antigas e, desde a Antiguidade, a observação de fenômenos astronômicos como os eclipses lunares e solares impressiona e até causa medo (REIS; GARCIA; BALDESSAR, 2012). Atualmente, é sabido que a ocorrência de eclipses nada mais é que o resultado de posições relativas específicas entre Sol, Terra e Lua. Desde a Antiguidade os povos já tinham a capacidade de prever a ocorrência desses fenômenos e, com o avanço da Astronomia e da tecnologia, tais previsões têm se tornado cada vez mais exatas. Mesmo depois da compreensão e das previsões dos eclipses, sua beleza ainda impressiona a todos.

Um pouco menos impressionante a quem observa, mas não menos importante para a Astronomia, é a compreensão das fases da Lua. Neste artigo serão abordadas questões como as posições relativas entre Sol, Terra e Lua em cada fase da Lua, além das fases da Lua nas quais podem ocorrer eclipses.

Por outro lado, Pedrochi e Neves (2005) argumentam que este tema se encontra abandonado nos currículos de física e ciências. Segundo Trogello, Neves e Silva (2015), no âmbito do ensino de Astronomia na educação básica, a demanda dos estudantes, que se mostram interessados e curiosos sobre esses conteúdos (FILHO; SARAIVA, 2004 apud TROGELLO; NEVES; SILVA, 2015), não é atendida. Esse déficit em relação à demanda pode ser resultado, ao menos em parte, da exaustiva utilização de aulas expositivas, sem exploração de diferentes recursos didáticos que auxiliam em aspectos importantes do processo de ensino-aprendizagem como a contextualização, visualização do fenômeno exposto, tornando o assunto menos abstrato, e despertar nos estudantes o interesse e a curiosidade, que, segundo Bachelard (1996), é o início de qualquer conhecimento.

Neste sentido, é proposta uma atividade que integra a utilização de experiência de cátedra, na qual a responsabilidade pelo manuseio dos materiais é do professor, e do emprego da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). Segundo Ferreira (1978), os principais objetivos de uma experiência de cátedra são ilustrar e ajudar a compreensão das matérias desenvolvidas nas aulas teóricas, tornar o conteúdo interessante e agradável e desenvolver a capacidade de observação e reflexão dos estudantes. Ferreira (1978) também argumenta que esse tipo de experiência é mais motivadora a quem realiza (professor) do que a quem observa (estudantes), mas mesmo motivando inicialmente o professor, podem haver reflexos positivos na aprendizagem dos estudantes (ARRIGONE; MUTTI, 2011).

A conciliação entre experiência de cátedra e uso de um computador para projeção de imagens pode trazer ainda mais vantagens para o processo de ensino-aprendizagem, pois com a experiência de cátedra, apesar de o professor manusear os materiais, o foco do processo passa a ser a experiência e não mais a figura do professor, propiciando um momento de grande interação entre professor e estudantes e entre os estudantes. Segundo Fiolhais e Trindade (2003), a interatividade é uma das características essenciais da utilização de multimídias.

2 Fases da Lua

A Lua apresenta quatro fases principais:

- Nova: nesta fase a posição relativa entre Sol, Terra e Lua é tal que a face da Lua iluminada pelo Sol está praticamente toda invisível para um observador na Terra. A Lua está entre o Sol e a Terra, porém não necessariamente alinhada com os dois outros corpos, ou seja, não está cruzando o plano da Eclíptica² (plano da órbita da Terra em torno do Sol).
- Quarto Crescente: nesta fase a posição relativa entre Sol, Terra e Lua é tal que a face da Lua iluminada pelo Sol está em sua metade visível para um observador na Terra. O seguimento de reta que une Sol, Terra e Lua forma um ângulo reto.
- Cheia: nesta fase a posição relativa entre Sol, Terra e Lua é tal que a face da Lua iluminada pelo Sol está totalmente visível para um observador na Terra. A Terra está entre o Sol e a Lua, porém a Lua, assim como em sua fase Nova, não exatamente alinhada com os dois outros astros.
- Quarto Minguante: nesta fase a posição relativa entre Sol, Terra e Lua é tal que a face da Lua iluminada pelo Sol (que corresponde à metade não iluminada em sua fase Quarto Crescente) está em sua metade visível para um observador na Terra. O seguimento de reta que une Sol, Terra e Lua forma um ângulo reto.

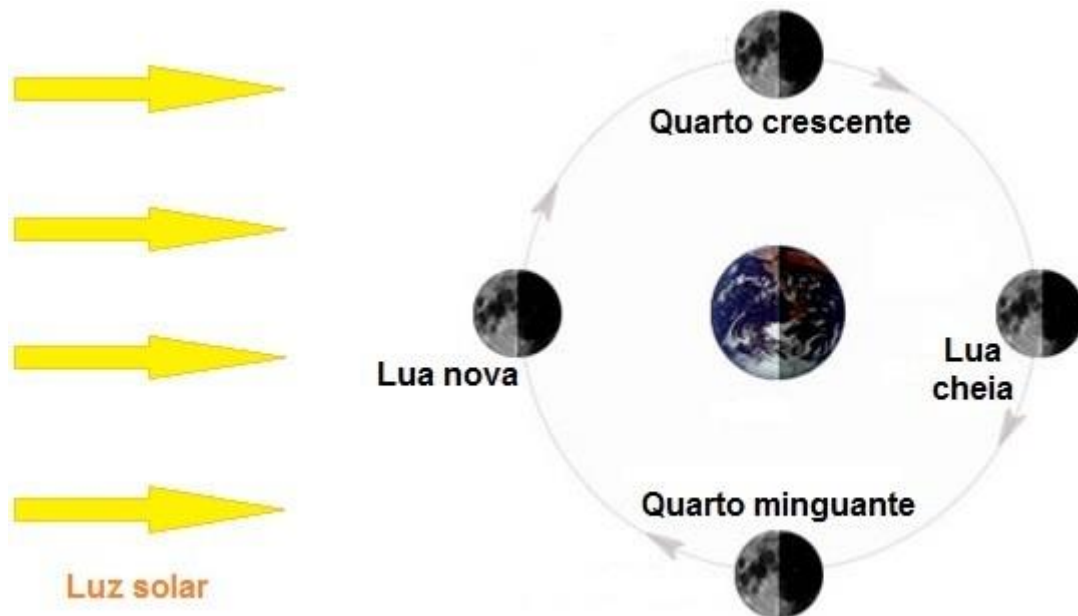


Figura 1 - As quatro principais fases da Lua.
Fonte: (CAVALCANTE, 2017) com edição.

² A origem do nome 'Eclíptica' está relacionada aos eclipses, que só ocorrem quando a Lua cruza o plano da órbita terrestre.

3 Eclipses

Entre eclipses lunares e solares, ao todo são seis tipos. Três deles são lunares e três solares. Os eclipses lunares podem acontecer somente na Lua Cheia, quando a Terra está entre o Sol e a Lua. Já os eclipses solares podem acontecer somente na Lua Nova, quando a mesma está entre o Sol e a Terra. Eclipses lunares e solares têm uma característica em comum: para ocorrerem, a Lua precisa estar no plano da Eclíptica, ou próxima dele.

O plano da órbita da Lua em torno da Terra tem uma inclinação de aproximadamente $5,2^\circ$ com relação à Eclíptica, por isso, para os eclipses ocorrerem, é necessária a combinação das duas condições mencionadas acima (fase e posição ideais).

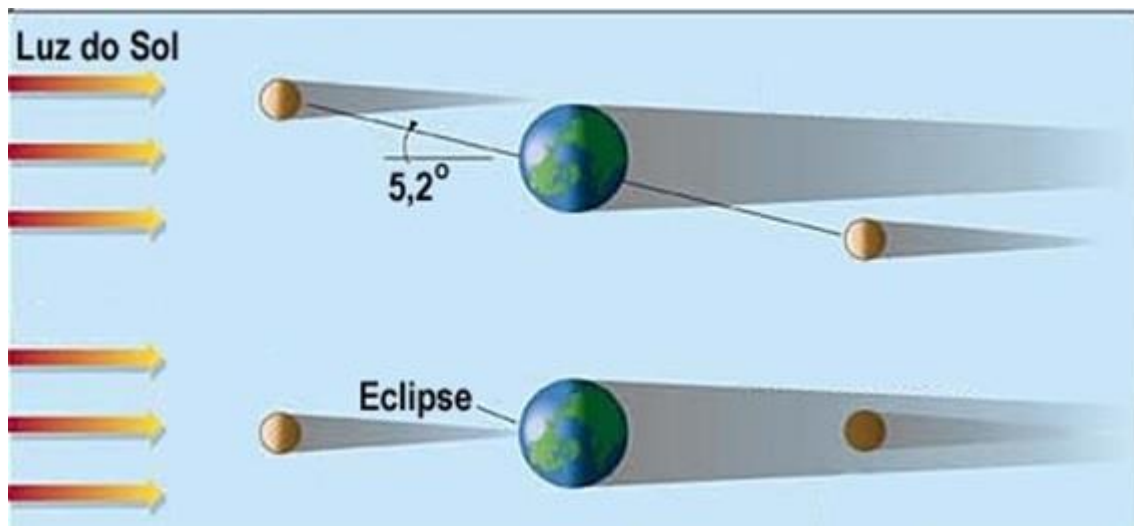


Figura 2 - Inclinação da órbita lunar.

Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2017).

Se as órbitas da Terra e da Lua fossem coplanares, então a cada ciclo lunar teríamos um eclipse lunar e um solar. Considerando a inclinação da órbita da Lua em relação à Eclíptica, eclipses solares e lunares ocorreriam duas vezes ao ano, a cada seis meses, porém isso não acontece devido à precessão da órbita da Lua, que dura aproximadamente 18,6 anos, intervalo de tempo denominado Período de Saros.

3.1 Eclipses lunares

- Eclipse lunar penumbral: quando a Lua Cheia passa pela penumbra da Terra. Neste tipo de eclipse a Lua não está no plano da Eclíptica, podendo estar pouco acima ou pouco abaixo. O eclipse lunar penumbral é imperceptível a olho nu.
- Eclipse lunar parcial: quando parte da Lua Cheia passa pela umbra da Terra e outra parte passa apenas pela penumbra. Neste tipo de eclipse a Lua ainda não está exatamente no plano da Eclíptica, mas bastante próxima, cruzando a eclíptica já quando não está na fase Cheia.
- Eclipse lunar total: quando toda Lua Cheia entra na umbra da Terra. Quando isso ocorre, a mesma está exatamente sobre a Eclíptica, ou seja, Sol, Terra e Lua estão exatamente numa mesma linha reta em certos casos.

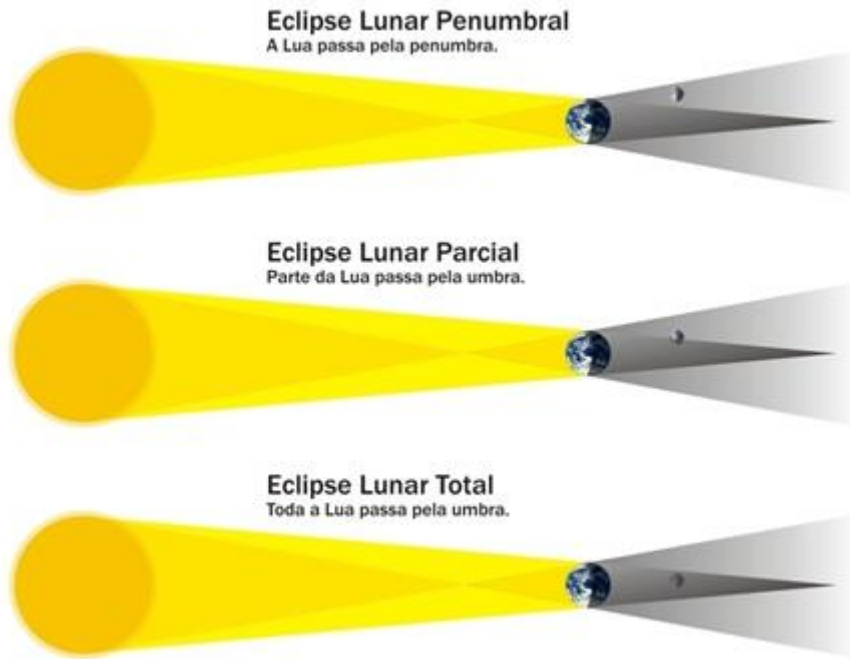


Figura 3 - Representação esquemática dos eclipses lunares.
Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2017).

3.2 Eclipses solares

- Eclipse solar parcial: quando a penumbra projetada pela Lua passa pela Terra. Neste tipo de eclipse apenas parte do Sol é ocultada pela Lua. Quanto mais próximo um observador estiver da umbra da Lua, maior é a parte do Sol ocultada pela Lua.
- Eclipse solar anular: quando o vértice da umbra projetada pela Lua não atinge a Terra. Neste tipo de eclipse apenas a borda externa do disco solar fica visível. A espessura da borda pode variar um pouco. Quanto mais próximo um observador estiver do vértice da umbra projetada pela Lua, menor é a espessura da borda visível do Sol. Para ocorrer o eclipse solar anular, o diâmetro aparente da Lua deve ser menor que do Sol, ou seja, a mesma precisa estar próxima de seu apogeu, ponto da órbita em que a Lua está mais afastada da Terra.
- Eclipse solar total: quando a umbra projetada pela Lua passa pela Terra. Neste tipo de eclipse o Sol é completamente ocultado pela Lua. Para ocorrer o eclipse solar total, o diâmetro aparente da Lua deve ser, pelo menos, o mesmo que o do Sol, ou seja, a mesma precisa estar distante de seu apogeu, ou seja, quanto mais próxima de seu perigeu maior será seu tamanho aparente.

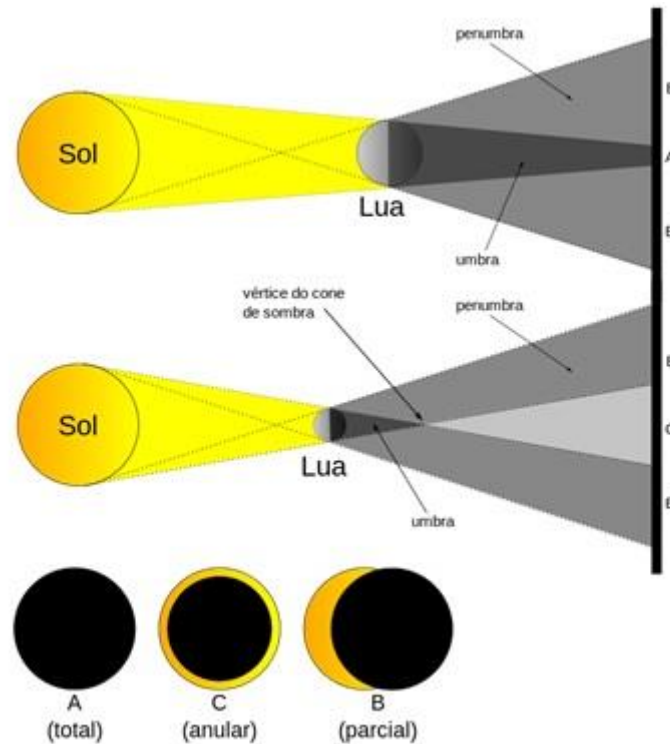


Figura 4 - Representação esquemática dos eclipses solares.
Fonte: (ECLIPSE, 2017).

Ainda há o chamado eclipse solar híbrido, uma combinação de eclipse solar anular e total, quando a curvatura da Terra faz com que o eclipse seja observado como total em uma região e anular em outras. É observado como total na região em que a Terra está fisicamente mais próxima da Lua, portanto na umbra projetada pela Lua. Por outro lado, é observado como anular nas regiões onde, devido à curvatura da Terra, estão fisicamente menos próximas da Lua.

4 Montagem do experimento

Para a montagem do experimento, são necessários os seguintes materiais:

- Um globo terrestre oco e de plástico com aproximadamente 8,8 cm de diâmetro (encontrado em papelarias);
- Uma *webcam*, modelo simples, encontrado por aproximadamente R\$20,00;
- Estilete;
- Fita adesiva;
- Um pedaço de arame rígido, com aproximadamente 30 cm;
- Uma ripa de madeira com, aproximadamente, 1 cm de espessura, 5 cm de largura e 20 cm de comprimento com um furo próximo à sua extremidade (o arame deve se encaixar sem folgas);
- Uma borracha em formato cilíndrico;
- Um bastão de vidro ou plástico transparente e rígido (cerca de 4 cm menor que o pedaço de madeira);

- Uma esfera branca de aproximadamente 4 cm de diâmetro (pode ser de isopor, de desodorante tipo *roll-on*);
- Cola do tipo epóxi líquida;
- Uma lâmpada incandescente de 60 W com plugue para tomada;
- Uma luminária esférica de aproximadamente 15 cm de diâmetro;
- Um computador para capturar as imagens da câmera web (*webcam*), ou seja, nele é necessário ter instalado um programa de controle da *webcam* (por exemplo o *Windows Movie Maker*).

Primeiramente, em relação aos aparatos que ficam juntos ao modelo da Terra no experimento, o globo terrestre é aberto ao meio com o estilete. Em seguida a *webcam* é desmontada, pois são utilizados apenas o circuito e a lente. O próximo passo é fazer um buraco no globo terrestre de modo que a câmera da *webcam* fique encaixada sem folgas e uma segunda abertura pequena também é necessária para a passagem do cabo USB. O globo é então fechado utilizando fita adesiva.



Figura 5 - Modelo terrestre com a câmera webcam e cabo USB acoplados.

Fonte: o autor.

Em relação aos aparatos que ficam juntos ao modelo da Lua, primeiro encaixa-se o arame no furo da madeira. Em seguida, faz-se um furo longitudinal na borracha, de modo que esta corra pelo arame. Com auxílio do estilete, um segundo furo, agora transversal, é feito na borracha de modo que o bastão de vidro se encaixe (o bastão não deve atravessar a borracha, assim o furo longitudinal fica livre para encaixar no arame). Em seguida, fixa-se o bastão de vidro na borracha com a cola epóxi. Na outra extremidade do bastão, também com a cola epóxi, fixa-se a esfera branca.

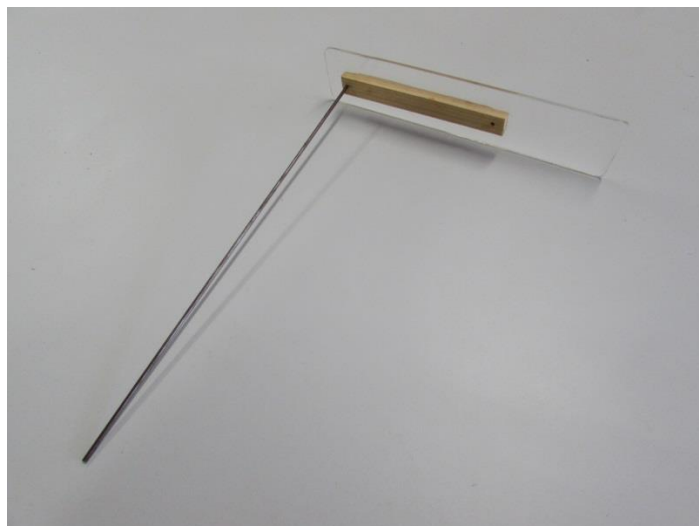


Figura 6 - Montagem do suporte para fixar o modelo da Lua.
Fonte: o autor.

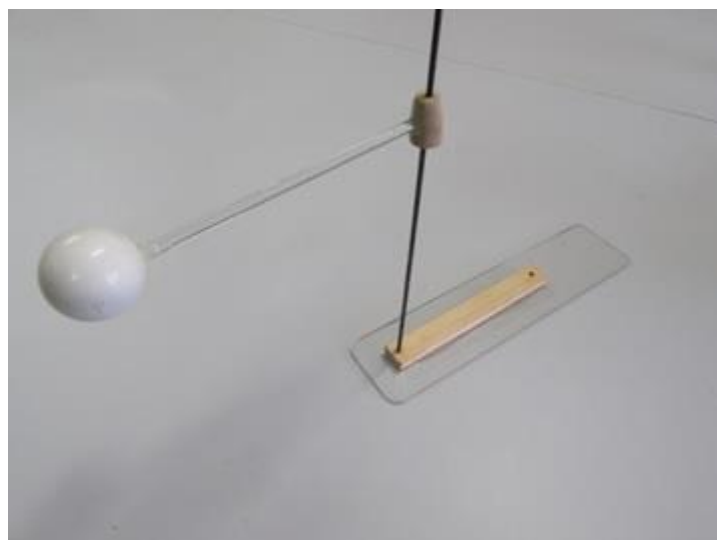


Figura 7 – Suporte e modelo da Lua acoplados.
Fonte: o autor.

Para o modelo do Sol o procedimento é bem mais simples. Basta ligar a lâmpada na tomada e pôr a luminária sobre ela.

Para realizar este experimento, basta conectar o cabo USB da *webcam* no computador, escurecer o ambiente onde se pretende fazê-lo e posicionar Sol, Terra e Lua de acordo com cada fase da Lua e/ou eclipse.

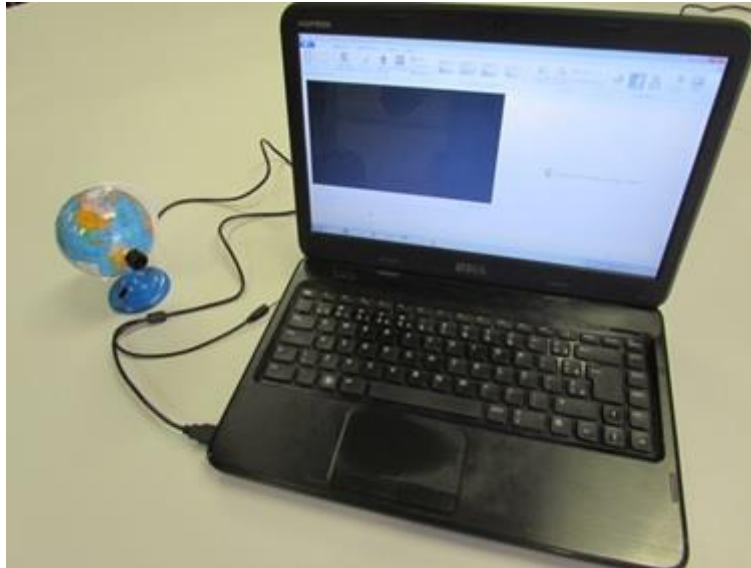


Figura 8 - Modelo da Terra acoplado no computador para captura de imagens e/ou vídeos.

Fonte: o autor.



Figura 9 - Sistema Sol-Terra-Lua durante realização do experimento.

Fonte: o autor

5 Utilização didática

Ao utilizar este experimento associado ao uso do computador, deve-se enfatizar que as dimensões, tanto dos corpos celestes, quanto das distâncias envolvidas, não estão em escalas relativas. Caso contrário, o professor corre o risco de passar aos estudantes uma ideia errada sobre o Sistema Solar.

Para todos os estudantes conseguirem visualizar as fases da Lua e eclipses, o professor deve avaliar se é necessário rearranjar a disposição das cadeiras e carteiras na sala. Se tiver disponível um *datashow* para ligá-lo ao computador, pode ser útil, porém a sala ficará menos escura. Isso pode ser solucionado com um pedaço de tecido preto para utilizá-lo de modo que a imagem da *webcam* na projeção tenha o fundo preenchido pelo mesmo.

Feitas as preparações mencionadas, o professor começa a exposição das posições das fases da Lua e, em seguida, dos eclipses. Sempre buscando a participação ativa dos estudantes, isto é, um padrão de interação multilateral (ARRIGONE; MUTTI, 2011), pois, como já foi mencionado, o momento de utilização do experimento é propício para deslocar da figura do professor o foco do processo de ensino-aprendizagem.

Diversas imagens foram capturadas a partir da *webcam*, mostrando que os resultados são bastante positivos.



Figura 10 - Imagem capturada pela *webcam* de situação de fase próxima à Lua Nova.
Fonte: o autor.



Figura 11 - Imagem capturada pela *webcam* de situação de fase próxima à Lua Quarto Crescente.
Fonte: o autor.



Figura 12 - Imagem capturada pela *webcam* de situação de fase próxima à Lua Cheia.
Fonte: o autor.



Figura 13 - Imagem capturada pela *webcam* de eclipse lunar total.
Fonte: o autor.



Figura 14 - Imagem capturada pela *webcam* de eclipse solar parcial.
Fonte: o autor.

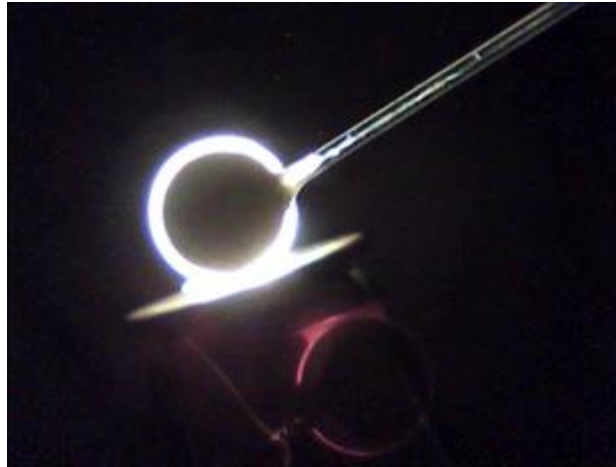


Figura 15 - Imagem capturada pela *webcam* de eclipse solar anular.
Fonte: o autor.

Uma das dúvidas importantes que pode surgir é em relação a coloração avermelhada da Lua nos eclipses lunares (exceto no penumbral). Isso ocorre porque a luz solar, ao passar pela atmosfera da Terra, sofre refração e o índice de refração varia em relação ao comprimento de onda. Assim, a umbra da Terra não é totalmente escura, possuindo em determinada região um gradiente radial de luz na região do vermelho. Portanto, a Lua fica avermelhada em todos os seus eclipses totais em diferentes graus de intensidade.

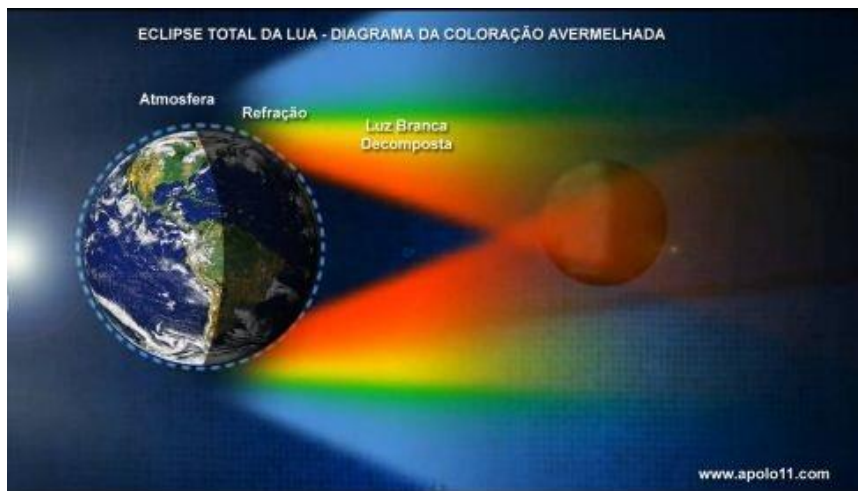


Figura 16 - Decomposição da luz solar ao passar pela atmosfera terrestre.
Fonte: (APOLLO11, 2017)

6 Conclusões

A variação de recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem é fundamental para a superação da metodologia de aulas tradicionais. A experimentação e o uso de TIC são duas das possíveis alternativas e quando utilizados juntos podem oferecer ainda mais benefícios. Experiência de cátedra acompanhada pelas discussões já

é uma praxe frequente e tem tido resultados positivos em relação à geração de interesse pelo assunto (BARREIRO; BAGNATO, 1992).

Um diferencial na proposta exposta neste trabalho é a possibilidade que os estudantes têm de observar os fenômenos, ao mesmo tempo, de dois pontos de vista: por um lado, pela imagem gerada pela *webcam*, o ponto de vista é de um observador na Terra. Por outro lado, pela posição dos objetos do experimento para cada fase da Lua e para cada eclipse, o ponto de vista é de um observador externo. Isso possibilita ao aluno associar diretamente, para cada fase da Lua ou tipo de eclipse (vista a partir da imagem da *webcam*), qual a posição relativa entre Sol, Terra e Lua (vista a partir dos objetos que representam cada um dos corpos celestes).

Agradecimentos

O autor agradece ao prof. Dr. Giovanni Gozzi pelas importantes sugestões e discussões para o desenvolvimento do trabalho, e aos colegas da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física de 2016.

Referências

APOLLO11.com. Disponível em: <http://www.apollo11.com/spacenews.php?posic=dat_20140411-112107.inc>. Acesso em: 27 jul. 2017.

ARRIGONE, G. M.; MUTTI, C. N. Uso das experiências de cátedra no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, n.1, p.60-90, 2011.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARREIRO, A. C. M.; BAGNATO, V. Aulas demonstrativas nos cursos básicos de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.9, n.3, p.238-244, 1992.

CAVALCANTE, K. G. **Fases da Lua**: Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/as-fases-lua.htm>>. Acesso em: 27 de jul. 2017.

ECLIPSE solar. In: **Wikipédia**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Eclipse_solar>. Acesso em: 27 jul. 2017.

FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira**: um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de física. 1978. 128 f. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.3, p.259-272, 2003.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica: eclipses**. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>>. Acesso em: 27 de jul. 2017.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.4, n.2, 2005.

REIS, N. T. O.; GARCIA, N. M. D.; BALDESSAR, P. S. Métodos de projeção para observação segura de eclipses solares. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.29, n.1, p.81-113, 2012.

TROGELLO, A. G.; NEVES, M. C. D.; SILVA, S. C. R. O ensino de astronomia: recriando uma esfera celeste didática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.32, n.1, p.223-244, 2015.

Artigo recebido em 25/11/2016.

Aceito em 01/04/2017.