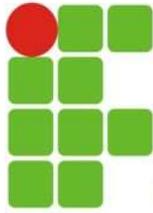


MNPEF

Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE**
Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física
Polo 10 IFRN – Campus Natal Central



PROPOSTA DE UM MODELO DIDÁTICO PARA ESTUDAR AS FASES DA LUA E OS ECLIPSES.

JAELSON BARBOSA

Dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador:
Calistrato Soares da Câmara Neto, DSc

Natal, RN

Março de 2016

**PROPOSTA DE UM MODELO DIDÁTICO PARA ESTUDAR AS FASES DA
LUA E OS ECLIPSES.**

JAELSON BARBOSA

Orientador:
Calistrato Soares da Câmara Neto, DSc

Dissertação de mestrado apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada por:

Calistrato Soares da Câmara Neto, DSc (Presidente)

Gislene M. Borges de Lima, DSc (Examinadora Externa)

Jacques Cousteau S. Borges, DSc (Examinador Interno)

Manoel Leonel de O. Neto, DSc (Examinador Interno)

Natal, RN

Março de 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

B238p Barbosa, Jaelson.

Proposta de um modelo didático para estudar as fases da lua e os eclipses. / Jaelson Barbosa – 2016.

xx f : il. Color.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, 2016.

Orientador (a): Prof. D.r Calistrato Soares da Câmara Neto.

1. Fases da lua - Dissertação. 2. Concepções alternativas - Dissertação. 3. Modelo Didático - Dissertação. I. Câmara Neto, Calistrato Soares da. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 53:37

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a vocês que sempre me fizeram acreditar na realização dos meus sonhos, a minha família. A você, Janyce, esposa e companheira na vida e nos sonhos, que sempre me apoiou nos momentos difíceis e compartilhou comigo as alegrias.

A astronomia é útil porque nos eleva acima de nós mesmos, é útil porque é grande, é útil porque é bela; isso é o que se precisa dizer. É ela que nos mostra o quanto o homem é pequeno no corpo e o quanto é grande no espírito, já que nesta imensidão resplandecente, onde seu corpo não passa de um ponto obscuro, sua inteligência pode abarcar inteira, e dela fluir a silenciosa harmonia. Atingimos assim a consciência de nossa força, e isso é uma coisa pela qual já mais pagaríamos caro demais, porque essa consciência nos torna mais fortes.

Jules Henri Poincaré
O valor da Ciência (1904).

AGRADECIMENTOS

Aos professores de Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Campus Natal-Central, pela dedicação, atenção e compreensão ao longo do nosso mestrado

Um agradecimento astronômico ao meu orientador, Calistrato Soares da Câmara Neto, pelo incentivo, persistência, paciência e apoio ao nosso projeto.

À professora, Maria da Glória Albino, pelo auxílio incontestado, em nosso referencial teórico, como também, em nossa pré-defesa.

Aos colegas da turma 2013.2, do MNPEF, pelo companheirismo sem precedentes.

À minha prima, Carla Iriane, pelo auxílio no nosso trabalho.

Aos meus alunos do Centro de Educação de Jovens e Adultos Prof. Felipe Guerra que foram importantes na aplicação do nosso trabalho.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro que foi de grande valia para a nossa permanência no curso.

RESUMO

PROPOSTA DE UM MODELO DIDÁTICO PARA ESTUDAR AS FASES DA LUA E OS ECLIPSES.

No estudo das fases da Lua e dos eclipses, existem trabalhos de pesquisa que mostram a existência de erros conceituais na estrutura cognitiva dos alunos do ensino médio, como também, entre os professores, levando-os às concepções alternativas acerca das explicações desses fenômenos. Um grande número dessas concepções alternativas tem origem na experiência cotidiana e elas são impregnadas da linguagem comum, com procedimentos pouco reflexivos e críticos. Este trabalho tem como objetivo diagnosticar as concepções alternativas e provocar, nos estudantes, o conflito cognitivo acerca dos fenômenos de formação das fases da Lua e dos eclipses através do nosso produto educacional. A utilização de um modelo didático que representa o sistema Terra-Lua-Sol é uma ferramenta poderosa na transposição do saber a ensinar para o saber ensinado. O nosso referencial teórico está alicerçado na teoria interacionista e construtivista de Jean Piaget (teoria da equilibração) e na transposição didática de saberes. A eficiência do nosso produto educacional, com relação à aprendizagem em sala de aula, foi avaliada através do questionário (pós-teste). Os resultados mostraram, através de gráficos, o avanço na estrutura cognitiva dos alunos que participaram da pesquisa.

Palavras-chave: Fases da Lua; Eclipses; Concepções Alternativas; Modelo Didático.

ABSTRACT

PROPOSAL OF A MODEL FOR STUDYING THE MOON PHASES AND ECLIPSES

In the study of the moon phases and eclipses there are research papers showing the existence of conceptual errors in the cognitive structure of high school students, as well as among teachers, taking them to alternative conceptions about the explanations of these phenomena. A large number of these alternative conceptions are originated from everyday experience and they are pervaded with common language, with few deep thinking and critical procedures. This study aims to diagnose the alternative conceptions and provoke in students the cognitive conflict about the phenomena of formation of the moon phases and eclipses through our educational product. The usage of a didactic model that represents the Earth-Moon-Sun system is a powerful tool in the transposition of the knowledge to teach to the knowledge taught. Our theoretical framework is based on the interactionist and constructivist theory of Jean Piaget (equilibration theory) and in the didactic transposition of knowledge. The efficiency of our educational product, in relation to learning in the classroom, was assessed through a questionnaire (post-test). The results showed, through graphs, the advance in the cognitive structure of the students who participated in the research.

Keywords: Phases of the Moon; Eclipses; Alternative Conceptions; Didactic Model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1. Típica figura encontrada em livros didáticos para explicar as fases da Lua.....	23
Figura 2.2. As fases da Lua no mês de dezembro de 2015 com o observador no hemisfério norte da Terra.....	30
Figura 2.3. As fases da Lua durante mês de dezembro de 2015 com o observador no hemisfério sul da Terra.....	31
Figura 2.4. A Lua dá uma volta em torno da Terra. Do ponto A até o ponto B (mês sideral).....	32
Figura 2.5. Trajetória da Lua em torno do Sol.....	33
Figura 2.6. A translação da Lua: suas fases principais como são vistas do hemisfério sul da Terra (ilustração fora de escala)	34
Figura 2.7. A face “oculta” da Lua visualizada em duas imagens.....	35
Figura 2.8. A parte superior da figura mostra a geometria da sombra (umbra e penumbra)	36
Figura 2.9. Curvas que representam o caminho dos eclipses solares totais.....	37
Figura 2.10. No eclipse solar a sombra da lua atinge a Terra.....	38
Figura 2.11. Imagem da coroa solar vista durante um eclipse solar total.....	38
Figura 2.12. Os três tipos de eclipses lunar (ilustração fora de escala)	39
Figura 2.13. Representação da Lua em fase Nova e Cheia em quatro lunações diferentes (A, B, C e D)	40
Figura 2.14. Maquete que representa a Lua, a Terra e o Sol.....	43
Figura 2.15. As fases da Lua em uma caixa de papelão.....	43
Figura 2.16. Simulador Terra/Lua.....	44
Figura 2.17. Ilustração do modelo planetário de Orrery.....	45
Figura 4.1. Diâmetros do Sol, Terra e Lua.....	52
Figura 4.2. Modelo didático experimental representando o sistema Sol-Terra-Lua.....	53
Figura 4.3. Modelo didático desmontado, com a identificação numérica de cada peça, de acordo com a lista de material.....	55
Figura 4.4. Bolas de isopor que representam a Terra e a Lua sendo furadas.....	58

Figura 4.5. No detalhe, a peça (04) colada a uma das extremidades da peça (03)	58
Figura 4.6. Detalhe de uma das extremidades da peça (03) com 5 furos de Ø 3 mm.	58
Figura 4.7. Ilustração modificada para construção do mancal que vai servir para montar a órbita da Lua.	59
Figura 4.8. Ilustração modificada para construção do eixo da terra e que receberá a órbita da Lua.	60
Figura 4.9. Ilustração modificada para fazer o arredondamento em um dos lados dos blocos (05), à esquerda na figura e o furo no bloco (06), à direita na figura.	61
Figura 4.10. Mordente montado para fixação do modelo didático na base de madeira.	61
Figura 4.11. Mordente sendo preso à base de madeira.	62
Figura 4.12. Mostra a ampliação do detalhe da peça que fica acima da base de madeira numa vista lateral.	62
Figura 4.13. Haste dobrada.	63
Figura 4.14. A seta indica a melhor posição para a luminosidade da lâmpada.	64
Figura 5.1. Fase de Lua Cheia representada pelo nosso modelo didático experimental.	68
Figura 5.2. Representação do eclipse solar no modelo didático experimental.	70
Figura A1. Esta figura, é uma representação, fora de escala, do sistema Sol-Terra-Lua. A elipse A representa a órbita da Terra em torno do Sol e a elipse B representa a órbita da Lua em torno da Terra.	113
Figura A2. A Lua e seus diferentes formatos de aparência.	114
Figura A3. As fases da Lua vistas por um observador na Terra.	114
Figura A4. Eclipse lunar.	115
Figura A5. Eclipse solar.	115
Figura B1. O Sol e a chama de uma vela são fontes de luz primárias.	117
Figura B2. A Lua e as paredes das casas são fontes secundárias.	118
Figura B3. Feixe de luz cilíndrico, convergente e divergente.	118

Figura B4. Meios opacos, transparentes e translúcidos.....	119
Figura B5. A propagação retilínea da luz pode ser observada quando a luz do Sol passa entre as árvores de uma floresta.....	119
Figura B6. Sombra projetada num anteparo por um objeto opaco.....	120
Figura B7. Eclipses do Sol e da Lua.....	121
Figura B8. As fases da Lua.....	122
Figura B9. A Lua e o Sol influenciando nas marés na Terra.....	123

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre a ordem crescente dos astros.....	72
Gráfico 5.2. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre a que se atribui o efeito das fases da Lua.....	74
Gráfico 5.3. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre a identificação dos dois tipos de eclipse total.....	75
Gráfico 5.4. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre o que era a Lua.....	77
Gráfico 5.5. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre qual fase da Lua ocorre o eclipse solar.....	78
Gráfico 5.6. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre qual fase da Lua ocorre o eclipse lunar.....	79
Gráfico 5.7. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre as posições relativas do Sol, da Terra e da Lua.....	80
Gráfico 5.8. Gráfico que expressa o que os alunos responderam o porquê de não ocorrer eclipse todos os meses.....	81
Gráfico 5.9. Gráfico que expressa o que os alunos responderam do porquê de a Lua mostrar a mesma face para a Terra.....	83
Gráfico 5.10. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre o horário que vemos a Lua crescente no ponto mais alto de sua trajetória.....	85
Gráfico 5.11. O gráfico mostra uma comparação percentual dos acertos de todas as questões aplicadas no pré-teste e no pós-teste na Turma X.....	86
Gráfico 5.12. Respostas do pré-teste da turma X. Comparativo entre a alternativa correta e a alternativa errada mais escolhida.....	87
Gráfico 5.13. Respostas do pós-teste da turma X. Comparativo entre a alternativa correta e a alternativa errada mais escolhida.....	88

Sumário

Capítulo 1 Introdução	14
1.1. As dificuldades no processo de ensino-aprendizagem das fases da Lua e dos eclipses.....	15
Capítulo 2 Revisão da Literatura.....	20
2.1. A astronomia como elemento motivador.....	21
2.2. Erros conceituais dos livros didáticos sobre as fases da Lua e os eclipses.....	22
2.3. Concepções alternativas sobre as fases da Lua e os eclipses.....	24
2.4. As fases da Lua	28
2.5. Os movimentos da Lua	32
2.6. Geometria da sombra.....	35
2.7. Os eclipses do Sol e da Lua.....	36
2.8. Eclipse solar.....	37
2.9. Eclipse lunar.....	39
2.10. O ciclo de Saros.....	41
2.11. Propostas de modelos didáticos para o ensino das fases da Lua e dos eclipses.....	42
2.12. A proposta do experimento.....	44
Capítulo 3 Referencial Teórico.....	47
3.1. Conceito de Teoria de Aprendizagem.....	47
3.2. A Teoria Interacionista e Construtivista de Jean Piaget (A Teoria da Equilibração)	48
3.3. A Transposição Didática.....	49
Capítulo 4 O Produto Educacional.....	51
4.1. Modelo didático.....	51
4.2. Lista de Material.....	56
4.3. Ferramentas.....	57

4.4. Montagem do modelo didático.....	57
Capítulo 5 Metodologia e Resultados.....	65
5.1. Aplicação do Produto Educacional.....	65
5.2. Relato da Atividade 1: Por que ocorrem as fases da Lua?.....	67
5.3. Relato da atividade 2: Por que ocorrem os eclipses?.....	69
5.4. Análise das questões e dos resultados.....	71
Capítulo 6 Considerações Finais	91
Referências Bibliográficas.....	93
Apêndice A Unidade Didática	98
Apêndice B Introdução à óptica geométrica.....	117
Apêndice C Questionário - pré-teste e pós-teste.....	124

Capítulo 1

Introdução

A astronomia é a ciência que estuda o universo, os seus astros, galáxias, cometas, estrelas, planetas. Enfim, todo corpo celeste que o habita, como também, os fenômenos que dentro dele ocorrem.

Filho e Saraiva (2004) comentam que o estudo da Astronomia se divide nas mais variadas áreas como: astronomia de posição, mecânica celeste, cosmologia, além de astronomia solar e outros casos particulares

Ao longo da História e da Filosofia da Ciência, os estudos astronômicos estiveram relacionados às concepções dos seres humanos sobre seu papel no universo. Desde as visões cosmológicas da antiguidade, de um universo geocêntrico proposto por Ptolomeu e que a igreja transformou em dogma, por muitos anos, esse modelo de universo.

Na astronomia, estão relacionados aspectos tecnológicos presentes no nosso cotidiano. Podemos citar o funcionamento e o emprego de lunetas e telescópios, as observações astronômicas em várias faixas de frequência do espectro eletromagnético, o lançamento de foguetes, o envio de sondas espaciais e robôs a outros planetas, as órbitas dos satélites artificiais e etc.

A Astronomia tem a sua importância desde as primeiras civilizações, as pessoas estudam e observam o céu como também os fenômenos astronômicos, sempre questionando o universo e suas origens. Por se tratar de um conteúdo que traz fascínio e curiosidade, pode ser utilizado para desenvolver, nos alunos, a observação, análise e também reflexões, fazendo uma junção entre a teoria e a prática.

Segundo Leonardo Da Vinci:

“A astronomia e as outras ciências também obrigam as operações manuais, embora tenham a sua origem na mente exatamente como a pintura, que se origina na mente do que contempla, mas não pode completar-se sem a atividade manual”.

(Apud DELLIZOICOV,1992).

Trabalhar os conteúdos de Astronomia não é a mesma coisa que trabalhar, por exemplo, com os seres vivos, pois estes podem ser vistos e observados de perto e até tocados. Mas, na Astronomia, trata-se de objetos que estão muito distantes de nós, mas que faz parte do mundo e da nossa realidade, por isso, faz-se necessário o uso de modelos, desde que sejam válidos, para se estudar os fenômenos astronômicos como as fases da Lua e os eclipses.

Nos PCN+ (Ensino Médio), na área: Modelos Explicativos e Representativos, na parte de Física, diz que devemos utilizar modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos. Ainda nos PCN+, no Tema 6: Universo, Terra e Vida (unidade temática: Terra e sistema solar), diz que: “ conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da Lua, eclipses etc.) ”. Percebemos que há registros, em documentos oficiais, PCN+, da utilização de modelos explicativos para fenômenos. Portanto, podemos utilizar modelos didáticos para estudar os fenômenos das fases da Lua e dos eclipses.

1.1. As dificuldades no processo de ensino-aprendizagem das fases da Lua e dos eclipses.

Dificuldades em explicar os fenômenos de formação das fases da Lua e dos Eclipses:

- ✓ Alguns livros didáticos apresentam equívocos, ilustrações pouco esclarecedoras ou textos confusos;
- ✓ Há uma grande difusão de concepções alternativas sobre os fenômenos das fases da Lua e dos Eclipses, e algumas delas, se não discutidas e trabalhadas, podem levar a visões equivocadas desses fenômenos;
- ✓ Metodologias de ensino inadequadas.

Aparentemente, as fases da Lua e os eclipses podem ser simples, mas, são assuntos que intrigam professores e alunos. As órbitas da Lua e da Terra que não estão em um mesmo plano, assim como, os seus movimentos que em muitos casos não são explicados de forma adequada para que os alunos

compreendam esses fenômenos e, com isso, consigam livrar-se de algumas concepções alternativas que muitos deles usam para explicá-los.

A definição de concepções alternativas, segundo Lima e Núñez (2007):

“As concepções alternativas são ideais dos estudantes que podem levá-los a erros conceituais. [...]. As concepções alternativas, por sua vez, têm sua origem na influência de experiências cotidianas, nas diversas linguagens não científicas que são usuais no contexto sociocultural, nos erros conceituais dos livros didáticos e nas metodologias de ensino inadequadas. Elas são persistentes, ou seja, não mudam com facilidade, resistindo, por vezes, a grandes períodos de construção científica escolar e podendo ser a base de erros conceituais. (LIMA & NÚÑEZ, 2007).

Uma contribuição importante à compreensão das concepções alternativas é exposta por Carrascosa (2005), que distingue erro conceitual de concepções alternativas:

“Erros conceituais: são respostas rápidas, seguras, contraditórias aos conhecimentos científicos vigentes, amplamente dominadas pelos estudantes e que se repetem insistentemente.
Concepções alternativas: são ideias que levam aos erros conceituais”. (CARRASCOSA, 2005).

Canalle (1997), comenta da falta de informação precisa nos livros didáticos com relação à construção de um experimento. “Quando os livros didáticos possuem alguma indicação para realizar um experimento prático, geralmente faltam informações nas suas instruções, impossibilitando o aluno e o professor de realiza-lo”.

As ilustrações que os livros trazem favorecem a aumentar os erros conceituais dos alunos é o que falam Paula e Oliveira (2002) e Bizzo (1996). “*Muitas ilustrações e desenhos deixam a desejar no aspecto de detalhes confiáveis, trazendo à tona mais erros conceituais sobre os fenômenos astronômicos*”. (PAULA & OLIVEIRA, 2002) e (BIZZO, 1996).

Temos desenhos e figuras que “explicam” as fases da Lua e os eclipses de maneira estática em apenas um plano, e muitas vezes, não se preocupam

em avisar para o leitor que as dimensões dos astros envolvidos nos fenômenos e as medidas de suas distâncias de um em relação ao outro estão fora de escala. São informações importantes para uma melhor compreensão de alguns fenômenos astronômicos.

Delizoicov et al (2002) comentam que perspectivas distorcidas e ampliações podem tornar os objetos tridimensionais irreconhecíveis.

“O uso de cortes, projeções bidimensionais, perspectivas distorcidas e ampliações podem tornar os objetos tridimensionais irreconhecíveis para os alunos que veem pela primeira vez, levando à construção equivocada de conceitos, relações e dimensões”.
(DELIZOICOV et al ,2002).

Diante do que expuseram alguns estudiosos supracitados, os livros didáticos costumam trazer explicações e imagens, quando não são erradas, são inadequadas para o entendimento, por parte do aluno, de alguns fenômenos astronômicos.

Canalle (1994), destaca que as *“ilustrações encontradas em livros didáticos não atingem o objetivo de esclarecer adequadamente sobre as fases da Lua e muito menos sobre os eclipses”* e recomenda o uso de experimento didático.

Os alunos têm os seus conhecimentos prévios acerca dos fenômenos das fases da Lua e dos eclipses. Dizemos isto, porque ao apresentar estes conteúdos aos estudantes, eles entram em conflito cognitivo com a explicação científica. Como também, entram em “choque” com as suas concepções alternativas acerca destes fenômenos.

O objetivo geral do nosso trabalho é diagnosticar os conhecimentos prévios como também as concepções alternativas e provocar conflitos cognitivos acerca dos fenômenos de formação das fases da Lua e dos eclipses utilizando um modelo didático. Além disso, o modelo didático contribui para o entendimento científico do que são as fases da Lua e os eclipses. Com isso, esperamos que o nosso trabalho estimule os alunos a ter interesse pelos conteúdos de Astronomia

e que para os professores seja uma ferramenta importante para o ensino e para a aprendizagem dos nossos estudantes.

O nosso produto educacional é composto de uma unidade didática e um modelo didático, que representa o sistema Sol-Terra-Lua, fora de escala, e que simula os fenômenos das fases da Lua e dos eclipses. O modelo didático foi construído com materiais de fácil acesso e contém uma base que permite uma maior mobilidade na sua utilização.

O produto educacional foi aplicado na turma X, do Centro de Educação de Jovens e Adultos Prof. Felipe Guerra, Escola da Rede Estadual de Educação, na cidade de Natal, capital do Rio Grande do Norte. Elaboramos um questionário (pré-teste), que foi aplicado após os alunos terem estudado o princípio da propagação retilínea da luz e suas aplicações¹. Esse instrumento de pesquisa tinha o propósito de verificar os conhecimentos prévios dos alunos e se haviam concepções espontâneas acerca dos fenômenos das fases da Lua, dos eclipses, como também das dimensões da Terra, Lua e Sol.

Foram propostas questões de conhecimentos prévios antes da utilização do modelo didático. Após as respostas serem dadas por eles é que foi utilizado o modelo didático para explicar as fases da Lua e os eclipses. Em seguida, aplicamos o questionário (pós-teste). A análise das respostas dos alunos ao questionário (pós-teste) serviu para avaliarmos se houve alguma eficácia do produto educacional.

Na sequência, os capítulos estão distribuídos assim: no capítulo 2, apresentamos a revisão da literatura, em que apresentamos a Astronomia como elemento motivador e alguns trabalhos que tratam dos eclipses solar e lunar, as fases da Lua, os movimentos da Lua, erros conceituais dos livros didáticos sobre as fases da Lua e dos eclipses, concepções alternativas sobre as fases da Lua e dos eclipses e propostas de modelos didáticos para o ensino das fases da Lua e dos eclipses; no capítulo 3, expusemos o referencial teórico dessa dissertação; no capítulo 4, descrevemos o produto educacional, que no nosso trabalho, é

¹ As aplicações são: sombra e penumbra e câmara escura de orifício.

composto de uma unidade didática e do modelo didático. Falamos também, nesse capítulo, das etapas da construção do modelo. (Introdução, lista de material e montagem do modelo didático); já no capítulo 5, fizemos a descrição da metodologia utilizada da aplicação do produto educacional para os alunos e dos resultados dos questionários aplicados (pré-teste e pós-teste); e, no capítulo 6, estão as considerações finais do nosso trabalho.

No apêndice A, apresentamos a unidade didática que tem como objetivo geral utilizar o modelo didático para demonstrar as fases da Lua e os eclipses. Isso possibilita o entendimento, por parte do aluno, sobre os fenômenos de formação das fases da Lua e os eclipses. No apêndice B, apresentamos a introdução à óptica geométrica, conteúdo ministrado na unidade didática e no apêndice C, mostramos o questionário aplicado.

Capítulo 2

Revisão da Literatura

Vamos encontrar neste capítulo que a Astronomia é um tema motivador, e erros conceituais sobre o fenômeno das fases da Lua e dos eclipses em livros didáticos, algumas concepções alternativas sobre as fases da Lua, como também, dos eclipses.

Falamos das fases da Lua e de seus movimentos, os eclipses do Sol e da Lua. Mostramos o período de tempo para que os eclipses voltem a se repetir, ou seja, o ciclo de Saros. Também, pesquisamos algumas propostas de modelos didáticos para explicar as fases da Lua e os eclipses e, a nossa proposta de um modelo didático.

Se observarmos a Lua no período de um mês, perceberemos que ela muda sua aparência a cada dia, ou seja, a porção iluminada pelo Sol, mostrada para a Terra, sofre mudanças até que chegará o momento que não a veremos. Chamamos esse fenômeno de fases da Lua.

A Lua também tem os seus movimentos de rotação em torno do seu próprio eixo e de translação em torno da Terra. Esses dois movimentos são sincronizados e é por esse motivo que nós, aqui da Terra, sempre veremos a mesma face da Lua voltada para a Terra e, só é possível vermos essa face enquanto ela estiver iluminada.

A Lua tem o período sinódico (das fases), de aproximadamente 29,5 dias e o período sideral (translação) que é de 27 dias, aproximadamente.

Oliveira (2002) comenta acerca dos eclipses.

“Eclipses são fenômenos astronômicos relativamente raros, de difícil observação, em que a visão da Lua ou do Sol no céu é radicalmente alterada, tornando-se total ou parcialmente escurecida. [...] um eclipse envolve sempre a Lua, o Sol e a Terra, dependendo sua ocorrência da posição e do movimento relativo desses astros. A observação de um eclipse depende também da posição em que se encontra o observador aqui na Terra”. (OLIVEIRA, 2002).

Um eclipse envolve sempre a Lua, o Sol e a Terra, dependendo sua ocorrência da posição e do movimento relativo desses astros. A observação de um eclipse depende, também, da posição em que se encontra o observador aqui na Terra. Existem, basicamente, dois tipos de eclipse: os solares e os lunares. Em nosso trabalho, vamos nos deter tão somente aos eclipses total do Sol e total da Lua.

2.1. A astronomia como elemento motivador

A astronomia aguça a curiosidade dos alunos e pode ser usada como um tema gerador e motivador de discussões com outras disciplinas tornando-a, interdisciplinar:

“(...) a astronomia não precisa ser vista como apenas um novo conjunto de conteúdo a serem ensinados, mas figura como conjunto de **temas motivadores** para discussões histórico-filosóficas, além de permitir a abordagem de conceitos típicos de outras disciplinas”. (GAMA e HENRIQUE, 2010).

Há propostas concretas de utilização de temas da astronomia como motivação para o ensino de física, com resultados considerados positivos, como descritas nas dissertações de Mees (2004), de Kemper (2008). Em particular, Kemper afirma que:

“A inserção de conteúdos de astronomia nos cursos de nível médio de física torna-se pertinente por mostrarem-se de grande interesse pelo público que os frequentam. Esse interesse fica evidenciado pelas dúvidas e perguntas que os alunos trazem às aulas, bem como a participação e a motivação manifesta por eles quando esses conteúdos são abordados”. (KEMPER, 2008).

Percebemos que o interesse dos alunos aumenta quando falamos dos fenômenos relacionados aos eclipses e a formação das fases da Lua. Ao comentarmos que a Lua muda o seu aspecto visual todos os dias, ou seja, a cada instante temos uma fase diferente para a Lua, aumenta a curiosidade deles em saber o porquê.

“O aspecto da Lua se modifica diariamente. Mas isso se deve tão somente a posição relativa da Lua, Terra e Sol. A cada dia o Sol a Lua sob um ângulo diferente, à medida que ela se desloca em torno da Terra. Um ciclo completo leva 29 dias e meio e chama mês lunar, lunação, revolução sinódica ou ainda período sinódico da Lua, ” (COSTA. J, 2000).

Para Costa, J. (1999), a observação dos eclipses depende das posições relativas dos astros envolvidos, como também, da posição do observador na Terra. Os eclipses são fascinantes e misteriosos para as pessoas.

2.2. Erros conceituais dos livros didáticos sobre as fases da Lua e os eclipses

Langhi, R. e Nardi, R. (2007), nos levam a uma reflexão sobre a questão dos erros conceituais de Astronomia presentes em livros didáticos. Essa discussão é bastante relevante, já que o livro didático é, muitas vezes, a única fonte de consulta para que o professor prepare as suas aulas, como também as suas atividades didáticas. Segundo o Ministério da Educação, o livro didático é uma das principais formas de documentação e consulta utilizadas por professores e alunos no país, chegando, às vezes, a “influenciar o trabalho pedagógico e o cotidiano da sala de aula”. (BRASIL, 2003).

A pesquisa sobre erros conceituais em livros didáticos, incluindo o tema Astronomia, já vem sendo realizada por estudiosos especialistas na área. Em seu artigo, explicando a Astronomia. Canalle (1997) comenta sobre o fenômeno das fases da Lua: *“Este é um fenômeno que causa muita confusão. Os livros didáticos têm uma explicação quase idêntica entre si, com os mesmos erros semelhantes em todos eles”*. (CANALLE et al, 1997).

A formação das fases da Lua é explicada acompanhada da figura (fig.2.1), que possui a Terra no centro de uma circunferência e a Lua em quatro posições diametralmente opostas. Nestas quatro posições, são representadas as fases de Lua nova, quarto crescente, cheia e quarto minguante. Ao lado direito do esquema, está representado o Sol, emitindo os seus raios luminosos. Ao olharmos para a figura abaixo, tentando entendê-la, seremos levados a pensar que existem sempre dois eclipses por mês, um lunar e outro solar, uma vez que,

os três astros, Sol, Terra e Lua, estão alinhados em um mesmo plano. “*Nunca é informado que os planos das órbitas da Lua e da Terra não coincidem*”. (MACIEL, 1991).

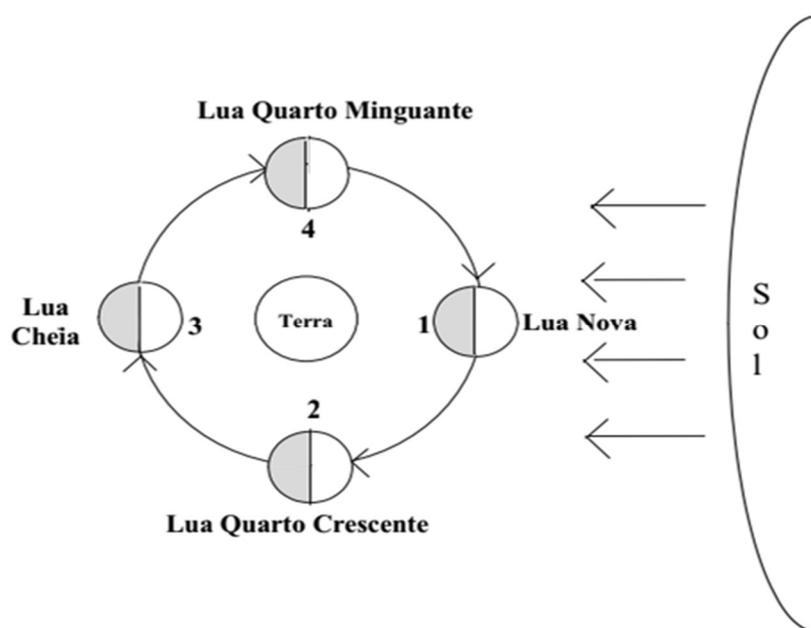


Figura 2.1. Típica figura encontrada em livros didáticos para explicar as fases da Lua.

Disponível: http://www.cce.ufes.br/jair/ieff/CadBrasEnsFis314_Astronomia_B%C3%A1sica_Isopor.pdf. Acesso em: 27.nov.2015.

Outro erro bastante comum, nos livros didáticos, é relacionar o nome da fase da Lua destes dias particulares (Lua nova, Lua quarto crescente, Lua cheia e Lua quarto minguante) aos sete dias que a seguem, pois não existem sete dias de Lua nova, sete dias de Lua quarto crescente, sete dias de Lua cheia e sete dias de Lua quarto minguante. Temos sim, um período semanal de Lua crescente e outro de Lua minguante separados pelos dias da Lua cheia e nova. “*No transcorrer destes períodos temos dois dias de aparência particular para a Lua, que são os dias em que vemos um quarto de sua superfície iluminada, são os dias de quarto crescente e quarto minguante*”. (MOURÃO, 1987).

Ao analisar alguns livros didáticos, Bizzo (1996), cita que em um deles as fases da Lua são explicadas como consequências de eclipses ocasionados pela sombra da Terra na superfície da Lua.

[...] as fases lunares são ocasionadas pelo fato de a Terra começar a fazer sombra parcialmente sobre a Lua, formando o quarto minguante. Quando a sombra é projetada totalmente sobre a Lua,

de modo a não se tornar mais visível, acontece a lua nova. Movimentando-se a Terra e Lua, e está voltando a iluminar-se, ocorre a fase quarto crescente”. (BIZZO, 1996).

Quanto aos eclipses, se o plano da órbita da Lua coincidissem com o plano da órbita terrestre, a cada Lua cheia ocorreria um eclipse lunar e a cada Lua nova ocorreria um eclipse solar. Mas cientificamente falando, como essas órbitas possuem uma inclinação de aproximadamente 5° entre si, nem sempre a Lua cheia será atingida pela sombra da Terra.

“Somente haverá esse fenômeno quando a lua cheia estiver justamente cruzando a intersecção dos planos orbitais, o que acontece devido a um movimento do próprio plano da órbita da Lua. Assim, a frequência dos eclipses lunares (bem como os solares) será relativamente pequena e não semanalmente, como sugeriram alguns livros didáticos”. (LANGHI, R. e NARDI, R. ,2007).

O que nós esperamos de um livro didático: i) que não se prenda a incentivar a memorização, “decoreba” de conceitos e equações (“fórmulas”); ii) que traga, também, atividades experimentais, se possível, ao fim de cada capítulo e que sejam bem elaboradas e exequíveis; iii) que haja relação dos conteúdos abordados com outras disciplinas, ou seja, valorização da interdisciplinaridade; iv) que as figuras e ilustrações devam se preocupar com a veracidade das informações; já que, muitas vezes, são utilizados vários recursos gráficos; v) que de acordo com o nível de ensino, deva ter a profundidade devida e uma certa clareza nas explicações.

2.3. Concepções alternativas sobre as fases da Lua e os eclipses.

Segundo Puzzo (2005), as concepções alternativas ou também denominadas “concepções prévias”, “pré-conceitos”, “conceitos intuitivos”, “ideias ingênuas” e “ideias de senso comum” são dotadas de certa coerência, pois apresentam argumentos válidos que dão conta de explicar os modelos dos alunos:

Essas concepções são bastante resistentes às mudanças porque foram construídas em meio a um contexto social, cheio de significados para o aluno. É fácil perceber também, que os conhecimentos científicos num primeiro momento se mostram rigorosos, lógicos e bem estruturados, e são facilmente substituídos pelas concepções alternativas. (PUZZO, 2005).

Às vezes, mesmo depois de ter ouvido a explicação científica sobre um determinado fenômeno os alunos constroem, a seu modo, suas próprias ideias para explicá-lo.

As fases da Lua e o Eclipses são fenômenos que intrigam bastante professores, alunos e as pessoas em geral. Para Kriner (2004), esse conteúdo é aparentemente fácil de se entender. Mas, na realidade tem sua complexidade e dificuldade, porque envolve noções de espaço, proporções, observações do céu, dependência entre os movimentos da Terra e da Lua e reflexão da luz solar. É por tudo isso, que ele apresenta um alto grau de abstração dos conceitos e conhecimento espacial.

Trumper (2001) identificou, em alunos, três concepções alternativas em relação a estes fenômenos: i) as diferentes fases da Lua são causadas pela reflexão da luz do Sol; ii) a Terra está envolvida, de algum modo, na produção das fases da Lua, seja pela sua sombra obscurecendo partes da Lua ou pela luz do Sol refletida pela Terra e nuvens; iii) as fases da Lua são devido ao movimento da Lua, para dentro da sombra do Sol. Trumper (2001), também constatou que alguns alunos não tinham a clareza da diferença entre o eclipse lunar e as fases da Lua e poucos apresentavam a noção de que, as fases da Lua, são formadas pela porção iluminada da Lua vista da Terra.

Peña e Quilez (2001), pediram a professores, que desenhassem numa folha de papel, a maneira como eles explicam para os seus alunos, em sala de aula, as fases da Lua e os eclipses. No caso dos eclipses, a representação gráfica desses fenômenos mostrou uma grande confusão que os professores investigados fazem entre os eclipses e as fases da Lua. Consideraram a relação do sistema Sol-Terra-Lua, mas se mostraram equivocados com as posições

corretas desses astros. Segundo os pesquisadores supracitados, apenas um professor, do total de cinco, destacou corretamente as fases da Lua nas quais ocorrem os eclipses solar e lunar.

Quando o professor vai explicar as fases da Lua e os eclipses, muitas vezes ele reforça as concepções alternativas dos alunos, uma vez que ele, o professor, também tem as suas concepções alternativas acerca destes fenômenos.

Como vimos, a maioria dos trabalhos de pesquisa em concepções alternativas envolvendo os fenômenos das fases da Lua e os eclipses foram realizadas com alunos e professores. Mas, não são somente os alunos que têm concepções alternativas acerca destes fenômenos. Os professores também apresentam essas ideias. Callison e Wright (1993) também pesquisaram professores que demonstravam ideias que eram diferentes da visão científica a respeito das fases da Lua e dos eclipses. Alguns deles, mesmo depois de terem as instruções corretas sobre esses fenômenos, continuaram demonstrando ideias que eram cientificamente inexatas, ou seja, continuaram com as suas concepções alternativas, enquanto outros passaram a adotar a visão científica.

Camino (1995), ao entrevistar professores, constatou que certos modelos explicativos para as fases da Lua e dos eclipses eram frequentes, sendo que o Modelo 1 e o Modelo 2, descritos a seguir, foram os mais utilizados pelos docentes. Os modelos utilizados foram:

Modelo 1 (fases da Lua) - A Lua, parcialmente iluminada pelo Sol, orbita a Terra e, ao variar sua posição, as partes iluminadas e não iluminadas de sua superfície também variam, o que produz as fases da Lua;

Modelo 2 (fases da Lua) - A sombra da Terra é projetada na Lua, produzindo a parte escura das fases da Lua;

Modelo 3 (fases da Lua) - O Sol ilumina a Terra e, por reflexo, a Terra ilumina a Lua. A Lua gira em torno da Terra numa órbita extremamente excêntrica, e quando a Lua se encontra em seu ponto mais afastado da Terra (apogeu), a Lua

é nova. Quando a Lua se encontra em seu ponto mais próximo (perigeu), ela é cheia;

Modelo 4 (fases da Lua e eclipses) - A Lua descreve sua órbita ao redor do Sol, e as suas fases ocorrem porque o Sol eclipsa a Lua, ou devido ao seu próprio movimento em torno do Sol.

Langhi (2004), ao fazer o levantamento das concepções alternativas dos professores do ensino médio, pode constatar que alguns deles apresentam concepções não condizentes à realidade do fenômeno das fases da Lua, tal como a sombra da Terra ser a responsável pela formação das fases da Lua, como detectado em professores do ensino fundamental, segundo Camino (1995).

Langhi (2011), mostra que as concepções alternativas são persistentes, como também, explicações incompletas em alunos e professores. Vamos listar algumas afirmações elaboradas sobre a Lua, segundo o autor supracitado, a partir da fundamentação encontrada na literatura da área da Astronomia:

- ✓ Cada fase lunar dura aproximadamente uma semana;
- ✓ A Lua possui quatro fases;
- ✓ A região escura de determinadas fases lunares ocorre devido à sombra da Terra sobre ela;
- ✓ Interpretação das fases da Lua como eclipses lunares semanais;
- ✓ A Lua não possui movimento de rotação, uma vez que sempre mostra a mesma face para a Terra;
- ✓ O chamado lado “obscuro da Lua” ou “lado escuro” da Lua é o lado constantemente não voltado para a Terra, não sendo atingido pela luz solar;
- ✓ A associação da presença da Lua exclusivamente ao céu noturno, com a impossibilidade do seu aparecimento em plena luz do dia;
- ✓ É necessário proteger a visão durante eclipses lunares.

2.4. As fases da Lua

As fases da Lua devem-se ao fato de a Lua mudar sua aparência, quanto à iluminação, pelos raios solares (e não por ser ocultada pela sombra da Terra), devido ao seu movimento em torno da Terra, em relação ao Sol, que assim, ilumina determinadas partes do nosso satélite natural (a face iluminada da Lua é aquela que está voltada para o Sol), a medida em que orbita o nosso planeta. Portanto, *“a fase da Lua representa o quanto dessa face iluminada está voltada também para a Terra”*. (OLIVEIRA, 2013).

“Tradicionalmente apenas as quatro fases mais características do ciclo - Lua Nova, Quarto-Crescente, Lua Cheia e Quarto-Minguante - recebem nomes, mas a porção que vemos iluminada da Lua, que é a sua fase, varia de dia para dia. Por essa razão os astrônomos definem a fase da Lua em termos de número de dias decorridos desde a Lua Nova (de 0 a 29,5) e em termos de fração iluminada da face visível (0% a 100%)”. (OLIVEIRA e SARAIVA, 2013).

LUA NOVA: Existe uma região da órbita lunar em torno da Terra onde praticamente nenhuma parte da luz solar é refletida pela Lua para o nosso planeta. Nesta fase, a face da Lua que aponta para a Terra não é iluminada pelo Sol. Essa é a fase que chamamos de nova. Na fase de Lua Nova, o nosso satélite natural continua recebendo luz do Sol, só que nós, aqui na Terra, não vemos por causa da nossa posição. Rigorosamente, isso corresponde a um instante e uma posição no movimento da Lua. Nessa fase, a Lua está no céu durante o dia, nascendo e se pondo aproximadamente junto com o Sol.

O que aparece no crescente é a porção visível da parte iluminada da Lua. Depois da fase nova, cerca de uma semana chega o quarto crescente. **LUA QUARTO CRESCENTE** é quando estamos vendo, da Terra, um quarto da Lua iluminada. Por isso, chamamos essa posição de quarto crescente. Lua e Sol, vistos da Terra, estão separados por aproximadamente 90°. A Lua, nesta fase, nasce aproximadamente ao meio dia e se põe à meia noite.

Depois de uma semana, após o quarto crescente, mais ou menos, a Lua está oposta ao Sol, em relação ao observador posto na Terra. A face do nosso satélite natural que aponta para Terra está totalmente iluminada sendo

refletida para nós. A Lua se encontra cheia. É vista no céu durante toda a noite. Nasce quando o Sol se põe e se põe quando o Sol nasce (percorre o céu por praticamente toda a noite, surgindo por volta das às 18 horas e se pondo em torno das 6 horas da manhã). Lua e Sol, quando vistos da Terra, estão em direções opostas, separados por aproximadamente 180° ou se preferirmos, 12h.

Nos dias que se seguem após a Lua cheia, a porção da face iluminada passa a ficar cada vez menor. Aproximadamente sete dias depois, a porção iluminada já se reduziu a 50%, e temos o QUARTO MINGUANTE. Nesta fase, a Lua está praticamente a 90° a oeste do Sol, quando observada do hemisfério sul da Terra, e vemos iluminada a metade leste de sua face que aponta para a Terra. A Lua nasce aproximadamente à meia noite e se põe aproximadamente ao meio dia. Nos dias seguintes, o nosso satélite natural continua minguando, até atingir o início do novo ciclo.

A rigor, existem momentos precisos para cada uma das fases da Lua, mas as pessoas, em geral, costumam estender os nomes das fases mais notáveis por até uma semana ou no mínimo alguns dias. Depois da lua cheia, as posições relativas do Sol e da Lua provocam a redução da área iluminada visível do nosso satélite natural em relação à Terra, o que corresponde ao minguante, passando pelo quarto minguante até retornar a fase de nova, em cerca de mais duas semanas. Esse ciclo dura aproximadamente 29,5 dias.

Nas figuras, (2.2 e 2.3), observa-se que durante cada dia do mês a Lua se mostra diferente em sua aparência.

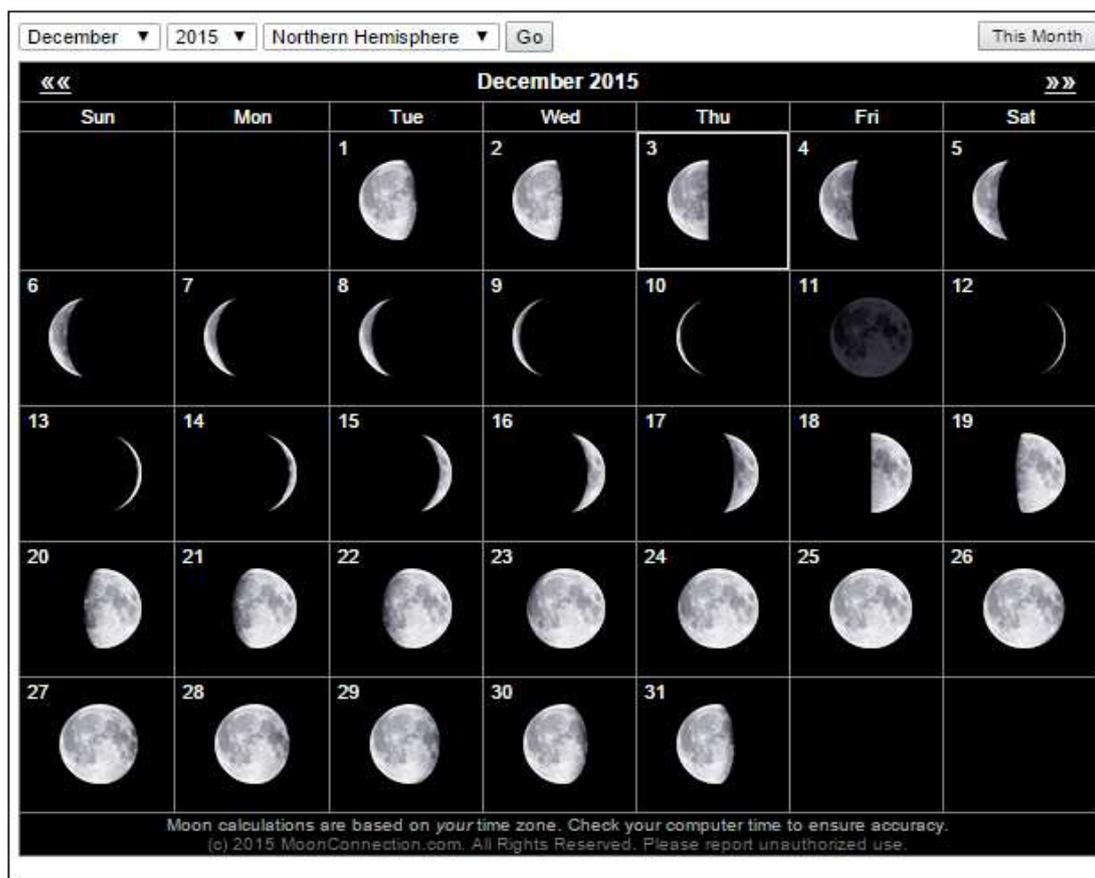


Figura 2.2. As fases da Lua no mês de dezembro de 2015 com o observador no hemisfério norte da Terra. Disponível em: http://www.moonconnection.com/moon_phases_calendar.phtml. Acesso: 03.dez.2015.

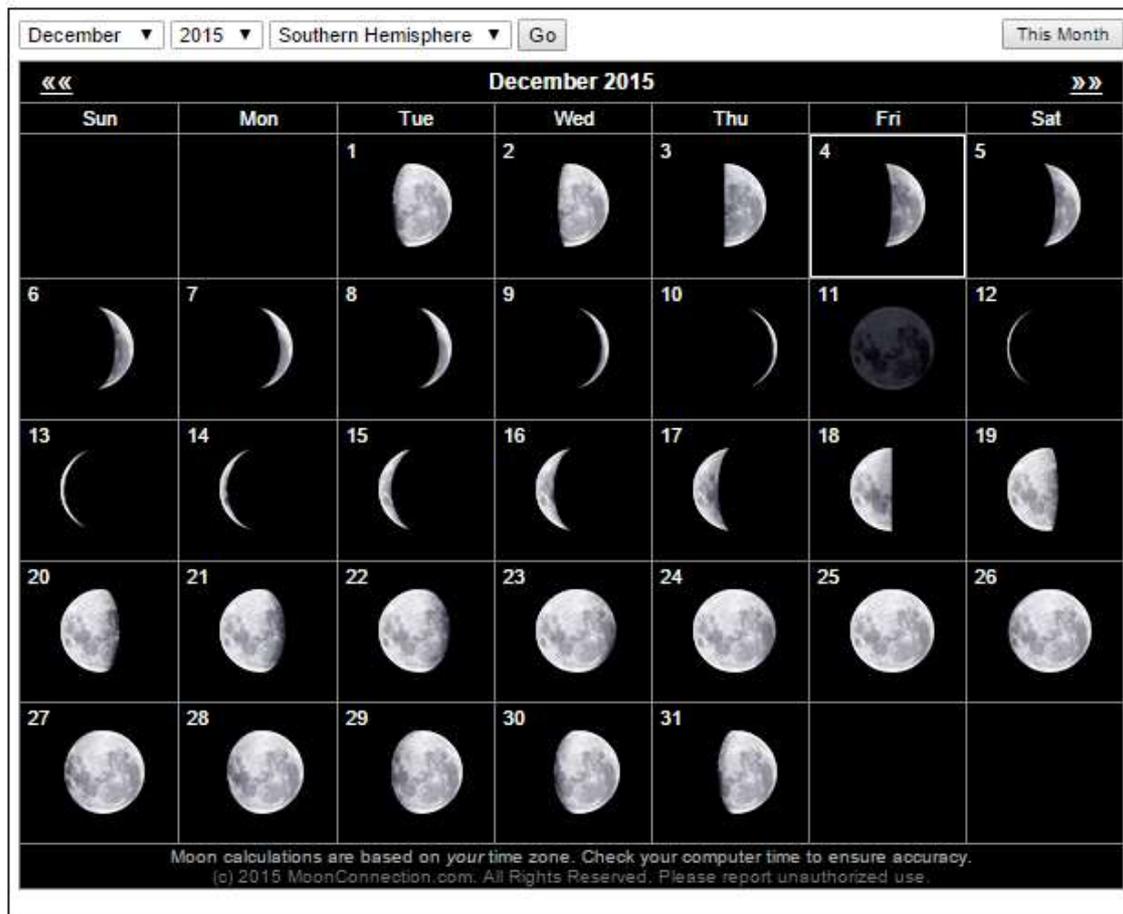


Figura 2.3. As fases da Lua durante mês de dezembro de 2015 com o observador no hemisfério sul da Terra. Disponível em: http://www.moonconnection.com/moon_phases_calendar.phtml. Acesso: 04.dez.2015.

O que percebemos quando observamos as figuras 2.2 e 2.3 é que as imagens da Lua invertem-se de acordo com o hemisfério terrestre, pois enquanto as pessoas no hemisfério Sul olham para a Lua no sentido Pólo Sul – Equador terrestre as pessoas localizadas no hemisfério Norte a observam no sentido Pólo Norte – Equador terrestre.

O intervalo de tempo entre duas fases iguais e consecutivas é de, aproximadamente, 29,5 dias terrestres. É chamado de mês sinódico, ou lunação, ou período sinódico da Lua. “O período sideral da Lua (ou mês sideral) é o intervalo de 27,32 dias terrestres que a Lua leva para dar uma volta completa ao redor da Terra, em relação a uma estrela”. (OLIVEIRA e SARAIVA, 2013).

Segundo Oliveira e Saraiva (2013), essa diferença entre o mês sinódico e o mês sideral é mostrada na figura 2.4, e ocorre porque a Terra avançou cerca de 27° em relação à posição anterior e a repetição da fase lunar esperada só ocorrerá, em aproximadamente, 2,2 dias mais tarde.

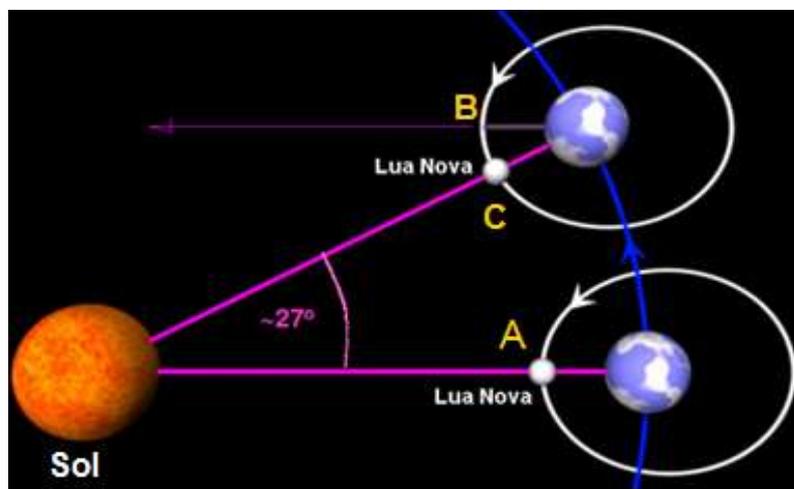


Figura 2.4. A Lua dá uma volta em torno da Terra. Do ponto A até o ponto B (mês sideral). Fora de escala. Disponível em: http://www.mimosa.pntic.mec.es/jgomez53/docencia/sistema_solar-luna.htm (adaptada). Acesso em 25 mar. 2016.

2.5. Os Movimentos da Lua

O nosso satélite natural realiza vários movimentos². Os principais são: o movimento de translação em torno da Terra, o movimento de rotação em torno do seu próprio eixo e a translação em torno do Sol, junto com a Terra. A duração da translação é de um ano terrestre. A figura 2.5, mostra a trajetória da Lua em torno do Sol devido ao seu movimento de translação.

² Para um observador na Terra, a Lua sempre se desloca para oeste. Devido à combinação entre os movimentos da Lua em torno da Terra e desta em torno do Sol, acrescido ao fato de os períodos de rotação (da Terra em torno de seu eixo e da Lua em torno da Terra) serem diferentes, para um observador na Terra, a Lua passa a ser visível no céu com 50 minutos de atraso a cada dia, aproximadamente.

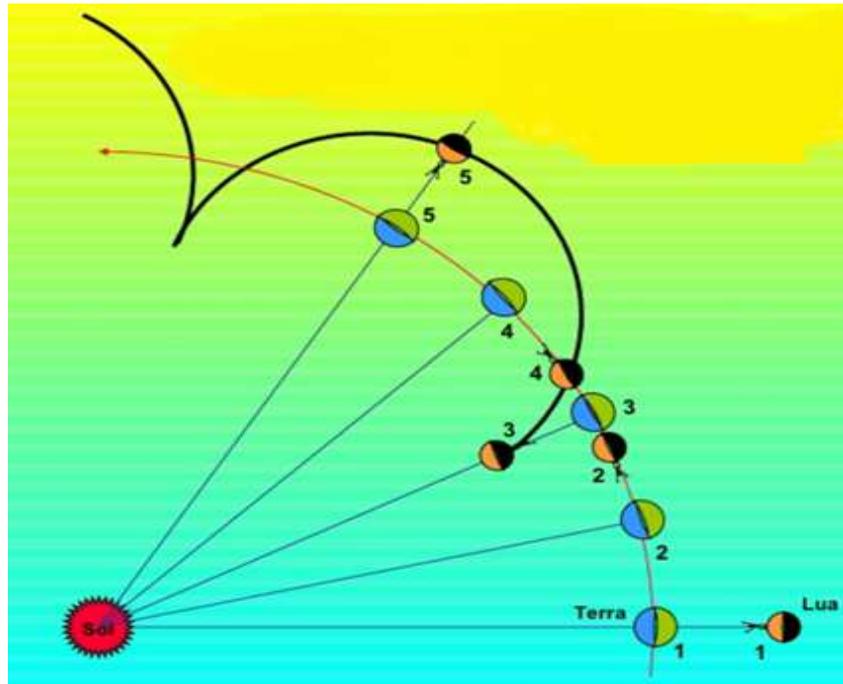


Figura 2.5. Trajetória da Lua em torno do Sol (ilustração fora de escala). Disponível em: <http://www.pt.slideshare.net/ifuspescola/mov-aplua>. Acesso em: 25 mar. 2016.

A Lua possui o movimento de translação em torno do centro de massa do sistema Terra-Lua. Esse movimento orbital da Lua é efetuado no mesmo sentido do movimento de translação e de rotação do nosso planeta, ou seja, ocorre de oeste para leste. A figura 2.6, ilustra o movimento de translação da Lua.

“É fácil perceber isso: a Lua sempre “nasce” cerca de 50 minutos mais tarde, dia após dia, em consequência de seu movimento de oeste para leste. Aplicando a regra da mão direita com o polegar para cima apontando para o norte, tem-se que a Lua translada ao redor da Terra no mesmo sentido que a Terra translada ao redor do Sol”. (MILONE, A. ,1997).

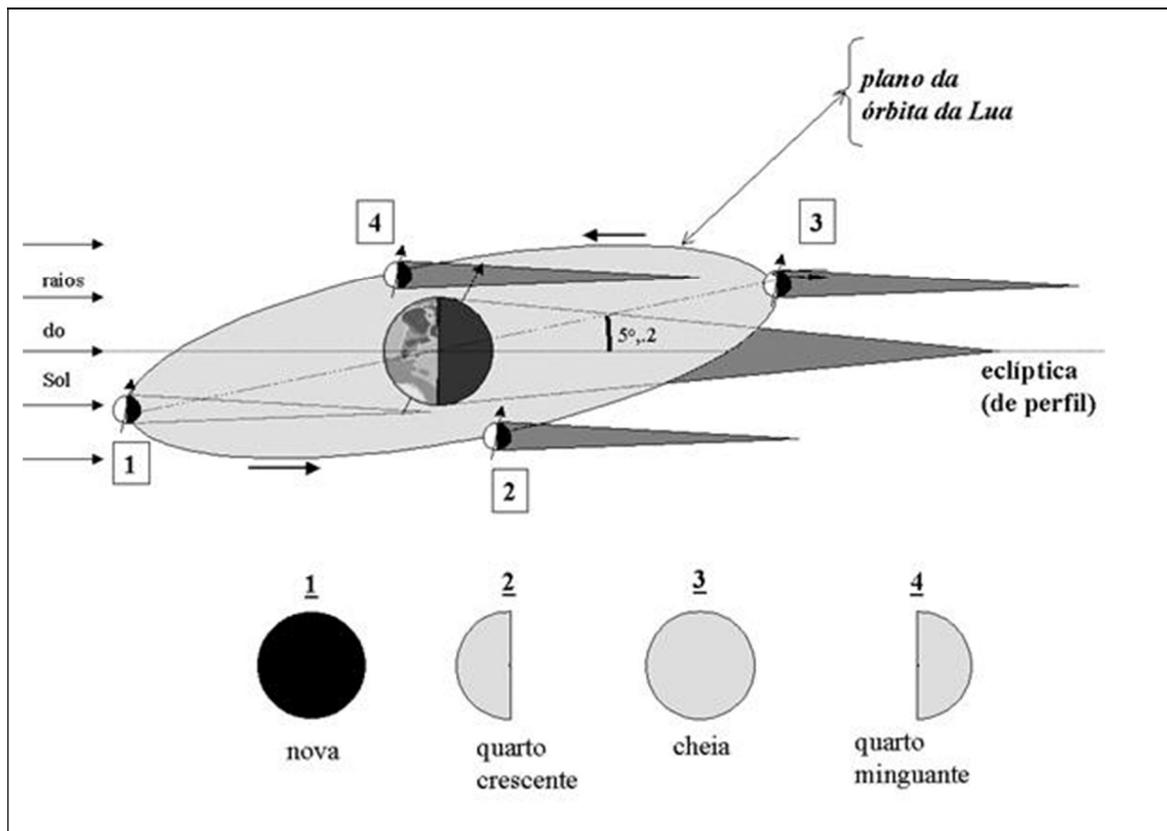


Figura 2.6. A translação da Lua: suas fases principais como são vistas do hemisfério sul da Terra (ilustração fora de escala). Disponível em: http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/dia_a_dia/1_6_2.htm. Acesso em: 04 dez. 2015.

Esses dois movimentos são sincronizados, é por esse motivo que nós, aqui da Terra, veremos sempre a mesma face da Lua voltada para a Terra e, só conseguiremos ver essa face, enquanto ela estiver iluminada.

Devido à rotação sincronizada da Lua, a face da Lua que não podemos ver chama-se face oculta da Lua, que só pode ser fotografada pelos astronautas, satélites ou sondas em órbita da Lua. Se a Lua não fizesse o seu movimento de rotação, ou seja, se ela não girasse em torno do seu próprio eixo, enxergaríamos todas as suas faces aqui da Terra.

“À medida que a Lua orbita em torno da Terra, completando seu ciclo de fases, ela mantém sempre a mesma face voltada para a Terra. Isso indica que o seu período de translação é igual ao período de rotação em torno de seu próprio eixo. Portanto, a Lua tem rotação sincronizada com a translação”. (OLIVEIRA e SARAIVA, 2013).

A face “oculta” da Lua é a parte da Lua que não podemos avistar, estando o observador na Terra. Porém, essa face “oculta” é iluminada pelo Sol, na maior parte do ciclo lunar. A figura 2.7, mostra a face “oculta” da Lua ao mesmo tempo que o nosso satélite natural está na fase nova, quando observada da Terra.

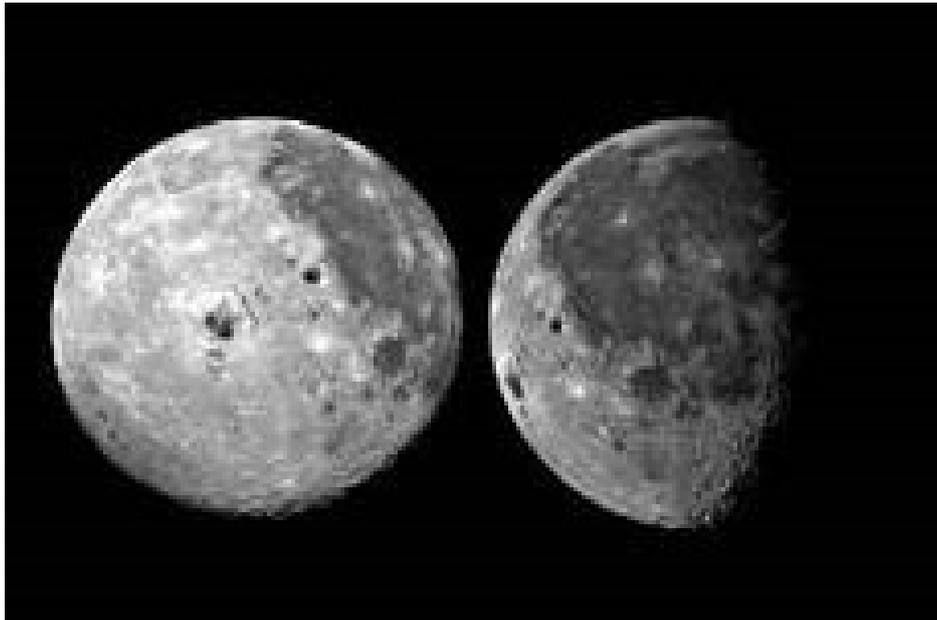


Figura 2.7. A face “oculta” da Lua visualizada em duas imagens. Disponível em: http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/dia_a_dia/1_6_4.htm. Acesso em: 05 dez. 2015.

2.6. Geometria da Sombra

Quando um corpo extenso (corpo cujas dimensões não são desprezadas) é iluminado por outro corpo extenso são definidas duas regiões de sombra:

Umbra: região da sombra que não recebe luz de nenhum ponto da fonte;

Penumbra: região da sombra que recebe luz de alguns pontos da fonte.

A figura 2.8, mostra a geometria da sombra (umbra e penumbra) vista por vários observadores nos pontos A, B, C e D.

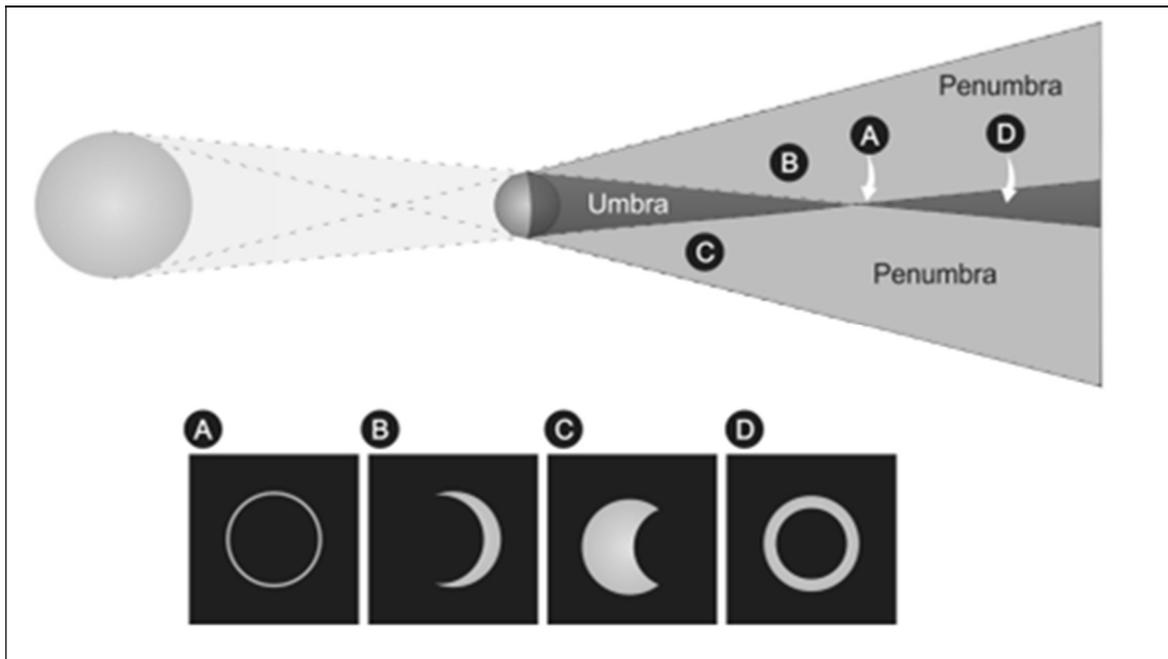


Figura 2.8. A parte superior da figura mostra a geometria da sombra (umbra e penumbra). A parte inferior mostra a aparência do Sol como seria visto por observadores nos pontos A, B, C e D da sombra. Um observador na umbra veria o disco do Sol completamente eclipsado. Disponível em: <http://www.astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2015.

2.7. Os eclipses do Sol e da Lua

Em Astronomia, eclipse, ou eclipsar, significa esconder, encobrir ou interceptar a luz vinda de um astro.

“No Egito antigo, os eclipses do sol eram explicados como sendo ataques de uma serpente ao barco que transportava o Sol pelo céu. Os antigos chineses costumavam observar sistematicamente os fenômenos celestes”. (MILONE, A. ,1997).

Hoje, sabemos que os eclipses são as ocultações totais ou parciais da radiação solar, pela interposição da Lua entre o Sol e a Terra (eclipse solar), ou a interposição da Terra entre o Sol e a Lua (eclipse lunar). Só haverá eclipse total, quando houver alinhamento dos astros envolvidos. Mas, para as civilizações egípcia e grega, os eclipses já eram conhecidos e calculados. “*De fato, a sombra redonda da Terra na Lua durante um eclipse era para Aristarco prova contundente da forma do planeta.*” (HORVATH, J.E., 2008).

De todos os eclipses que ocorreram no Brasil, o mais significativo, pelo menos, que se tem notícia foi o eclipse solar de 1919 na cidade de Sobral no

estado do Ceará, em que foram feitas observações para a comprovação da Teoria da Relatividade Geral. Essas observações permitiram identificar o desvio da luz de estrelas na proximidade do Sol. “[...] talvez o mais importante seja o eclipse solar ocorrido em 29 de maio de 1919, e observado por uma missão astronômica inglesa da cidade Sobral, no Ceará”. (SILVA, R.O., 2002).

Um eclipse envolve sempre a Lua, o Sol e a Terra, dependendo sua ocorrência da posição e do movimento relativo desses astros. A observação de um eclipse depende, também, da posição em que se encontra o observador aqui na Terra. Existem basicamente dois tipos de eclipse: os solares e os lunares. Em nosso trabalho vamos nos deter tão somente aos eclipses total do Sol e total da Lua, conforme anunciamos anteriormente,

2.8. Eclipse solar

Segundo Oliveira e Saraiva (2013), durante um eclipse solar, a umbra da Lua na Terra tem cerca de 270 km de largura, que é uma estreita faixa sobre a Terra. Na figura 2.9 estão traçadas as curvas dos eclipses solares totais chamadas de “caminho do eclipse”. Em uma região de aproximadamente 3000 km de cada lado do “caminho do eclipse”, é possível observar o eclipse parcial solar.

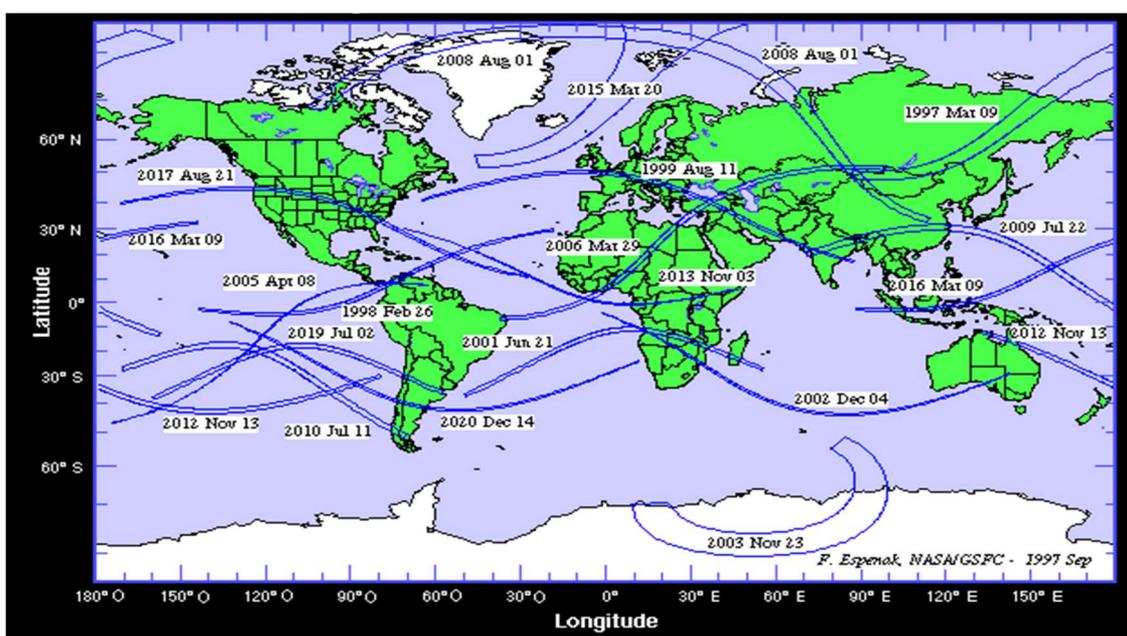


Figura 2.9. Curvas que representam o caminho dos eclipses solares totais. Disponível em: <http://www.astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>. Acesso em: 25 mar. 2016.

A figura 2.10, mostra graficamente e, fora de escala, a representação de eclipses do Sol. O eclipse total ocorre numa faixa de sombra completa, fora dessa faixa, o eclipse é dito parcial, ou seja, se o disco inteiro do Sol estiver atrás da Lua, o eclipse será total, caso contrário, será chamado de parcial.

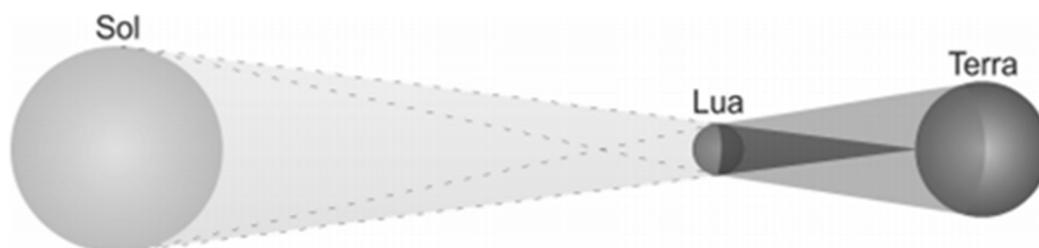


Figura 2.10. No eclipse solar a sombra da Lua atinge a Terra. Os observadores localizados na pequena região atingida pela umbra verão um eclipse solar total, os localizados na região bem maior atingidos pela penumbra verão eclipses em diferentes graus de parcialidade. Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/livro.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2015.

Horvath (2008), comenta sobre a duração do eclipse total, que é pequena para as observações na faixa de sombra. Nas circunstâncias mais favoráveis o eclipse total solar dura cerca de sete minutos, desde que o obscurecimento do disco solar revele a coroa³ durante o eclipse. A figura 2.11, mostra a coroa solar vista no momento de um eclipse solar, para um observador que esteja dentro da região de eclipse total.



Figura 2.11. Imagem da coroa solar vista durante um eclipse solar total. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=esc&cod=_oqueecoroasolar. Acesso em: 5 dez. 2015.

³ A coroa solar seria uma atmosfera exterior do Sol, composta por gases rarefeitos, que apresenta um milionésimo do seu brilho, podendo só ser visível, quando há eclipse total do Sol.

O eclipse total do Sol começa quando o disco da Lua alcança a borda do disco do Sol, visto pelo observador na Terra durante o dia. O eclipse solar ocorre na fase da Lua nova. *“Durante a totalidade, o céu se torna escuro o suficiente para que se possa observar planetas e as estrelas mais brilhantes”*. (OLIVEIRA e SARAIVA, 2013).

2.9. Eclipse lunar

O eclipse lunar ocorre quando a Lua entra na sombra da Terra. Há três tipos de eclipse da Lua ilustrados na figura 2.12:

Eclipse penumbral: quando a Lua está na penumbra terrestre;

Eclipse parcial: quando somente parte da Lua está na umbra e a outra parte na penumbra;

Eclipse total: quando a Lua está inteiramente imersa na umbra terrestre. Um eclipse total é sempre acompanhado das fases penumbral e parcial.

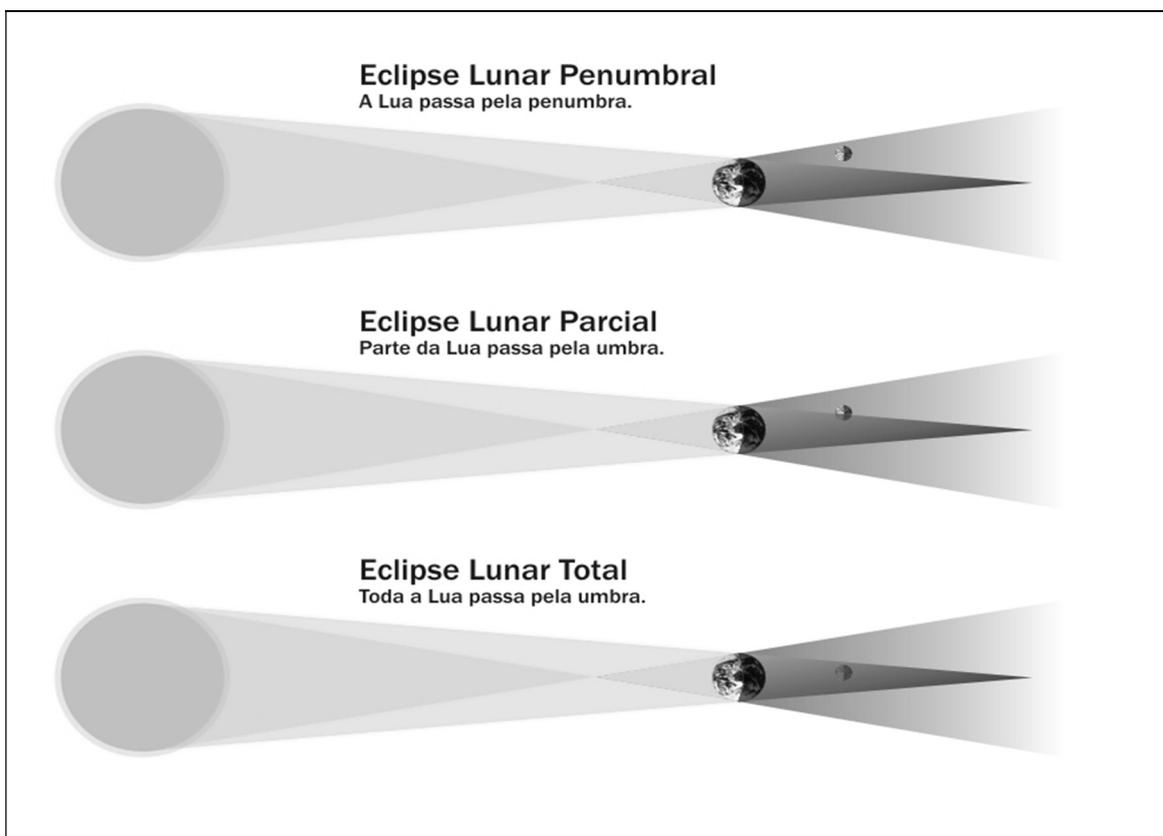


Figura 2.12. Os três tipos de eclipses lunares (ilustração fora de escala). Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>. Acesso em: 05 dez. 2015.

Oliveira e Saraiva (2013), afirmam que a duração máxima de um eclipse lunar, incluindo as fases de parcialidade é de, aproximadamente, 3,8 horas. Só há eclipse total da Lua quando há alinhamento dos astros envolvidos e a fase da Lua é a Lua cheia.

Para Oliveira e Saraiva (2013), um eclipse lunar é visível por todas as pessoas que possam ver a Lua, ou seja, por todo o hemisfério da Terra onde é noite. Isso se contrasta com um eclipse total do Sol, que só é visível para observadores que estejam em uma pequena região da Terra atingida pela umbra. Por causa disso, os eclipses da Lua são vistos com mais frequência que eclipses do Sol, para um determinado local da Terra.

Se o plano da órbita da Lua coincidisse com o plano da eclíptica (órbita da Terra), aconteceria um eclipse solar a cada Lua nova e um eclipse lunar a cada Lua cheia, ou seja, todo mês ocorreria dois eclipses lunares e dois eclipses solares. No entanto, o plano da órbita da Lua não coincide com o plano da eclíptica. Existe uma inclinação de $5,2^\circ$ entre as duas. A figura 2.13 mostra as lunações e em que situações acontecem eclipses.

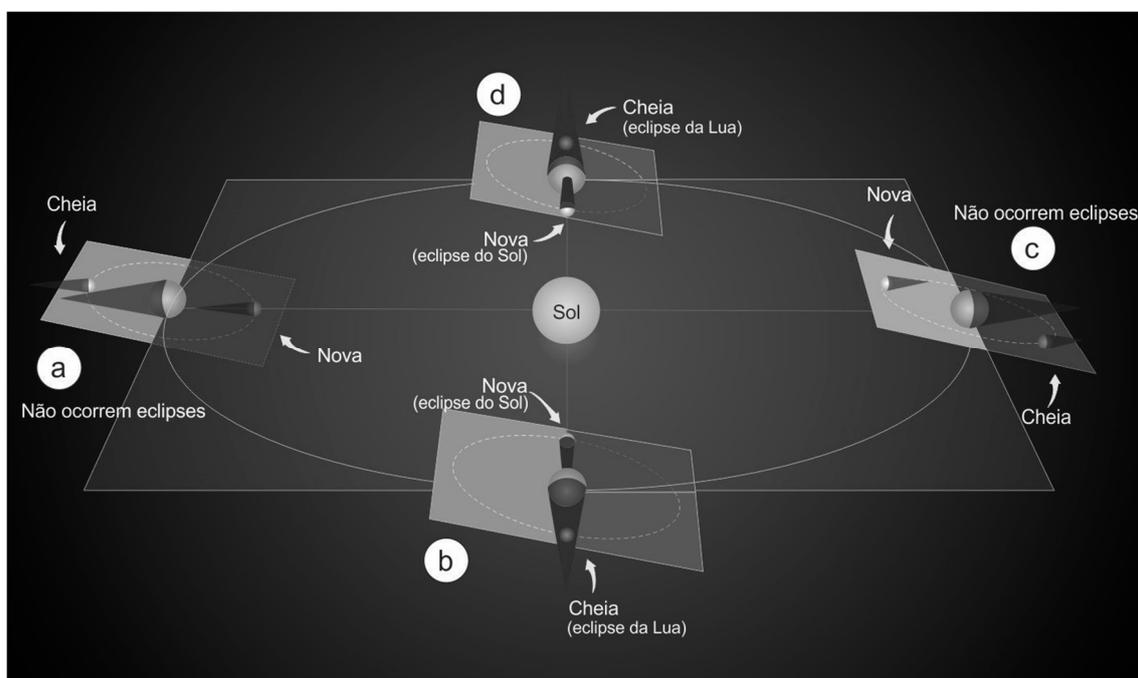


Figura 2.13. Representação da Lua em fase Nova e Cheia em quatro lunações diferentes (A, B, C e D). Disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>. Acesso em: 05 dez. 2015.

Nas lunações **b** e **d**, as fases nova e cheia acontecem quando a Lua está no plano da eclíptica, então acontecem eclipses. Nas lunações **a** e **c** as

fases nova e cheia acontecem com a Lua afastada do plano da eclíptica e não acontecem eclipses.

2.10. O ciclo de Saros.

Fazer a previsão de um eclipse, seja ele lunar ou solar, não é uma proeza das mais recentes. Alguns milênios antes de nós, os povos antigos sabiam que todos os eclipses se repetem, na mesma ordem, após um período de 18 anos 10 ou 11 dias e mais 8 horas, ou 6585,32 dias. Conforme o número de anos bissextos que ocorram durante o intervalo de tempo supracitado. Este intervalo de tempo é chamado de ciclo de Saros.

Para Varella (2014), a quantidade de dias do ciclo de Saros, depende da quantidade de anos bissextos contidos no período de 18 anos. Por exemplo: se nesse período, existirem cinco anos bissextos, deveremos considerar 10 dias. Se no período existirem apenas quatro anos bissextos, adicionamos 11 dias.

Desta maneira, o eclipse total da Lua de 27 de setembro de 2015, com máximo às 23 h e 48 minutos, no horário de Brasília, deverá se repetir em 2033 = 2015 + 18. Como no intervalo de 2015 – 2033 há 5 anos bissextos (2016, 2020, 2024, 2028 e 2032) devemos acrescentar 10 dias. A repetição desse eclipse se dará, então, no dia 7 de outubro de 2033, com seu máximo às 7h e 48 minutos do dia 8 de outubro de 2033, no horário de Brasília.

Matthies (2004), comenta que para um mesmo eclipse se repetir, é preciso que tanto o número de meses dracônicos (mesma posição no nodo⁴), o dos meses sinódicos (mesma fase) e do ciclo de eclipses (mesma posição relativa do Sol) seja um número inteiro. Como tal, para a repetição da constelação e das circunstâncias são precisos, no mínimo: 223 meses sinódicos = 6585,35 dias e 242 meses dracônicos = 6585,32 dias ou 19 ciclos de eclipses = 6585,78 dias e ainda 239 meses anomalísticos (=tempo entre dois perigeus) = 6585,54 dias.

⁴ Nodo é o ponto de interseção entre as duas órbitas. Da Terra e da Lua.

Ainda, segundo Matthies (2004), os antigos Caldeus, um povo que viveu na Mesopotâmia, cerca de 2000 anos antes da nossa era e que dominou a Babilônia e a Assíria até o ano 539 a.C, registraram, com muito cuidado, as datas de todos os eclipses e também chegaram a conclusão que: a sequência de eclipses se repetia sucessivamente após cerca de 6585 dias. Período esse, que os Caldeus chamaram um Saros, o que no seu idioma era derivado da palavra repetição.

2.11. Propostas de modelos didáticos para o ensino das fases da Lua e dos eclipses.

Para Galagovsky e Adúriz-Bravo (2001), os modelos didáticos são facilitadores da aprendizagem de conceitos abstratos. Tais modelos, utilizam conceitos e situações que têm um foco referente na estrutura cognitiva dos alunos. Este foco se relaciona analogicamente com os conceitos científicos cuja aprendizagem se quer tornar mais fácil. Os autores ressaltam que ao se fazer uma analogia, buscam-se conceitos de significação que já são conhecidos pelos alunos.

Da Silva, J.L.A. (2004), mostra na figura 2.14, um modelo didático experimental para o ensino das fases da Lua e dos eclipses. Segundo o autor, a vantagem desse modelo didático é a possibilidade de um maior entendimento por parte dos alunos, do que uma representação através de figuras, que geralmente geram dúvidas acerca de sua interpretação.

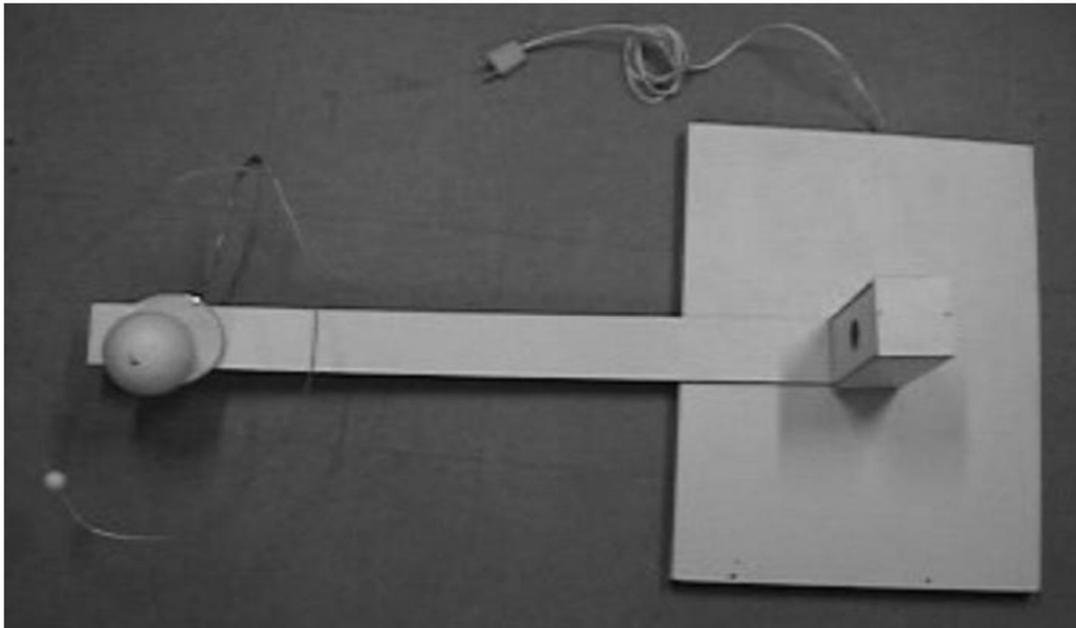


Figura 2.14. Maquete que representa a Lua, a Terra e o Sol. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2004/trabalhos_082/Jorge/eclipses_e_fases_da_lua.htm. Acesso em: 22 set. 2015.

Saraiva (2007) propõe, figura 2.15, a construção de um material para demonstração do conceito de fases da Lua em um corpo iluminado. Um modelo que utiliza uma caixa de papelão em que é usado um orifício maior para a entrada da luz natural para simular o Sol. No painel superior, vê-se uma foto da caixa aberta, mostrando a bolinha presa a um suporte ao fundo da caixa. Os painéis inferiores mostram imagens da bolinha em fases “Nova”, “Crescente”, “Cheia” e “Minguante”.

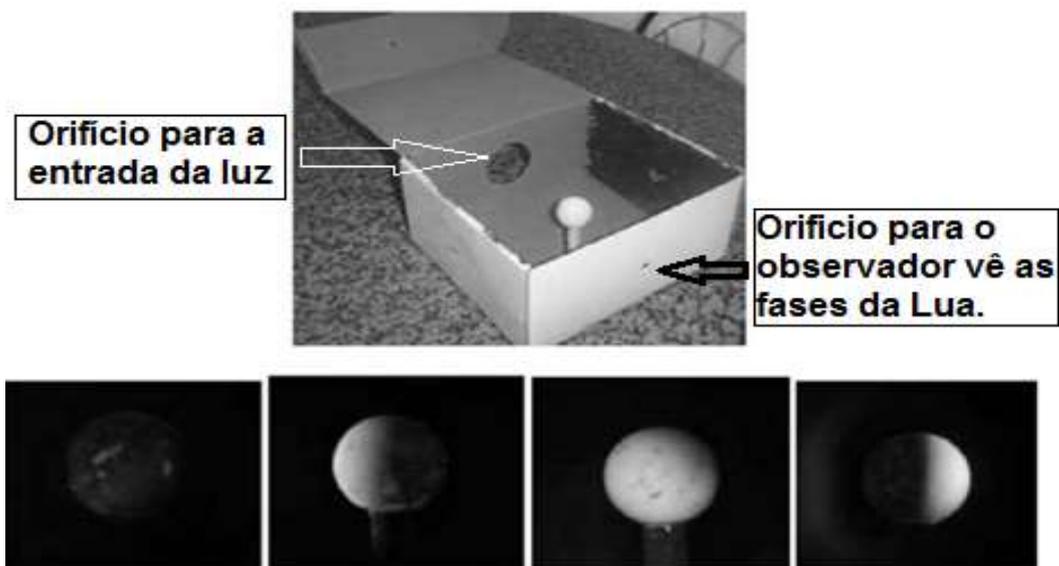


Figura 2.15. As fases da Lua em uma caixa de papelão. Imagem extraída de SARAIVA e al. (2007).

Langhi e Martins (2012), figura 2.16, propõem a construção de uma maquete que simule as fases da Lua e os eclipses total do Sol e da Lua. O aro de bordar representa a órbita que a Lua realiza em torno da Terra e por onde a bola de isopor vazada (Lua) irá orbitar, mostrando assim as fases da Lua. O suporte de ferro representa o eixo de rotação da Terra, os dois suportes de madeira irão sustentar a maquete e o uso de uma lanterna fará o papel do Sol.



Figura 2.16. Simulador do Terra/Lua. Imagem extraída da Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 14, p. 27-36, 2012.

Não há registros, na literatura pesquisada, se estas maquetes das figuras: 2.14, 2.15 e 2.16, depois de montadas, foram aplicadas com alunos ou professores. Então, não há como mensurar os resultados de tais modelos didáticos experimentais.

2.12. A proposta do experimento

A parte experimental do nosso trabalho é baseada no planetário de Orrery (figura 2.17). O projeto do planetário de Orrery propõe a construção de uma maquete para ajudar a explicar, de maneira didática, alguns fenômenos astronômicos como rotação da Terra, a órbita da Terra, as estações do ano, as fases da Lua, eclipses do Sol e da Lua e as coordenadas celestes. O planetário de Orrery é constituído de:

- i) Um modelo do globo terrestre que permite seu movimento em torno de uma lâmpada que faz o papel do Sol;

- ii) Duas polias, uma fixa no bloco móvel e outra presa ao eixo do globo, fazem o sincronismo do movimento anual;
- iii) Um mancal, montado sobre o eixo do globo, permite o giro de uma haste com uma pequena esfera que representa a Lua;
- iv) Um disco graduado é usado para indicar o sentido de rotação da Terra, a separação do dia e da noite e a marcação dos fusos horários. Ele é pintado nas duas faces, uma para ser usada no polo sul, a outra para o polo norte, quando o globo for invertido;
- v) Um parafuso de fixação do bloco móvel permite o posicionamento do conjunto de modo que a inclinação do eixo da Terra seja ajustada para a latitude local no estudo das coordenadas celestes;
- vi) Uma bússola pode auxiliar na orientação do conjunto.

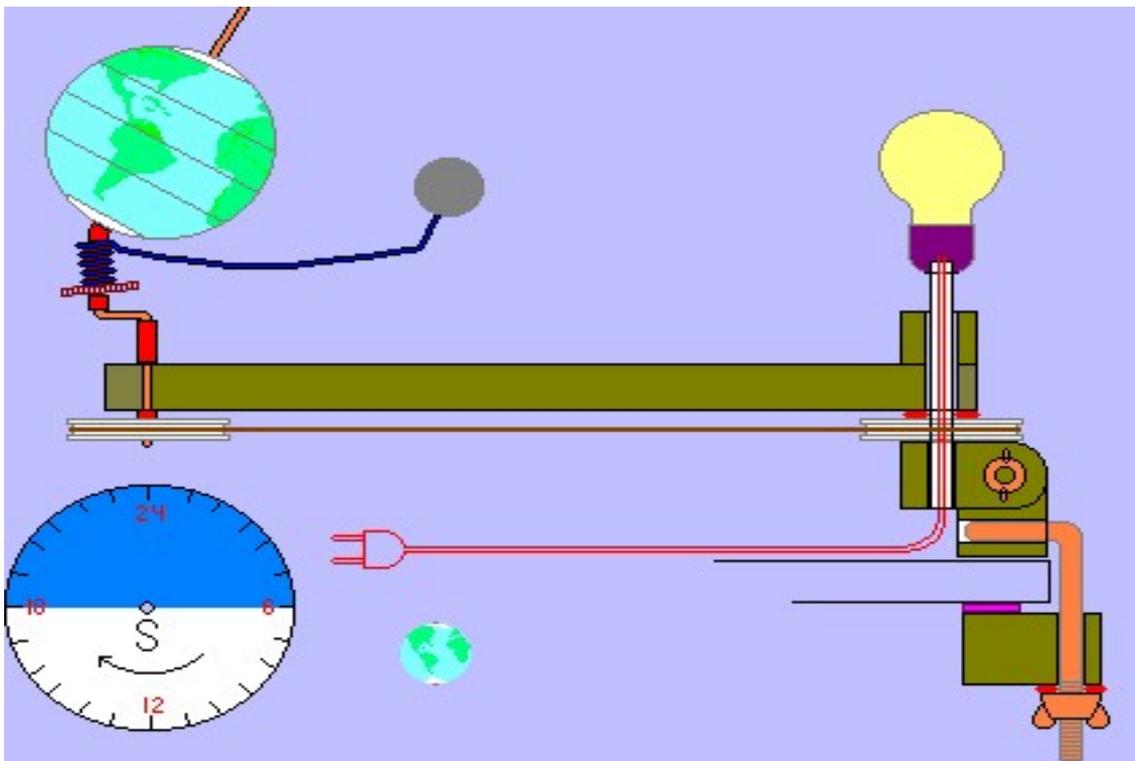


Figura 2.17. Ilustração do modelo planetário de Orrery. Disponível em: http://www.observatorio-phoenix.org/k_ensaios/24_k01.htm.

O nosso trabalho é uma adaptação do planetário de Orrery⁵, um dispositivo mais simples só para explicar, de forma didática, os fenômenos das fases da Lua e dos eclipses que são o foco do nosso trabalho. Fizemos algumas

⁵ O conde de Orrery, concebeu e encomendou um dispositivo para simular os movimentos dos planetas que até hoje é conhecido como aparelho de Orrery, ou simplesmente Orrery.

mudanças no projeto original do planetário de Orrery e construímos uma maquete representando o sistema Sol-Terra-Lua, que é o nosso modelo didático experimental. No capítulo 4, destinado a descrição do nosso produto educacional, mostraremos, em detalhes, a montagem do experimento.

Capítulo 3

Referencial Teórico

3.1. Conceito de Teoria de Aprendizagem

São muitas as Teorias de Aprendizagem e todas elas tentam explicar, de maneiras diferentes, como acontece a aprendizagem nos indivíduos quando estes têm acesso a novas informações, de que maneira tudo isso é processado e de que forma o conhecimento científico chegará ao aluno.

Uma teoria é um conjunto de princípios fundamentais de uma ciência, uma maneira particular de ver as coisas, de explicar e prever observações, de resolver problemas.

“Uma teoria de aprendizagem é, então uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos aprendizagem. Representa o ponto de vista de um autor/pesquisador sobre como interpretar o tema aprendizagem, quais as variáveis independentes, dependentes e intervenientes. Tenta explicar o que é aprendizagem, porque funciona e como funciona”. MOREIRA (2014).

O nosso trabalho tem como foco provocar o conflito cognitivo no aluno a partir das suas concepções espontâneas acerca dos fenômenos das fases da Lua e dos eclipses fazendo com que a aprendizagem aconteça através da transposição didática com o auxílio do nosso produto educacional. Como já mencionado no capítulo anterior, os modelos didáticos são facilitadores da aprendizagem.

Diante disso, resolvemos associar a teoria interacionista do desenvolvimento cognitivo da inteligência de Jean Piaget e a transposição didática do sociólogo Michel Verret como norteadoras do nosso trabalho.

3.2. A Teoria Interacionista e Construtivista de Jean Piaget (A Teoria da Equilibração).

Segundo Núñez e Ramalho (2004), o desenvolvimento cognitivo dá-se quando temos um conflito cognitivo⁶. O conflito cognitivo causa instabilidade, motivação, conflito, dúvida, desejo de saber, de conhecer. Este conflito cognitivo, acontece quando percebemos que temos algo contraditório. Isso é interno e pessoal.

Piaget (*apud* Pozo, 1998) faz a distinção entre dois tipos de aprendizagem. No sentido estrito, a aquisição de informação específica sobre o meio. No sentido amplo, o progresso das estruturas cognitivas segundo o processo de equilibração (adaptação).

As palavras: “assimilação”, “acomodação” e “ adaptação” (equilibração) estão fortemente presentes na estrutura da teoria de Jean Piaget. A assimilação acontece quando o indivíduo, em seu esquema conceitual, incorpora um elemento externo como um acontecimento. O sujeito irá construir esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade. Todavia, a mente da pessoa não sofre modificação durante esse processo de assimilação. Quando ocorre, de alguma forma, uma modificação na mente do indivíduo (aluno), devemos dizer que aconteceu uma acomodação. É através da (s) acomodação (ões) que se dá o desenvolvimento cognitivo.

Para Jean Piaget, a mente sempre tende a funcionar em um estado de equilíbrio, em um dinamismo constante de organização interna. Porém, quando ela se depara com experiências que não são assimiláveis, a mente se reestrutura com o objetivo de construir novos esquemas de assimilação até atingir um novo patamar de equilíbrio. Então, é nesse processo de reestruturação da mente que acontece a acomodação.

Em nosso trabalho, percebemos algo relacionado como a teoria de Jean Piaget, quando, por exemplo, perguntamos aos alunos “por que não ocorrem eclipses todos os meses? ”, acreditamos que nesse momento levamos

⁶ O conflito cognitivo é um estado psicológico que contradiz a experiência.

os discentes a uma situação de conflito cognitivo, pois a mente dos alunos se depara com algo que não é facilmente assimilada. Esperamos que o nosso produto educacional os ajude no processo de reestruturação cognitiva.

3.3. A Transposição Didática

A transposição didática é um termo que está diretamente relacionado ao como se ensina e se aprende. Com alvo na aprendizagem do estudante através das nossas práticas pedagógicas enquanto professor. Neste sentido, constitui-se um desafio para nós, discentes, fazer a metamorfose do conhecimento científico em conteúdo didático.

O termo, transposição didática, foi introduzido em 1975 pelo sociólogo Michel Verret e posteriormente rediscutido por Yves Chevallard em 1985 em seu livro *La Transposition Didactique*, que mostra as permutações que o um saber sofre quando passa do campo científico para o campo escolar.

Chevallard, Y. (1991), conceitua transposição didática como sendo o trabalho de fabricar um objeto de ensino, ou seja, fazer um objeto de saber produzido pelo “sábio” (o cientista) ser objeto do saber escolar. A transposição didática é um “instrumento” eficiente para analisar o processo através do qual o saber produzido pelos estudiosos, que são os cientistas (o saber sábio) se transforma naquele que está contido nos programas curriculares de ensino e nos livros didáticos (o saber a ensinar) e, principalmente, naquele que está sendo desenvolvido, pelo professor-aluno, nas salas de aula (o saber ensinado).

O nosso produto educacional é um objeto de ensino que foi produzido para que pudesse facilitar a aprendizagem dos fenômenos das fases da Lua e dos eclipses. Com isso, o saber a ensinar foi desenvolvido, pelo docente, para que fosse aplicado em sala de aula transpondo-se, didaticamente, no saber ensinado.

Para Rodrigues et al (2005), o professor não é dono do conhecimento, mas ele é uma espécie de facilitador, mediador da aprendizagem, pois o aluno não é um mero receptor, é um agente ativo que constrói o conhecimento.

No nosso trabalho, com a utilização do modelo didático (sistema Terra-Lua-Sol), fizemos uso da transposição didática e construímos uma forma de fazer com que o conhecimento do saber a ser ensinado, que é diferente do saber a ensinar, chegasse aos nossos alunos. Essa transformação do conhecimento científico em conhecimento escolar – para ser ensinado pelos discentes e aprendido pelos docentes – significa fazer seleção e inter-relação do conhecimento acadêmico, adequando-os às possibilidades cognitivas dos alunos. Chevallard, Y. (1991), comenta que o ensino de um determinado elemento do saber só será possível se esse elemento sofrer certas “deformações” para que esteja apto a ser ensinado.

Capítulo 4

O Produto Educacional

O produto educacional é composto de uma unidade didática com 4 planos de aula, roteiro, atividades com questões de conhecimentos prévios e questões para manipulação do modelo didático experimental que representa o sistema Sol-Terra-Lua.

4.1. Modelo didático

O nosso produto educacional consiste de uma unidade didática que utiliza um modelo didático (figura 4.1). Esse modelo representa o sistema Sol-Terra-Lua e pode ser utilizado para explicar os fenômenos das fases e os eclipses. Neste modelo, o Sol é representado por uma lâmpada dicróica de 50 W sustentada por uma haste metálica flexível de um abajur. A luminosidade do Sol é controlada por um dimmer. A Terra é representada por uma bolinha de isopor de 100 mm de diâmetro apoiada em um suporte de arame de 3 mm de diâmetro que serve de eixo para a Terra. Esse eixo é inclinado em relação à órbita da Terra e, preso a este eixo está o eixo da Lua que não está no mesmo plano da Terra. A Lua é representada por uma bolinha de isopor de 30 mm, apoiado em um suporte de arame flexível de 1,5 mm de diâmetro que serve de eixo para a Lua. Tudo é montado numa base retangular de madeira, pintada de preto, com um furo no centro para que o modelo didático possa ser apoiado e transportado.

O produto foi construído fora de escala, ou seja, os tamanhos dos astros e as distâncias utilizados no nosso recurso didático não mantêm as mesmas proporções em relação aos valores observados nestes fenômenos astronômicos.

O motivo pelo qual o sistema Terra-Lua-Sol está fora de escala é torná-lo prático para transportá-lo e também para manipulá-lo em sala de aula. Para termos uma noção, se fôssemos construí-lo em escala de (1 cm:1.000.000 km), iríamos precisar de uma distância entre Sol e Terra, no experimento, de 1,5 m para representar os 150.000.000 km, aproximadamente, que separam, na realidade, o Sol da Terra. Por outro lado, se usássemos a mesma escala citada

acima, a distância Terra-Lua ficaria muito pequena no experimento (aproximadamente 0,384 cm, o que seria impossível de representar em nosso modelo didático).

A figura 4.1 mostra os diâmetros do Sol, da Terra e da Lua. Para ficar mais fácil o entendimento, vamos diminuir o tamanho do Sol para 1 m de diâmetro, ficando do tamanho de uma “bola grande”. A Terra ficará com um diâmetro de 9,15 mm (dimensões de um grão de feijão) e a sua distância em relação ao Sol seria de, aproximadamente, 107 m. A Lua ficará com um diâmetro de 2,5 mm e a sua distância em relação à Terra, será de 0,28 m.

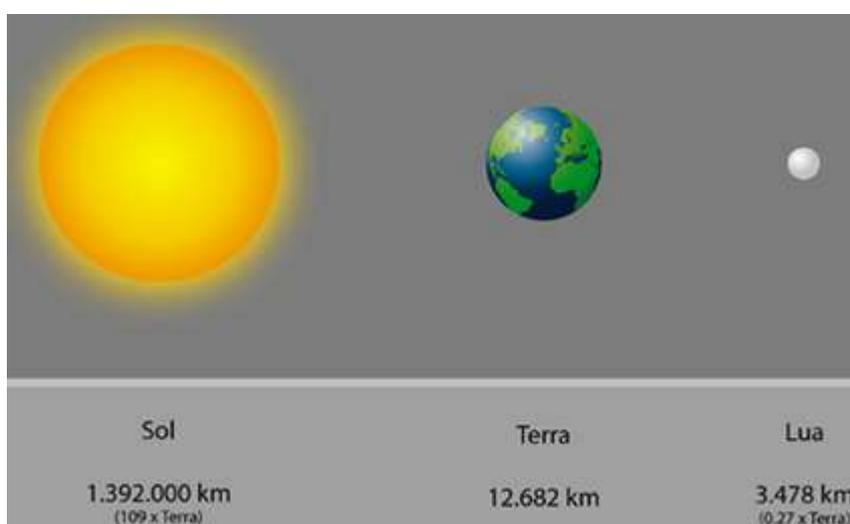


Figura 4.1. Diâmetros do Sol, Terra e Lua. Disponível em: <https://www.picofisicos.wikispaces.com>. Acesso em: 26 mar. 2016.

Neste capítulo, vamos mostrar as etapas da construção do nosso modelo didático. Fizemos algumas modificações em relação à proposta original do planetário de Orrery. A novidade é que pusemos uma base retangular de madeira para deixar o experimento montado e pintamos com tinta preta para diminuir a reflexão da luz. Instalamos um dimmer, o que não havia no modelo original de Orrery, para controlar a luminosidade da lâmpada. A distância Terra-Sol foi alterada em nosso modelo didático o que não ocorre no modelo proposto por Orrery.

No experimento original, ele deve ser fixado na borda de uma mesa ou de um birô. Da maneira como montamos, não precisa em cada sala de aula ter

que fixá-lo e depois desmontá-lo para poder transportá-lo. Com a base, a questão da mobilidade ficou melhor.

Esse trabalho mostra o potencial didático desse produto educacional para ensinar aos alunos os fenômenos da formação das fases da Lua e dos eclipses. Este modelo didático foi utilizado e testado durante as aulas. Utilizado de maneira dinâmica e participativa, ele fez com que os alunos visualizassem realmente os fenômenos das fases da Lua e dos eclipses semelhantes aos que ocorrem na natureza.

O objetivo do nosso produto educacional é utilizar o modelo didático para demonstrar como ocorrem os eclipses e as fases da Lua.

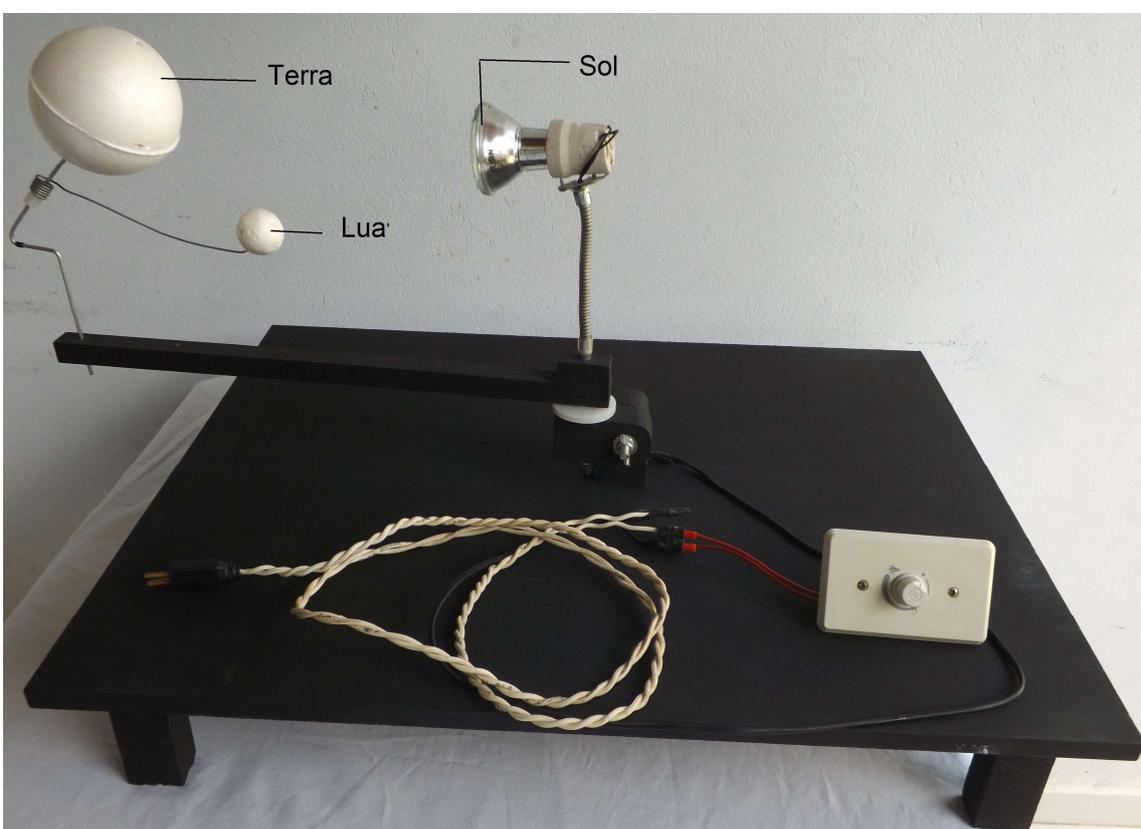


Figura 4.2. Modelo didático experimental representando o sistema Sol-Terra-Lua.

A figura 2.17 da página 45 serviu como referência para construirmos o nosso modelo didático. Fizemos algumas modificações e adaptações para que chegássemos ao que está mostrado na figura 4.2. O motivo dessas modificações é que o nosso trabalho tem como foco a explicação dos fenômenos das fases da Lua e dos eclipses. Na figura 4.2, que representa o nosso modelo didático construído, resolvemos deixá-lo fixado no centro da base de madeira para evitar o uso da extremidade de uma mesa ou de um birô em sala de aula. Direccionamos

a lâmpada, que representa o Sol, para a Terra e a Lua. Para isso, usamos a estrutura de um abajur para a lâmpada ser instalada. Fizemos 5 furos no braço horizontal para que pudéssemos variar a distância Terra-Sol. Diferente do que está na ilustração da figura 2.17, que tem um único furo. Fazendo parte das adaptações, instalamos um dimmer para variarmos a intensidade da lâmpada dicróica que representa o Sol.

A figura 4.3 mostra o nosso modelo didático desmontado e as peças identificadas por números, de acordo como citado na lista de materiais.

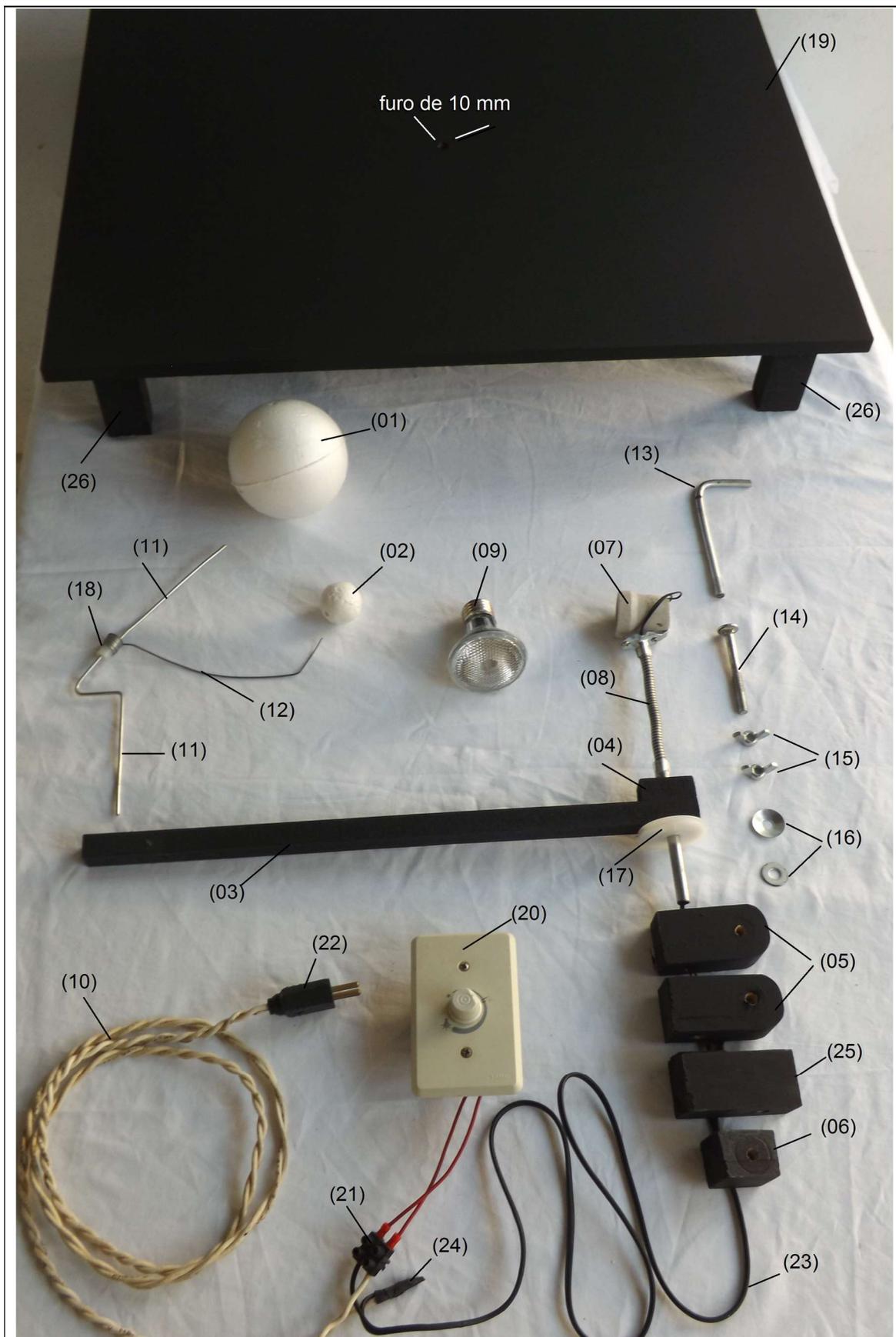


Figura 4.3. Modelo didático desmontado, com a identificação numérica de cada peça, de acordo com a lista de material.

Com a cotação do dólar do mês de março de 2016, a R\$ 3,596⁷, o modelo didático custará, em média, algo em torno de US\$ 29,20, sendo, US\$ 8,34 para a lista de material, tirando os itens de madeira. O custo com o torneiro mecânico para fabricação do disco plástico e do tarugo foi de US\$ 5,96. Já o marceneiro, cobrou US\$ 8,34 pelas peças de madeira, com os devidos furos nas peças e a tábua retangular, que serve de apoio para o modelo didático. Por último, o dimmer rotativo que custou US\$ 6,95.

4.2. Lista de Material

A numeração desta lista de material está na figura 4.3, identificada em cada peça. Não está na figura 4.3 a cola branca e a fita isolante.

- 01- uma bola de isopor de Ø100 mm.
- 02- uma bola de isopor de Ø30 mm.
- 03- um pedaço de madeira de 20 mm x 20 mm x 450 mm.
- 04- um pedaço de madeira de 20 mm x 20 mm x 40 mm.
- 05- dois blocos de madeira de 80 mm x 40 mm x 30 mm arredondados em uma de suas extremidades.
- 06- um bloco de madeira de 30 mm x 30 mm x 40 mm.
- 07- um soquete para lâmpada de abajur.
- 08- 24 cm de tubo de 3/8" para abajur (tem rosca para fixar o soquete).
- 09- Uma lâmpada dicróica de (50 W - 220 V).
- 10- 1,5 m a 2 m de fio duplo flexível para ligar o Dimmer ao plugue elétrico.
- 11- um pedaço de arame duro de 3 mm de diâmetro.
- 12- um pedaço de arame de 1,5 mm de diâmetro.
- 13- uma haste de 5/16" para fixação de telhas.
- 14- um parafuso francês de 5/16" x 3".
- 15- duas porcas borboleta de 5/16".
- 16- duas arruelas 5/16".
- 17- um disco de metal ou plástico de Ø50 mm x 5 mm com furo central de 10 mm.
- 18- um pedaço de metal ou plástico de Ø10 mm com 10 mm de comprimento (tarugo com furo interno de Ø3 mm) para fazer o mancal da órbita da Lua.
- 19 uma tábua de (70 mm x 55 mm) com um furo de Ø10 mm no centro que servirá de base para montar o modelo didático.
- 20- um dimmer rotativo, dispositivo usado para variar a intensidade luminosa da lâmpada, de especificação: (220 V – 400 W). O Dimmer pode ser comprado em qualquer loja de materiais elétricos.

⁷ Fonte THOMSON REUTERS.

- 21- conector para instalar o dimmer ao soquete da lâmpada, esse conector já vem ligado ao dimmer.
- 22- Um plugue elétrico.
- 23- 80 cm de fio duplo para ligar o soquete da lâmpada ao Dimmer.
- 24- Emenda de um dos fios do soquete da lâmpada a um dos fios que está ligado o plugue.
- 25- Um bloco de madeira de 80 mm x 40 mm x 30 mm.
- 26- 4 Blocos de madeira de 100 mm x 40 mm x 30 mm, para fazer os pés da tábua.
- 27- Cola branca.
- 28- Fita isolante.

Precisamos de ferramentas para auxiliar no trabalho de montagem do modelo didático experimental.

4.3. Ferramentas

- ✓ Furadeira elétrica.
- ✓ Martelo.
- ✓ Alicates.
- ✓ Serra para ferro.
- ✓ Brocas de Ø 3 mm e Ø 10 mm.
- ✓ Chave de fenda pequena para prender os fios ao conector do dimmer, com também, ao plugue elétrico e ao soquete da lâmpada.
- ✓ Transferidor, régua.

Agora, iremos mostrar os passos para a montagem do modelo didático experimental. Na etapa **C**, foi necessário o trabalho de um torneiro mecânico para produzir o tarugo. Levamos para ele o esquema da figura 4.7 e foi produzida a peça.

As peças como parafuso: arruelas, arames e brocas, podem ser compradas em lojas de ferragem. Madeiras compradas de marceneiro. As bolas de isopor e cola, em papelarias. Lâmpada, soquete, fios, plugue e dimmer podem ser comprados em lojas de material elétrico.

4.4. Montagem do modelo didático.

A- Usar a bola de isopor (01) para representar o globo terrestre. Use a bolinha (02) para representar a Lua. Faça um furo de 3 mm unindo os polos da "Terra".

Esse furo é feito com o próprio arame que representa o eixo da Terra. Ver figura 4.4.

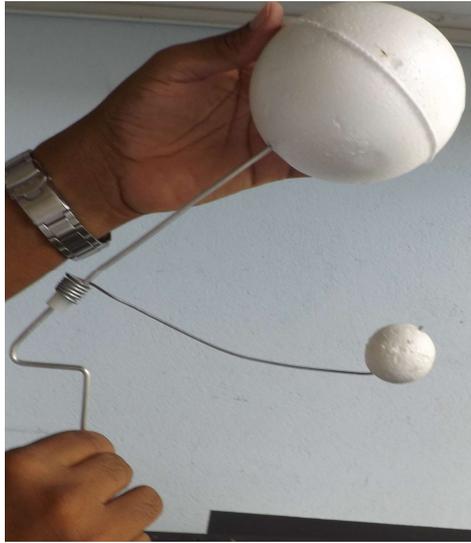


Figura 4.4. Bolas de isopor que representam a Terra e a Lua sendo furadas.

B- Colar, com cola branca, as peças (04) numa das extremidades da peça (03). Depois de secar a cola, faça um furo de 10 mm de diâmetro no meio do bloco (04), atravessando as duas peças. Como mostra o detalhe na figura 4.5.



Figura 4.5. No detalhe, a peça (04) colada a uma das extremidades da peça (03).

C- A 50 cm, 52 cm, 54 cm, 56 cm e 58 cm, da outra extremidade da peça (03), a que aparece destacada na figura 4.5, fizemos 5 furos para que pudéssemos ter distâncias variáveis entre o “Sol” e a “Terra”. Esses furos são de 3 mm para passar o eixo do globo. Ver detalhe na figura 4.6.



Figura 4.6. Detalhe de uma das extremidades da peça (03) com 5 furos de \varnothing 3 mm.

D- Usando o tarugo (18), faça um mancal para o suporte da "Lua". Para fazer o tarugo, use um pedaço de tábua e uma peça de $\text{Ø}20$ mm como gabarito. Fure o tarugo com um ângulo de 79° em relação à base, (ver figura 4.7, detalhe do lado esquerdo), com uma broca de $\text{Ø}3$ mm conforme ilustrado.

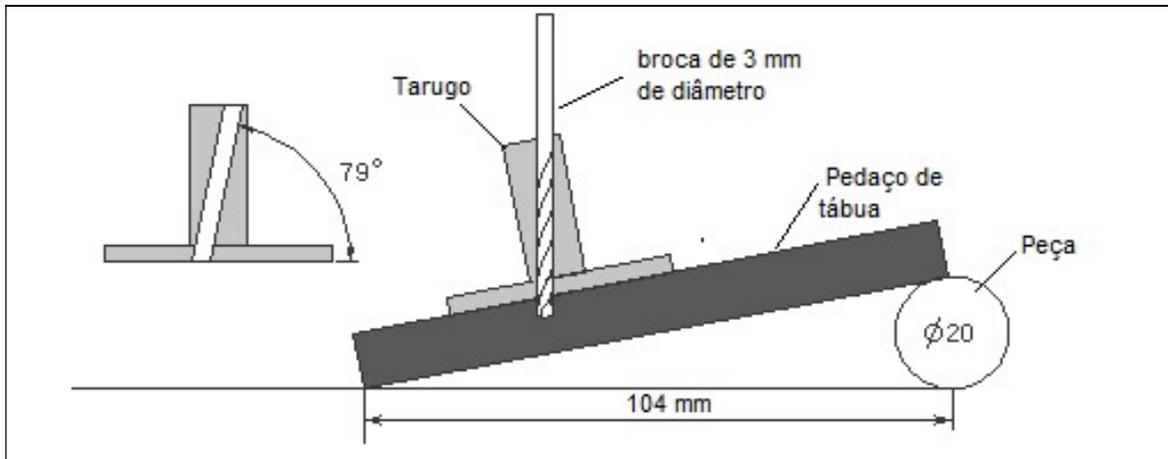


Figura 4.7. Ilustração modificada para construção do mancal que vai servir para montar a órbita da Lua. Disponível em: http://www.observatorio-phoenix.org/k_ensaios/24_k01.htm.

E- Usando o arame mais grosso (11), faça uma peça conforme a figura 4.8. Dobre cuidadosamente os ângulos (figura 4.7), usando um transferidor ou o próprio desenho como base. Estes ângulos nos darão a inclinação do eixo da Terra e o mancal tem um ângulo um pouco exagerado para simular a inclinação da órbita da Lua. Em seguida, enrole o arame fino (12) sobre o mancal formando o eixo da órbita da "Lua". Corte o arame deixando uma haste de 15 cm. Dobre 4 cm da ponta para fixar a "Lua" (02). Entorte o arame fino de modo que o meio da "Lua" fique na direção do plano do equador da "Terra", quando o mancal estiver na posição perpendicular ao desenho. No nosso modelo didático, a distância Terra-Lua e Sol é de 58 cm.

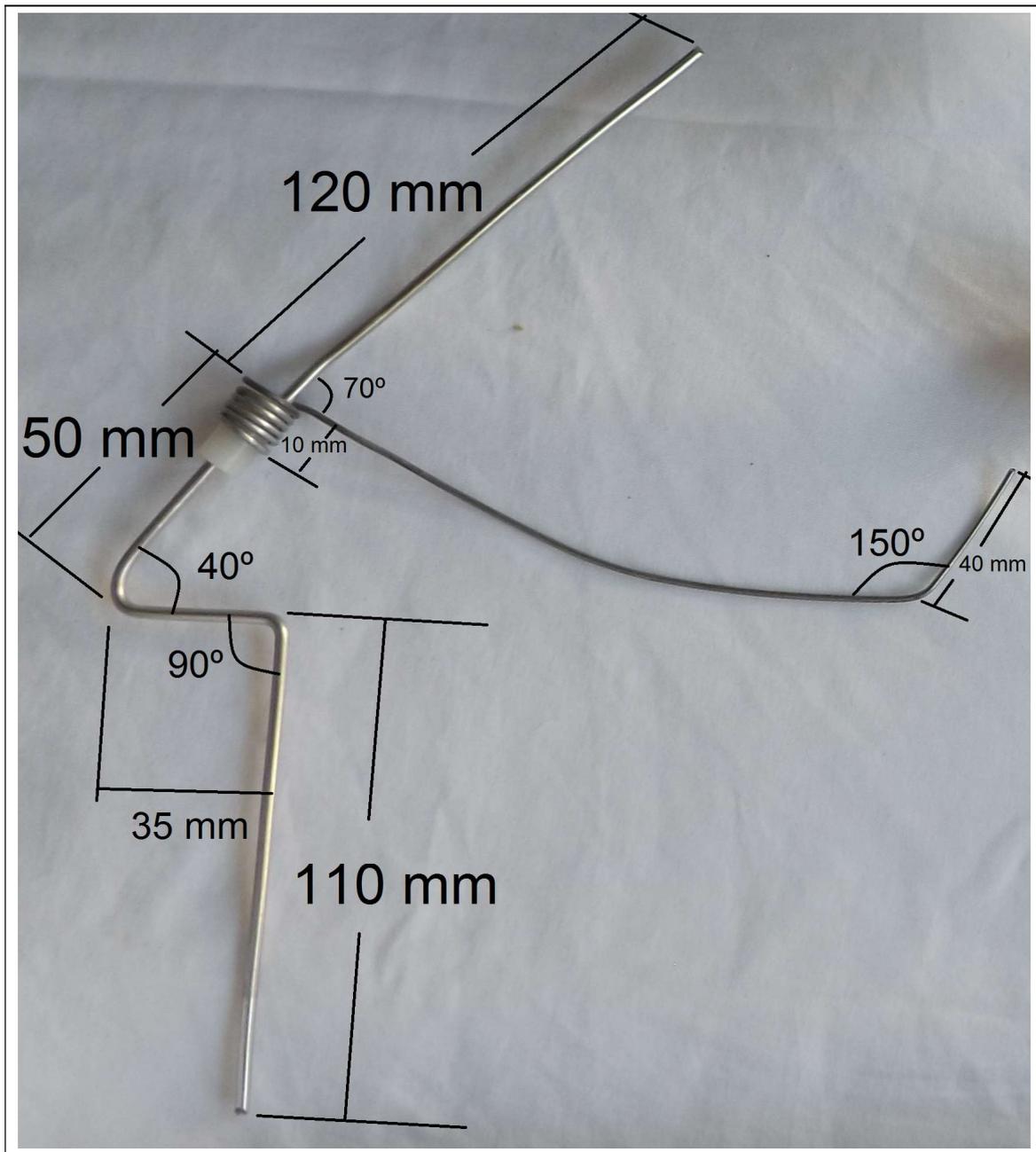


Figura 4.8. Ilustração modificada para construção do eixo da terra e que receberá a órbita da Lua. Disponível em: http://www.observatorio-phoenix.org/k_ensaios/24_k01.htm.

F- Fure os blocos (05), (desenho no lado esquerdo da figura 4.9) e, arredonde um dos lados, conforme o esquema.

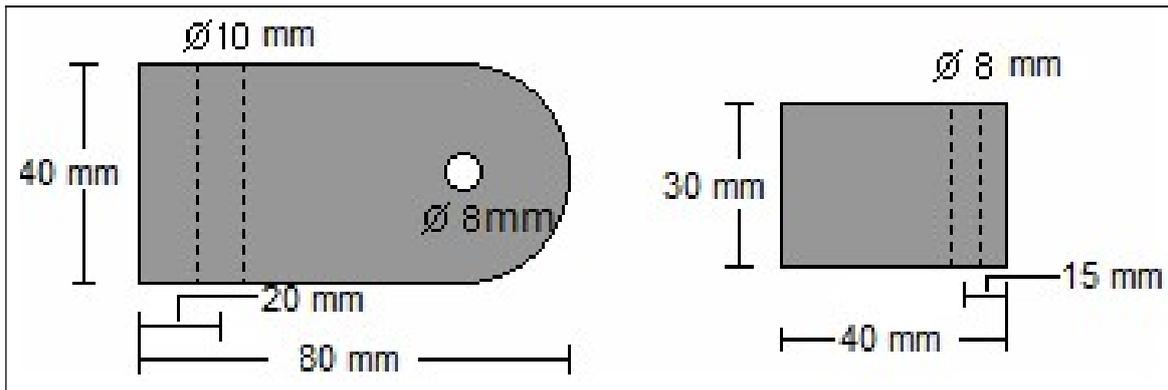


Figura 4.9. Ilustração modificada para fazer o arredondamento em um dos lados dos blocos (05), à esquerda na figura e o furo no bloco (06), à direita na figura.

Disponível em: http://www.observatorio-phoenix.org/k_ensaios/24_k01.htm.

G- Fure os blocos (06) e (25) para fazer o mordente. Mordente, são esses dois blocos que irão fixar o experimento no centro da base de madeira. Devemos passar a haste (13) pelos dois blocos e, em seguida, colocar uma arruela (16) e uma porca borboleta (15), conforme a figura 4.10.

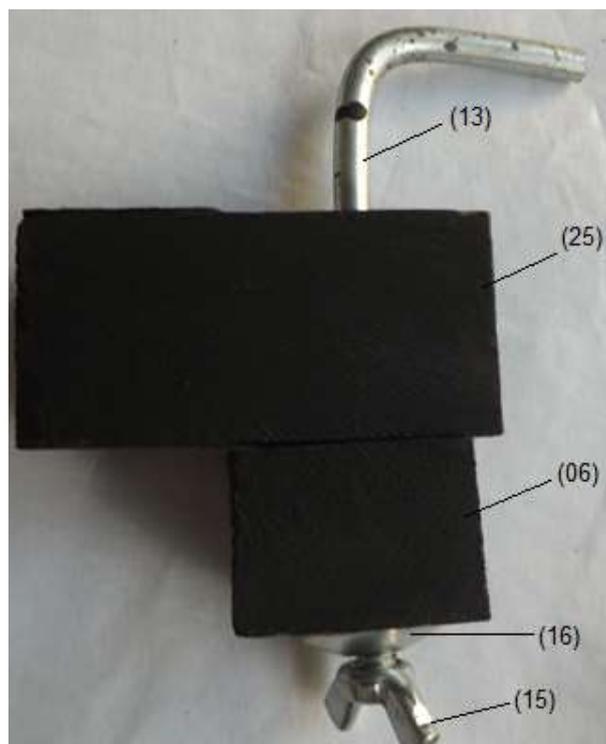


Figura 4.10. Mordente montado para fixação do modelo didático na base de madeira.

A figura 4.11, mostra o mordente sendo fixado no centro da base de madeira.

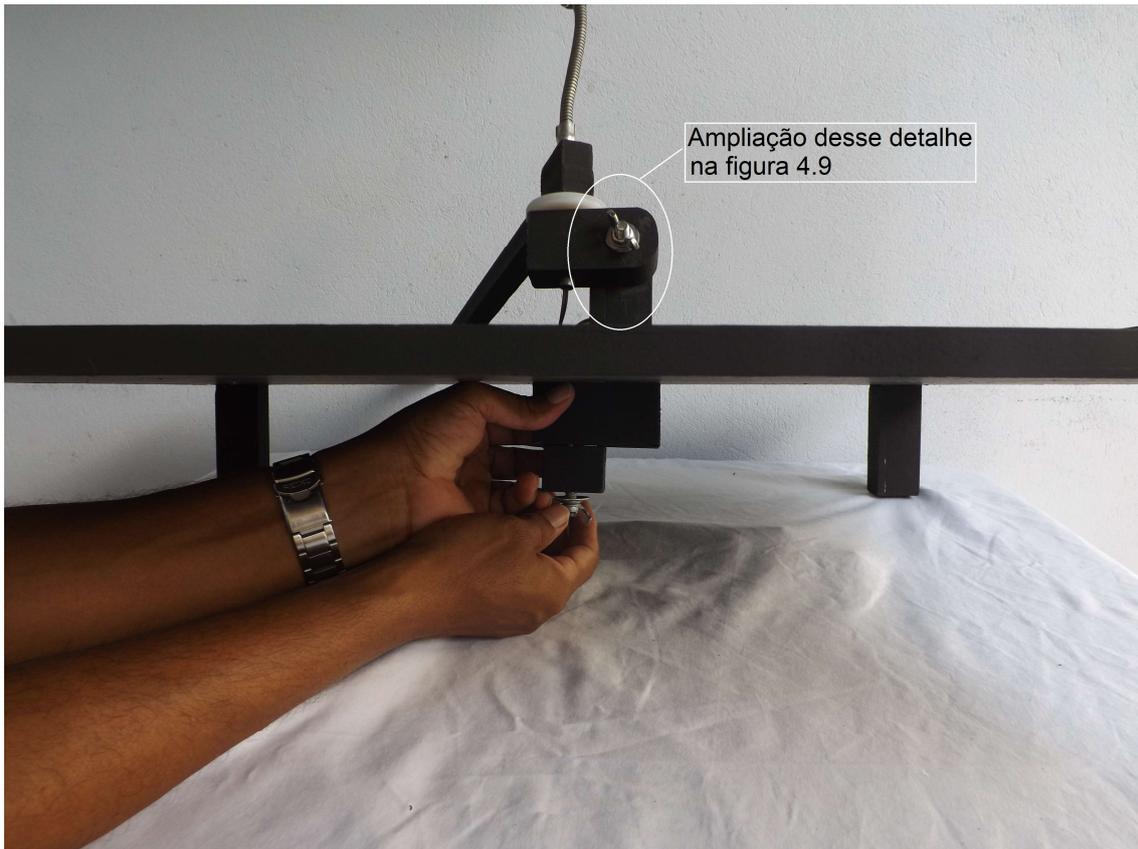


Figura 4.11. Mordente sendo preso à base de madeira.

A figura 4.12, mostra o detalhe da peça montada que fica acima da base de madeira presa pelo mordente. O furo de 8 mm é para encaixar a parte dobrada da haste (13) do mordente e assim fixar o conjunto na base.

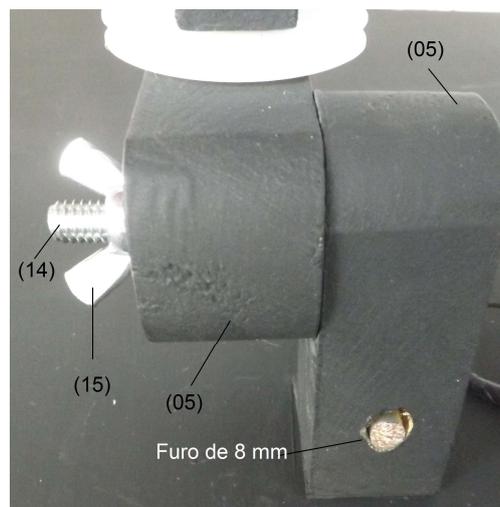


Figura 4.12. Mostra a ampliação do detalhe da peça que fica acima da base de madeira numa vista lateral.

H- Meça 11,5 cm a partir do final da rosca da haste⁸ (13) e corte. Dobre 4 cm na ponta em angulo de 80°, como mostra a figura 4.13.

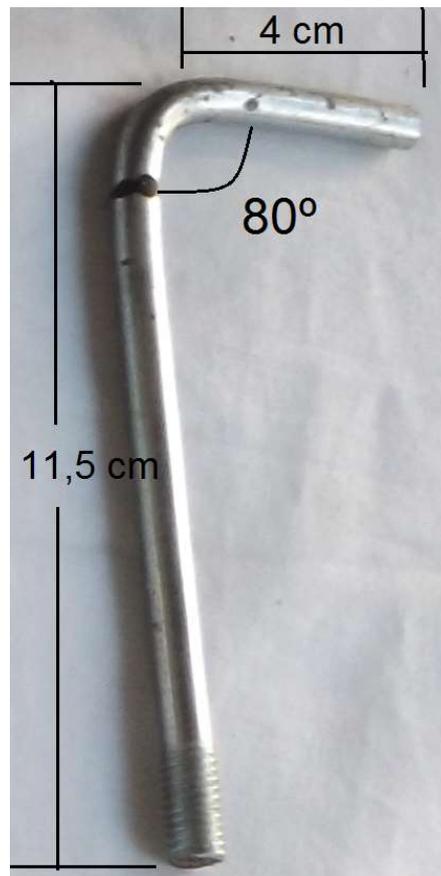


Figura 4.13. Haste dobrada.

I- Encaixe a barra (03) no tubo (a barra deve girar livremente) e rosqueie o soquete na ponta. Passe o fio por dentro do tubo e faça as ligações necessárias. Cuidado na hora de montar o soquete para não torcer os fios que podem provocar uma sobrecarga, conhecido como “curto-circuito”! Monte o plugue e instale o dimmer nos fios (a 150 cm do plugue) com o mesmo cuidado. Instale a lâmpada e teste. A posição botão do dimmer ficou melhor para a luminosidade da lâmpada que representa o sol é a indicada pela seta na figura 4.14.

⁸ As hastes para fixação de telhas são facilmente encontradas em lojas de ferragens, e também, em lojas de material de construção e são fornecidas retas e com tamanhos variados. Essa, do nosso experimento tinha 20 cm de comprimento.

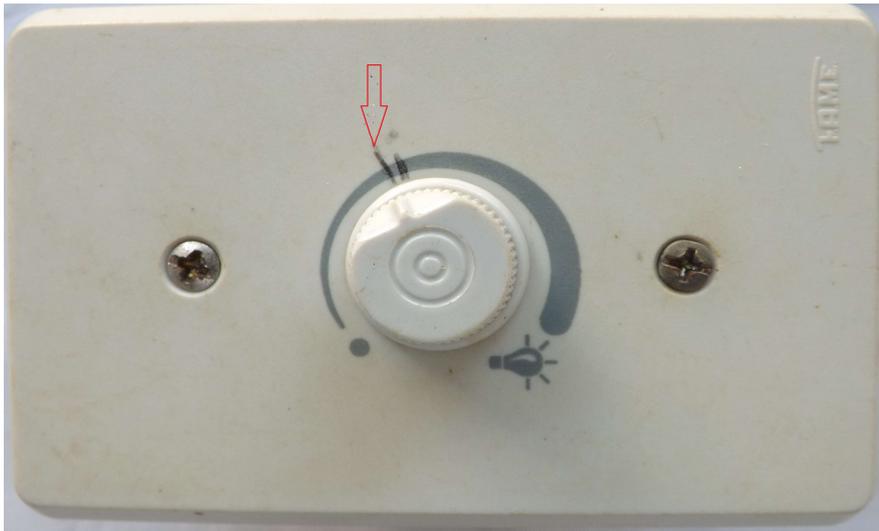


Figura 4.14. A seta indica a melhor posição para a luminosidade da lâmpada.

Capítulo 5

Metodologia e Resultados

O produto Educacional foi aplicado em uma turma do Ensino Médio, turno noturno, do CEJA, Centro de Educação de Jovens e Adultos Professor Felipe Guerra, em Natal/RN. A turma aqui chamada de “Turma X”, corresponde ao terceiro ano do ensino médio. Nesta turma, 14 alunos participaram da aplicação do produto. Temos então, um espaço amostral de 14 alunos. A aplicação do produto ocupou uma aula de 50 minutos. Na unidade didática (apêndice A), mostramos o cronograma das aulas.

5.1. Aplicação do Produto Educacional

A aplicação da nossa proposta aconteceu por meio de questões de concepções alternativas dos alunos e questões que foram respondidas pelos alunos com a manipulação do modelo didático (figura 4.2). As questões estão na unidade didática (apêndice A), disponibilizadas como atividade 1 e atividade 2.

Para fazermos uma avaliação do nosso produto educacional, elaboramos um questionário que foi aplicado em dois momentos. Depois de ser ministrado o conteúdo dos princípios da propagação retilínea da luz e suas aplicações, aplicamos o pré-teste. Após as resoluções das questões envolvendo os fenômenos das fases da Lua e dos eclipses, aplicamos o pós-teste. Este questionário foi composto de 10 questões de múltipla escolha com opções de respostas da letra A à letra E (questões objetivas). Em algumas questões estavam implícitas as concepções prévias sobre os fenômenos das fases da Lua e dos eclipses.

O título da atividade em forma de pergunta tem a intenção de fazer com que no decorrer da atividade, o aluno adquira alguns conceitos e informações que façam com que ele responda à pergunta, ao mesmo tempo que participa de práticas com o modelo didático, o que ajuda no seu desenvolvimento cognitivo.

Antes de iniciar as perguntas a respeito das fases da Lua e dos eclipses, é interessante conhecer as concepções prévias dos alunos, que são as respostas que eles darão à pergunta inicial. O professor, ao conhecer as

concepções prévias dos estudantes, poderá confrontá-las com as concepções cientificamente aceitas e perceber onde estão as limitações daquelas concepções. O docente deverá tomar o máximo de cuidado ao comparar as concepções prévias dos alunos com as concepções científicas para não apresentar uma noção distorcida da ciência. Além disso, o professor não deve impor as concepções científicas aos alunos.

Depois de ouvir as concepções prévias dos alunos e anotá-las no quadro da sala de aula, iniciamos a prática (manipulação do modelo didático pelos alunos) para que pudessem responder a uma sequência de perguntas que ajudam no entendimento dos conceitos e introduzem o conteúdo de forma gradual. Para responder as perguntas, a turma foi dividida em grupos: 2 grupos de 4 alunos e 2 grupos de 3 alunos. Tudo isso, para que houvesse interação entre eles. Os 4 grupos foram chamados à frente, um a um, para manipularem o modelo didático e responderem as questões propostas. Neste momento, o professor atua como um orientador, enquanto os alunos buscam as respostas. É importante que o professor não dê respostas prontas.

Num segundo momento, cada grupo expôs suas respostas, o seu entendimento e a troca de ideias entre eles contribuiu para a construção do conhecimento acerca das fases da Lua e dos eclipses. E esse momento foi finalizado com o professor aproveitando parte do que os alunos responderam e fazendo os comentários, de maneira científica, sobre os fenômenos estudados.

Na turma X, o pré-teste foi aplicado sem que houvesse nenhuma explicação prévia sobre os assuntos abordados no questionário. Foi gasto um tempo de 50 minutos, correspondente a um horário de aula, para que os alunos respondessem às questões.

Também, durante a aplicação do pós-teste, não foi dado nenhum esclarecimento sobre as questões contidas no pós-teste. O pós-teste foi igual ao pré-teste. As questões utilizadas nos dois testes foram as mesmas. Antes de aplicarmos o pós-teste, foi trabalhado o conteúdo sobre as fases da Lua e os eclipses com o modelo didático sendo manipulado pelos alunos para que pudessem responder às perguntas propostas na unidade didática e o professor

fez o fechamento tirando as dúvidas que ainda existiam. Para a aplicação do produto foram gastos dois horários de 50 minutos.

Aplicamos o pós-teste na Turma X. Usamos o tempo de uma aula, 50 minutos, para que os alunos respondessem às mesmas questões que responderam no pré-teste.

5.2. Relato da Atividade 1: Por que ocorrem as fases da Lua?

Essa atividade foi muito interessante. Além de apresentarem as concepções prévias, os alunos também revelaram já terem ouvido crenças populares a respeito das fases da Lua e falaram algumas.

O professor pediu para que os alunos respondessem às perguntas: “Por que ocorrem as fases da Lua?” e “Quais as influências das fases da Lua na vida das pessoas?”. Os alunos se pronunciaram. Foi uma “chuva” de concepções prévias, que foram anotadas no quadro, pelo professor. Algumas respostas para as fases da Lua foram:

- ✓ “Não sei o porquê”;
- ✓ “Porque a Lua leva um dia inteiro para girar em volta da Terra”;
- ✓ “Depende da posição dos raios do Sol na Terra, a Terra pode fazer sombra na Lua”;
- ✓ “Com o movimento da Terra, ela projeta a sua sombra na Lua provocando as fases”;
- ✓ “Depende da iluminação do Sol na Lua para as fases da Lua aparecer”;
- ✓ “Com o movimento de giro da Terra, aparece as fases da Lua. Nova; decrescente, crescente e cheia”.

Durante o levantamento das concepções prévias, os alunos comentaram a influência da Lua na vida das pessoas:

- ✓ No crescimento do cabelo: cortar o cabelo na fase de Lua crescente faz ele crescer mais rápido;
- ✓ Eles falaram que, no interior, a quantidade de pintos que nasciam quando a galinha chocava seus ovos dependia de certa fase da Lua;

- ✓ Os estudantes também afirmaram que o plantio e a colheita e o desenvolvimento das plantações também seriam influenciados pela fase da Lua;
- ✓ Eles também disseram que a fase da Lua influencia no comportamento das pessoas.

Depois, os estudantes foram convocados a formarem seus grupos para fazerem a atividade prática e tentarem entender as fases da Lua, respondendo às perguntas usando o modelo didático experimental.

Durante a atividade, desligamos as lâmpadas da sala de aula, fechamos as janelas e a porta para que não houvesse entrada de luz na sala de aula. Com isso, pôde-se observar a bola de isopor, na figura 5.1, que representa a “Lua”, iluminada pela lâmpada, modificar a aparência à medida que ela girava em torno da outra bola de isopor que representa a “Terra”.

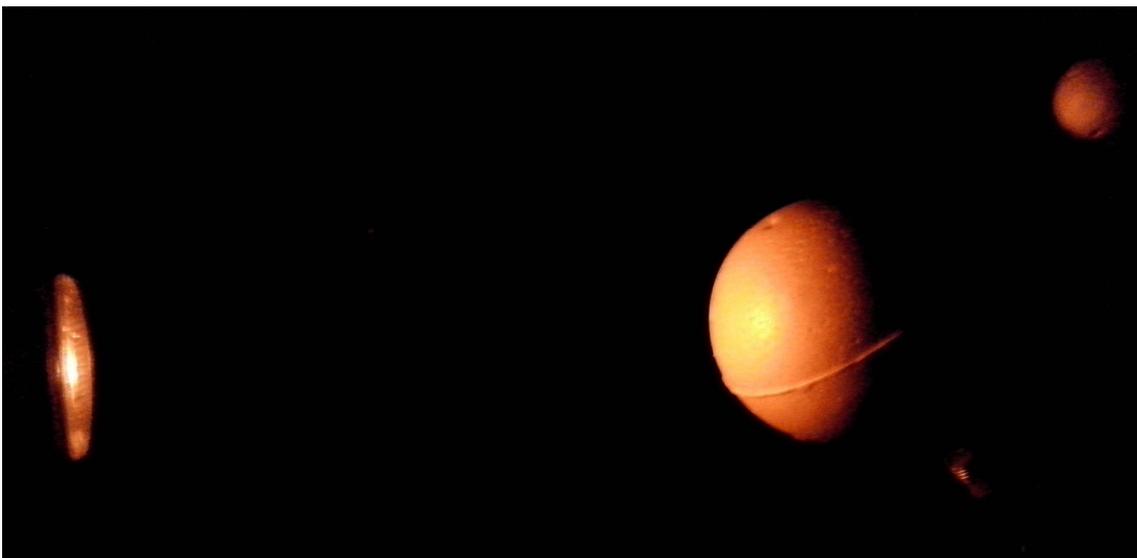


Figura 5.1. Fase de Lua Cheia representada pelo nosso modelo didático.

Os alunos estavam muito curiosos e motivados durante às aulas. O assunto foi muito instigador. Ficamos espantados com a eloquência de alguns dos alunos quando falaram sobre as crenças populares acerca das influências das fases da lua na vida das pessoas. Tivemos bastante cautela para intermediar o pensamento dos alunos com as suas concepções prévias e o conhecimento científico.

5.3. Relato da atividade 2: Por que ocorrem os eclipses?

O objetivo dessa atividade foi evidenciar para os alunos que os eclipses da Lua e do Sol são fenômenos que ocorrem devido a uma interposição dos corpos celestes Sol-Terra-Lua. Outro objetivo da atividade era identificar as fases da Lua para que os eclipses aconteçam e em quais regiões da Terra eles podem ser vistos.

Iniciamos a atividade 2 lendo para os alunos as perguntas referentes às concepções prévias sobre os eclipses. “Você faz ideia de por que os eclipses acontecem? Que objeto celeste projeta a sua sombra na Lua quando ocorre o eclipse total da Lua? E que objeto celeste projeta a sua sombra na Terra quando ocorre o eclipse do Sol? ”. Demos um tempo para que eles pensassem e as respostas sobre o eclipse solar foram surgindo. Listamos algumas abaixo:

- ✓ “Por que os astros precisam se alinhar”;
- ✓ “É a sombra da Lua na Terra”;
- ✓ “É um tipo de nuvem que cobre o Sol deixando ele escuro”.

Para o eclipse lunar, os alunos apresentaram as respostas a seguir:

- ✓ “Um certo tipo de nuvem cobre a Lua”;
- ✓ “Quando a Terra se aproxima da Lua fazendo sombra nela”;
- ✓ “Deve ser outro planeta ficando na frente da Lua”.

Fizemos, no quadro, a anotação das respostas das concepções prévias dos alunos. Logo depois, o professor informou aos alunos que eles iriam manipular o modelo didático mais uma vez. Agora, para estudar os eclipses.

Dois alunos perguntaram sobre o período de ocorrência dos eclipses e, respondemos, baseados em Oliveira e Saraiva (2013), *“que em um ano, acontecem no mínimo dois eclipses, sendo os dois solares, e no máximo sete eclipses, sendo cinco solares e dois lunares ou quatro solares e três lunares”*. O encerramento do conteúdo aconteceu quando fizemos uma demonstração usando o modelo didático experimental. Nessa demonstração, movimentamos a “Lua” em torno da “Terra”, mostrando que, em determinadas posições, que

correspondem a maior parte do ano, os astros envolvidos nos fenômenos não se alinham devido, principalmente, à inclinação da órbita da Lua em relação à órbita terrestre. Também mostramos em que posições esse alinhamento acontece. Em relação a raridade de se ver um eclipse solar comparado com o lunar, falamos que as pessoas que estão nas regiões da Terra atingidas pela sombra da Lua é que irão observar o eclipse solar. Figura 5.2.

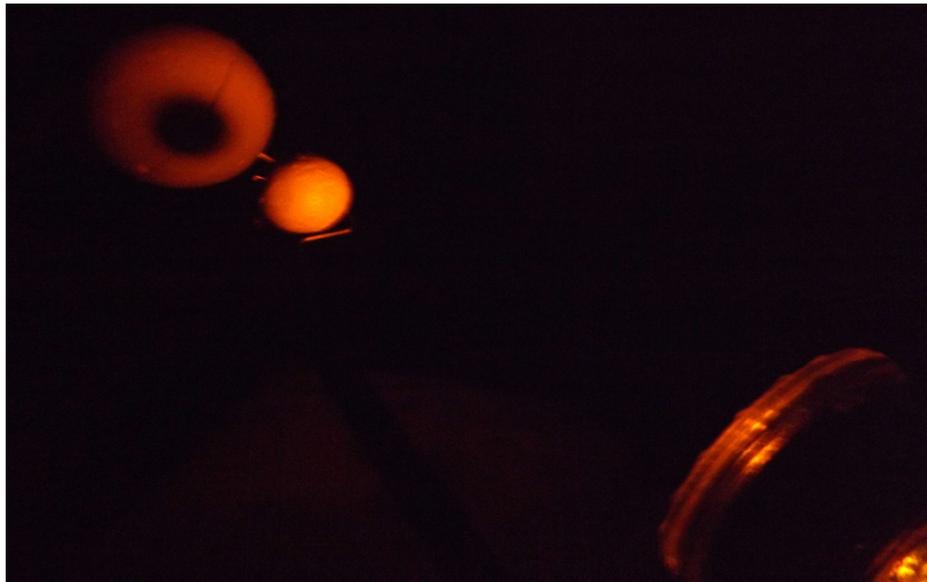


Figura 5.2. Representação do eclipse solar no modelo didático.

Estas duas atividades foram realizadas após a aplicação do pré-teste, e foi de muito proveito para o aprendizado dos alunos, que puderam dizer o que pensavam acerca dos fenômenos das fases da Lua e dos eclipses. Entretanto, por ser uma atividade prática e ter acontecido em um ambiente escuro, gerou ansiedade em alguns grupos enquanto aguardavam a vez. Nós tivemos paciência e sabedoria para orientá-los.

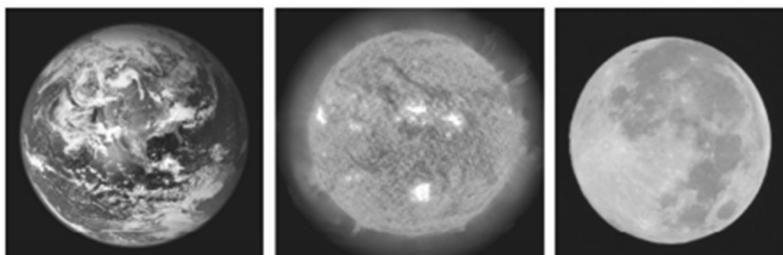
Nas aulas de introdução à Óptica Geométrica, percebíamos que havia interesse dos alunos quando falávamos de ano-luz, dos princípios da Óptica e, principalmente, do princípio da propagação retilínea da luz. Os estudantes também tinham muito interesse nas evidências desse princípio, tais como a sombra, penumbra, câmara escura de orifício e eclipses. Essas evidências e a curiosidade dos alunos fizeram com que desenvolvêssemos esse trabalho com uma visão mais detalhada dos fenômenos das fases da Lua e dos eclipses.

5.4. Análise das questões e dos resultados

Vamos fazer uma análise detalhada das questões objetivas propostas no questionário e depois analisaremos as respostas, considerando o pré-teste e o pós-teste, através de gráficos.

Enunciado da QUESTÃO 01

Se você ordenar do menor para o maior os astros das fotos a seguir, que sequência irá obter? (O tamanho dos astros está fora de escala).



Terra

Sol

Lua

Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/969240/DLFE-209207.pdf/1.0>

- A) Sol, Lua e Terra.
- B) Terra, Sol e Lua.
- C) Lua, Terra e Sol.
- D) Sol, Terra e Lua.
- E) Terra, Lua e Sol.

Quando pedimos para que os alunos ordenassem a Terra, o Sol e a Lua do menor astro para o maior, pode-se observar no gráfico da figura 5.1 que 2 alunos haviam acertado a resposta no pré-teste. No pós-teste, o número de alunos que acertaram subiu para 11. No entanto, 6 alunos no pré-teste responderam na letra E (Terra, Lua e Sol).

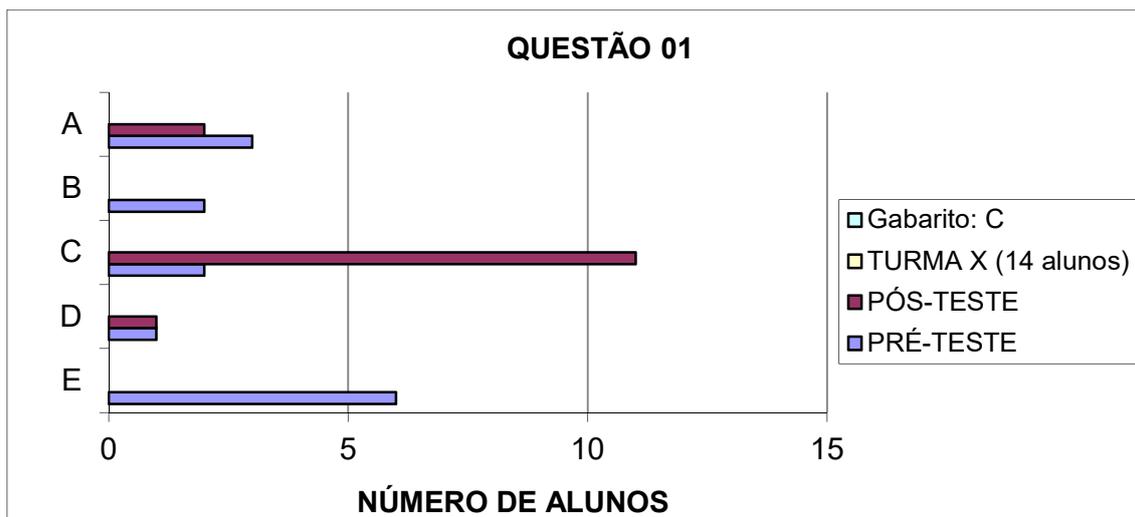


Gráfico 5.1. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre a ordem crescente dos astros.

Alternativa “A”: não vemos nenhuma concepção alternativa. O aluno que assinalou esta alternativa, talvez, não tenha prestado atenção ao enunciado da questão.

Alternativa “B”: está implícita a concepção de que por habitarmos a Terra, a percebemos maior que o Sol, e este, menor que Lua. No entanto, pode ter ocorrido confusão para ordenar os astros do menor para o maior.

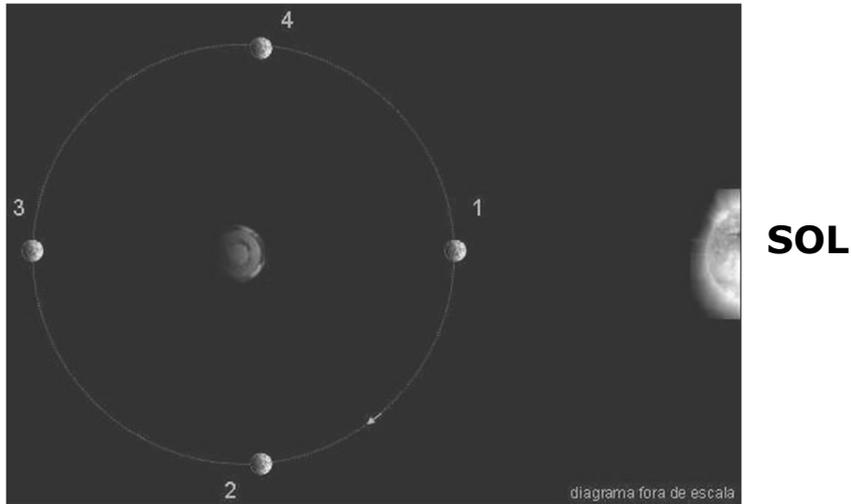
Alternativa “C”: o aluno que assinalou esta alternativa, de fato, prestou atenção no enunciado da questão e tem conhecimento das dimensões dos astros envolvidos na questão.

Alternativa “D”: também não percebemos nenhuma concepção implícita nessa alternativa, tanto que, apenas um aluno assinalou essa opção.

Alternativa “E”: houve a presença de concepções prévias no pré-teste. Por habitar-se a Terra e percebê-la, aparentemente, maior que a Lua, e esta, maior que o Sol, o aluno deve ter sido levado a essa conclusão.

Enunciado da QUESTÃO 02

A figura representa a Lua em diferentes posições de sua órbita ao redor da Terra.



Disponível em: www.ceuaustral.pro.br

As fases da Lua ocorrem em que ordem?

- A) 1. Nova, 2. Minguante, 3. Cheia e 4. Crescente.
- B) 1. Nova, 2. Crescente, 3. Cheia e 4. Minguante.
- C) 1. Cheia, 2. Nova, 3. Crescente e 4. Minguante.
- D) 1. Cheia, 2. Crescente, 3. Minguante e 4. Nova.
- E) 1. Cheia, 2. Minguante, 3. Nova e 4. Crescente

Perguntamos aos alunos se eles sabiam identificar a fase da Lua de acordo com a posição da Lua em relação ao Sol e à Terra. Observamos no gráfico da figura 5.2 que seis alunos acertaram a resposta no pré-teste e oito alunos responderam corretamente no pós-teste. No entanto, tivemos cinco alunos que responderam no pré-teste a letra A. Talvez esse número razoável tenha respondido a letra A por não ter prestado atenção ao sentido adotado para a órbita da Lua, que é o sentido horário.

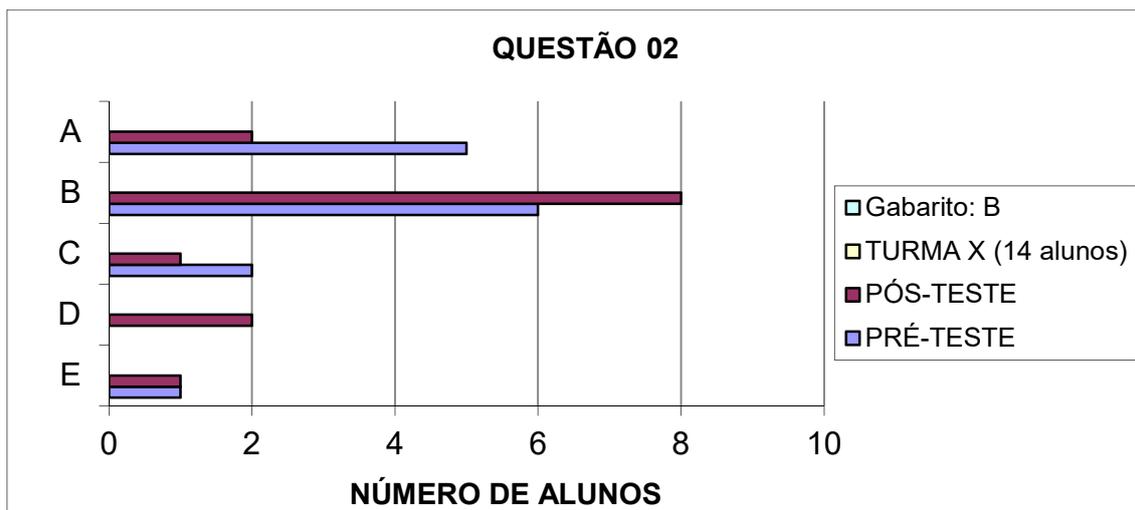


Gráfico 5.2. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre a que se atribui o efeito das fases da Lua.

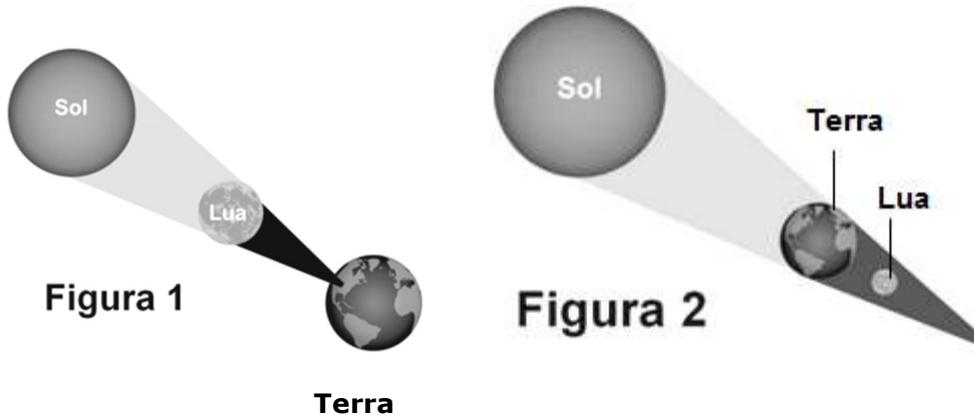
Na **Alternativa “A”**, o aluno que assinalou essa alternativa, talvez, não tenha observado o sentido indicado na figura para a órbita da Lua.

Na **alternativa “B”**, o aluno atentou para o sentido adotado na figura para a órbita da Lua. Então, é possível, a existência de concepção prévia acerca dessas fases da Lua.

Nas **opções “C”, “D” e “E”**, não vemos nenhuma concepção alternativa. Talvez, o aluno que marcou alguma dessas alternativas tenha apenas escolhido uma opção aleatoriamente”.

Enunciado da QUESTÃO 03

As figuras 1 e 2 representam dois eclipses.



Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/969240/DLFE-209207.pdf/1.0>

- A Figura 1 e a Figura 2 representam, nessa ordem,
- A) eclipse terrestre e eclipse lunar;
 - B) eclipse lunar e eclipse terrestre;
 - C) eclipse lunar e eclipse solar;
 - D) eclipse solar e eclipse terrestre.
 - E) eclipse solar e eclipse lunar.

A questão procurava identificar, de acordo com as figuras da questão, se os alunos sabiam os tipos de eclipse total. Percebemos pelo gráfico da figura 5.3, que 5 alunos responderam a letra A no pré-teste, que dizia que os tipos de eclipse total são: terrestre e lunar. No entanto, 7 alunos responderam corretamente essa questão no pós-teste. Observou-se um aumento no número de alunos que acertaram.

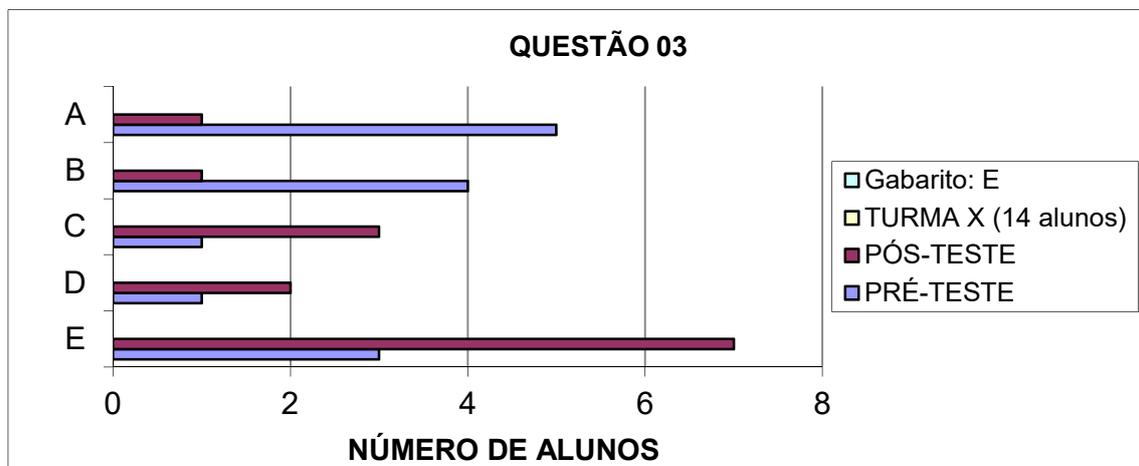


Gráfico 5.3. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre a identificação dos dois tipos de eclipse total.

Alternativas “A”, “B” e D”: o aluno, ao marcar uma dessas três alternativas, fez confusão com os tipos de eclipses. Porque não se ouve falar em “eclipse terrestre”. Percebeu-se que o aluno não fez associação dos eclipses com as figuras.

Alternativa “C”: ao assinalar essa opção, o aluno ainda fez confusão entre eclipse solar e eclipse lunar.

Alternativa “E”: nela há o entendimento dos tipos de eclipses e também uma correta interpretação das figuras.

Quanto às alternativas “C” e “D” serem as mais escolhidas, talvez, tenha sido por escolhas aleatórias.

Enunciado da QUESTÃO 04

O que é a Lua?

- A) é um satélite artificial.
- B) é um cometa.
- C) é uma estrela.
- D) é o satélite natural da Terra.
- E) é um asteroide.

Perguntamos aos alunos o que é a Lua. Vê-se pelo gráfico da figura 5.4 que 7 alunos responderam corretamente no pré-teste. No pós-teste, esse número subiu para 10 alunos que afirmaram que a Lua é o satélite natural da Terra. No entanto, ainda no pré-teste, 5 alunos responderam a letra C, em que se afirma que a Lua é uma estrela.

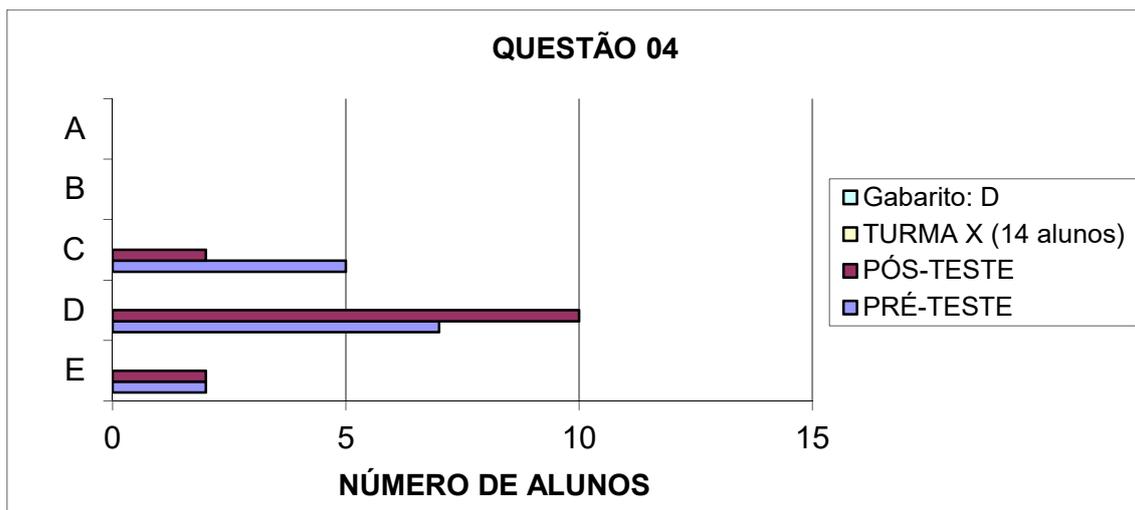


Gráfico 5.4. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre o que era a Lua.

Nenhum dos nossos alunos assinalou **alternativas “A” e “B”**. Não podemos afirmar nenhuma concepção espontânea nessas duas opções de resposta.

Na **Alternativa “C”**, o aluno que assinalou esta opção, talvez, tenha feito de maneira aleatória. Uma vez que, a Lua não é uma estrela.

A **alternativa “D”** é a opção de resposta que, de fato, afirma que a Lua é o único satélite natural da Terra e desprovida de luz própria.

Na **opção “E”**, o aluno que assinalou essa resposta, talvez, não tem ideia do que é um asteroide.

Enunciado da QUESTÃO 05

Qual a fase da Lua na qual pode ocorrer o eclipse solar?

- A) Nova.
- B) Cheia.
- C) Quarto crescente.
- D) Quarto minguante.
- E) em qualquer fase.

Aos alunos foi perguntado qual era a fase da Lua para ocorrer o eclipse solar. Observando o gráfico da figura 5.5, percebe-se que nenhum discente assinalou a resposta correta no pré-teste. Um total de 9 alunos acertou a resposta no pós-teste. No entanto, sete estudantes assinalaram a letra B no pré-

teste. Além disso, seis estudantes assinalaram, no pré-teste, a letra E, afirmando que pode ocorrer eclipse em qualquer fase.

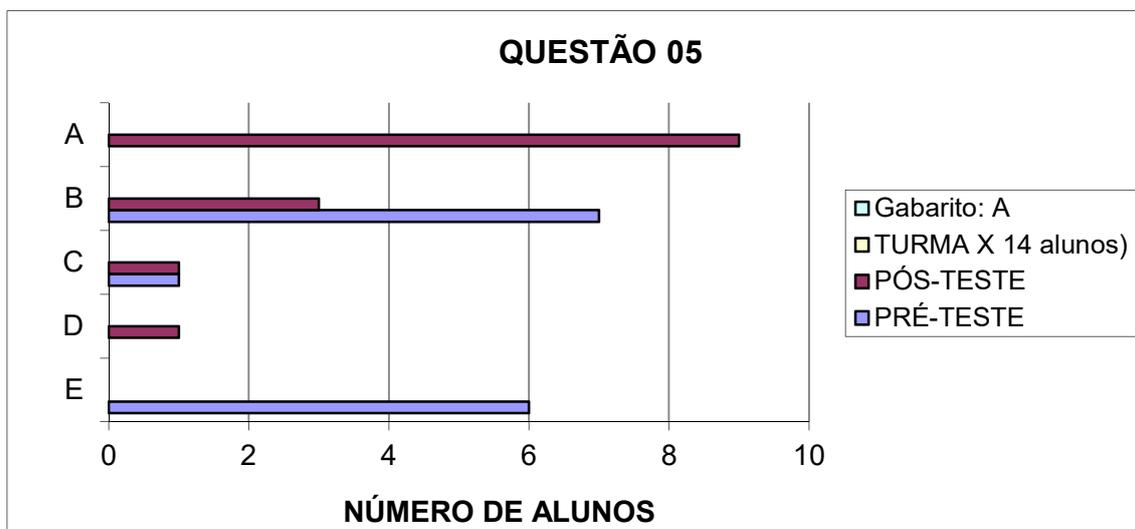


Gráfico 5.5. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre qual fase da Lua ocorre o eclipse solar.

Alternativa “A”: nenhum aluno marcou essa opção no pré-teste. A alternativa “B” foi a mais escolhida no pré-teste. Possivelmente, por escolha aleatória.

Alternativas “C” e “D”: quanto a essas duas fases que estão nestas duas opções de resposta, o aluno deve ter escolhido aleatoriamente a resposta, tanto no pré-teste, como no pós-teste.

Alternativa “E”: não temos como falar que ocorreu uma concepção alternativa no pré-teste, apesar de ter sido a segunda opção mais escolhida, pois não encontramos catalogada, na literatura, que o eclipse solar ocorre em qualquer fase da Lua.

Enunciado da QUESTÃO 06

Qual a fase da Lua na qual pode ocorrer o eclipse lunar?

- A) Nova.
- B) Quarto crescente.
- C) Quarto minguante.
- D) Cheia.
- E) em qualquer fase.

Perguntamos aos alunos qual era a fase da Lua em que ocorre o eclipse lunar. Observando o gráfico da figura 5.6, percebemos que 6 alunos

responderam corretamente essa questão no pré-teste. No pós-teste, foram 10 alunos que responderam corretamente que era Lua cheia. No entanto, 3 alunos no pré-teste e 4 alunos no pós-teste assinalaram a alternativa A, que se referia a Lua nova.

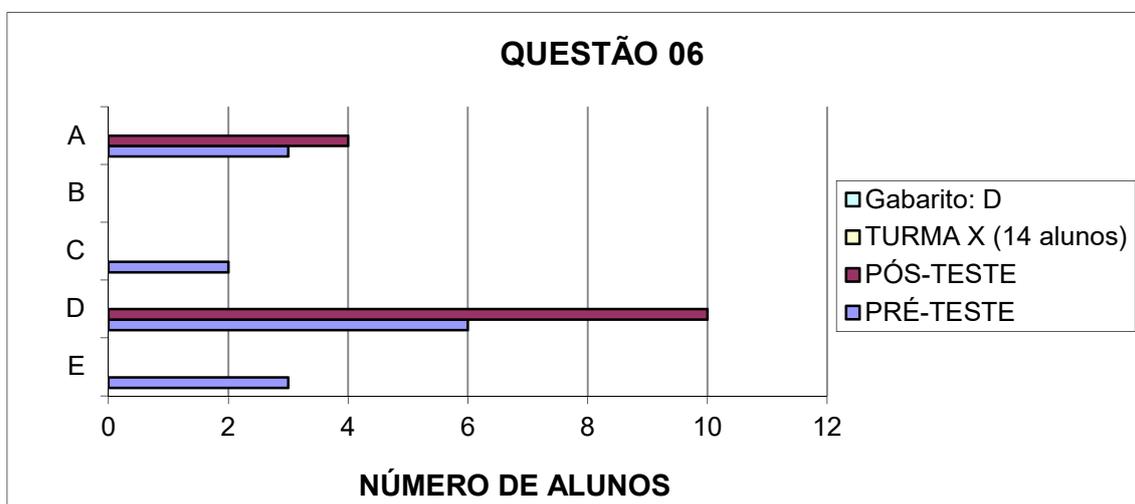


Gráfico 5.6. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre qual fase da Lua ocorre o eclipse lunar.

Alternativa “A”: não temos concepções espontâneas nesta alternativa e sim, pode ter ocorrido uma escolha aleatória.

Na **alternativa “B”**, nenhum dos nossos alunos assinalou esta opção de resposta.

Com relação a **alternativa “C”**, o aluno que marcou essa opção ainda pode ter dúvidas em relação às fases da Lua para a ocorrência do eclipse lunar.

Alternativa “D”: ter acertado marcando esta alternativa, não significa que o aluno, necessariamente, saiba da fase da Lua associada ao eclipse lunar. Pode ter ocorrido o conhecimento de mundo. Se, na fase de Lua cheia a Lua tem, aparentemente, a máxima quantidade de luz o aluno pode associar o eclipse da Lua a uma situação em que a Lua tem o máximo de brilho, visto aqui da Terra. E algum tempo depois esse brilho ter diminuído até não o perceber mais pode ser para ele, o aluno, o eclipse da Lua.

Alternativa “E”: diferente da questão anterior, foi menor o número de alunos que assinalaram esta alternativa no pré-teste, indicando que o eclipse

lunar pode ocorrer em qualquer fase da Lua. Portanto, não temos nenhuma concepção alternativa nesta opção de resposta.

Enunciado da QUESTÃO 07

Considere que o primeiro dia do ciclo de fases é a Lua nova, quando a face da Lua voltada para a Terra está totalmente escura, e, portanto, não podemos vê-la. Como você descreve as posições relativas do Sol, da Terra e da Lua nessa situação (Lua nova)?

- A) estão aproximadamente alinhados nesta ordem: Sol, Terra e Lua;
- B) estão aproximadamente alinhados nesta ordem: Terra, Sol e Lua;
- C) estão aproximadamente alinhados nesta ordem: Sol, Lua e Terra;
- D) não estão alinhados, mas sim formando um triângulo retângulo.
- E) não estão alinhados, mas sim formando um triângulo equilátero.

Perguntamos aos alunos como eram as posições relativas do Sol, da Terra e da Lua na fase de Lua nova. De acordo com o gráfico da figura 5.7, percebemos que quatro alunos responderam corretamente no pré-teste. No pós-teste, foram nove alunos que acertaram a resposta. Houve um aumento no número de alunos que acertaram a questão no pós-teste.

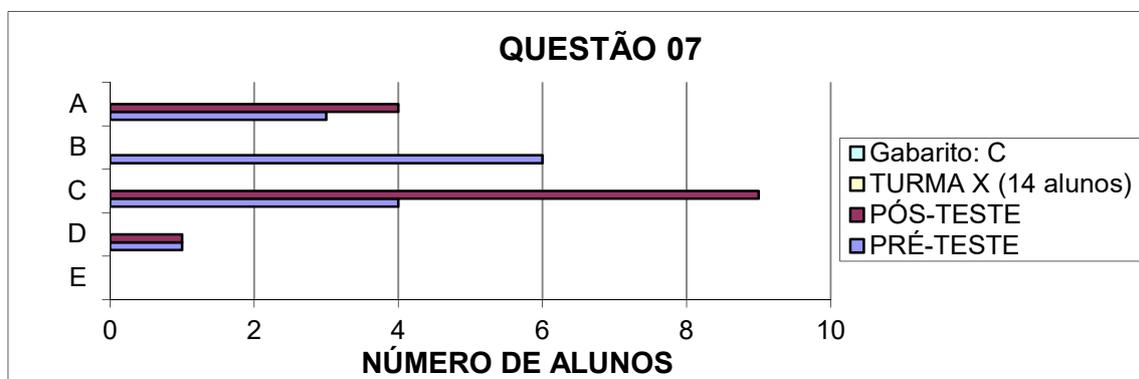


Gráfico 5.7. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre as posições relativas do Sol, da Terra e da Lua.

Alternativas “A” e “B”: o que nos faz pensar que o aluno que marcou a opção (A), pode estar pensando que a Terra faz sombra na Lua e pode ser, por isso, que não é possível vê-la na sua fase de Lua nova. Já o aluno que escolheu a alternativa (B), pode estar pensando que o Sol, estando entre a Terra e a Lua, irá bloquear a visão da Lua, achando que os três astros estão alinhados.

Alternativa “C”: nesta alternativa, assim como nas anteriores (A) e (B), existem dificuldades de o aluno visualizar a ordem dos astros e se situar na proposta da questão, principalmente, no pré-teste.

Alternativas “D” e “E”: nenhuma concepção alternativa nestas duas opções de resposta. Na letra (D), somente um aluno marcou essa alternativa e a letra (E) não foi marcada por nenhum aluno.

Enunciado da QUESTÃO 08

Por que não ocorrem eclipses todos os meses?

- A) porque a inclinação da órbita da Lua em relação à da Terra permite que os alinhamentos SOL-TERRA-LUA ocorram com maior frequência.
- B) porque a cada mês ocorrem duas luas cheias.
- C) porque a cada mês ocorre um alinhamento SOL-TERRA-LUA.
- D) porque a órbita da Lua e a órbita da Terra estão no mesmo plano.
- E) porque o plano da órbita da Lua ao redor da Terra é inclinado em relação ao plano de órbita da Terra ao redor do Sol.

Aos alunos foi perguntado o porquê de não ocorrer eclipse todos os meses. Observando o gráfico da figura 5.8, concluímos que seis alunos responderam corretamente no pré-teste. No pós-teste, oito alunos acertaram a resposta. Portanto, não houve uma grande diferença entre a quantidade de alunos que acertaram a questão no pré-teste e no pós-teste.

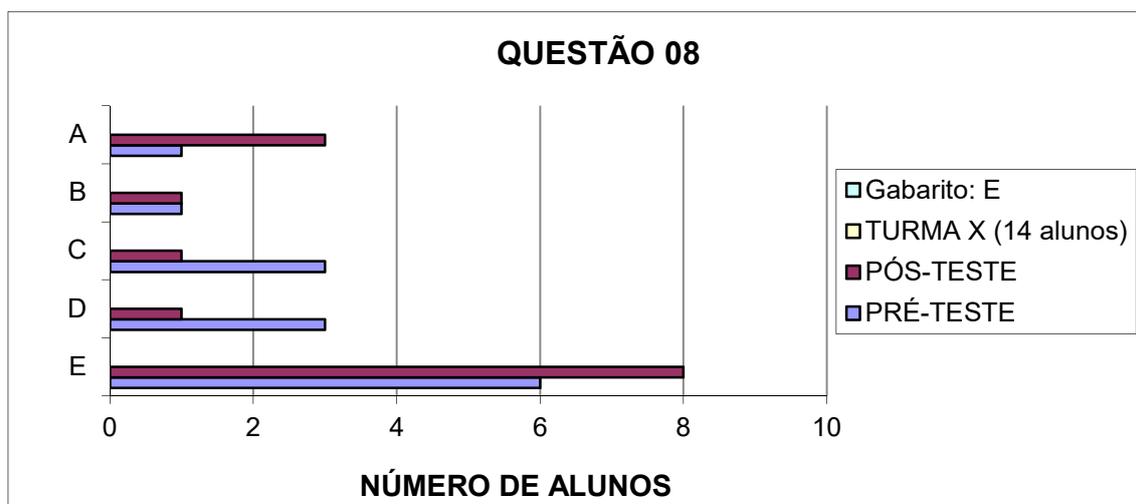


Gráfico 5.8. Gráfico que expressa o que os alunos responderam o porquê de não ocorrer eclipse todos os meses.

Alternativas “A” e “B”: a alternativa (**A**) foi a opção mais escolhida. Talvez, por escolha aleatória. Porque, uma vez que, a órbita da Terra sendo inclinada da órbita da Lua não permite que sejam frequentes os alinhamentos Sol-Terra-Lua.

A **alternativa “C”**, se verdadeira, diria que a cada mês haveria um eclipse lunar.

Na **alternativa “D”**, há indicação de que ocorreriam eclipses todos os meses. Talvez, o aluno que marcou esta alternativa não faça ideia dos planos das órbitas da Terra e da Lua.

Alternativa “E”: existe uma inclinação entre as duas órbitas da Lua e da Terra. Esse é o principal motivo de não ocorrer eclipses todos os meses. Tivemos nessa alternativa uma preferência por parte dos alunos.

Enunciado da QUESTÃO 09

Por que a Lua aponta a mesma face para a Terra?

- A) porque o seu período de rotação é diferente do seu período de translação em torno da Terra.
- B) porque o seu período de rotação é igual ao seu período de translação em torno da Terra.
- C) porque a Lua só tem movimento de rotação.
- D) porque a Lua só tem movimento de translação em torno da Terra.
- E) porque a Lua não tem movimento de rotação nem de translação em torno da Terra.

Perguntamos aos alunos o porquê de a Lua mostrar a mesma face para a Terra. Observando o gráfico da figura 5.9, concluímos que dois alunos responderam corretamente no pré-teste. No pós-teste, esse número subiu para seis alunos, afirmando que a resposta se deve ao fato do período de rotação da Lua ser igual ao de translação em torno da Terra.

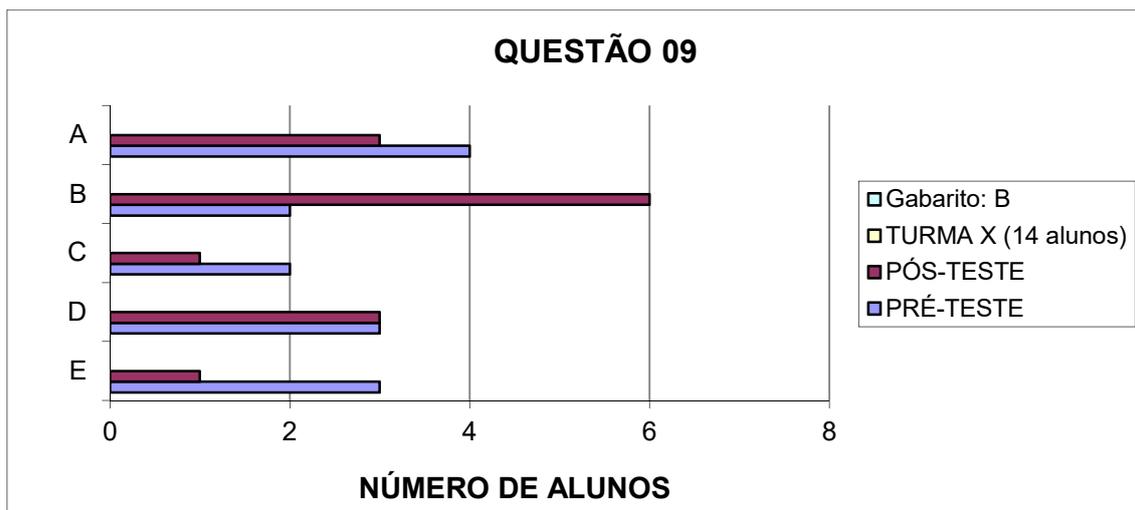


Gráfico 5.9. Gráfico que expressa o que os alunos responderam do porquê de a Lua mostrar a mesma face para a Terra.

Alternativa “A”: ela propõe a ideia de que viríamos faces diferentes da Lua quando vista da Terra.

A **alternativa “B”**, explica o motivo de vermos a mesma face da Lua voltada para a Terra.

Alternativas “C” e “D”: a Lua possui dois movimentos, um em torno de si e outro torno da Terra. A alternativa (D) sugere que a Lua não possui movimento de rotação. Então, temos uma concepção alternativa.

Alternativa “E”: alguns alunos pensam que a Lua tem sempre a mesma face voltada para a Terra porque a Lua não gira em torno de si. Temos, também, nesse caso, uma concepção alternativa.

Enunciado da QUESTÃO 10

No Brasil, verifica-se que a Lua, quando está na fase cheia, nasce por volta das 18 horas e se põe por volta das 6 horas. Ou seja, nasce quando o Sol se põe e se põe quando o Sol nasce. Na fase nova, ocorre o inverso: a Lua nasce às 6 horas e se põe às 18 horas, aproximadamente. Ou seja, nasce e se põe juntamente com o Sol. Nas fases crescente e minguante, ela nasce e se põe em horários intermediários. Sendo assim, a Lua na fase ilustrada na figura abaixo poderá ser observada no ponto mais alto de sua trajetória no céu por volta de

- A) meia-noite.
- B) três horas da madrugada.
- C) nove horas da manhã.
- D) seis horas da tarde.
- E) meio-dia.



Disponível em:

<http://vestibular.uol.com.br/cursinho/questoes/questao-111-fisica.htm>

A questão apresenta aos alunos alguns horários de nascer e de se pôr da Lua, assim como também as suas fases. Pusemos na questão (anexo A) uma figura de uma das fases da Lua observada no hemisfério sul e perguntamos aos alunos o horário da fase ilustrada na figura. O resultado das respostas pode ser observado no gráfico da figura 5.10. No pré-teste, dois alunos responderam corretamente. Já no pós-teste, cinco alunos acertaram a resposta. É interessante destacar que, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, seis alunos responderam a letra A, que afirma que o horário para vermos a Lua crescente no seu ponto mais alto de trajetória é a meia-noite.

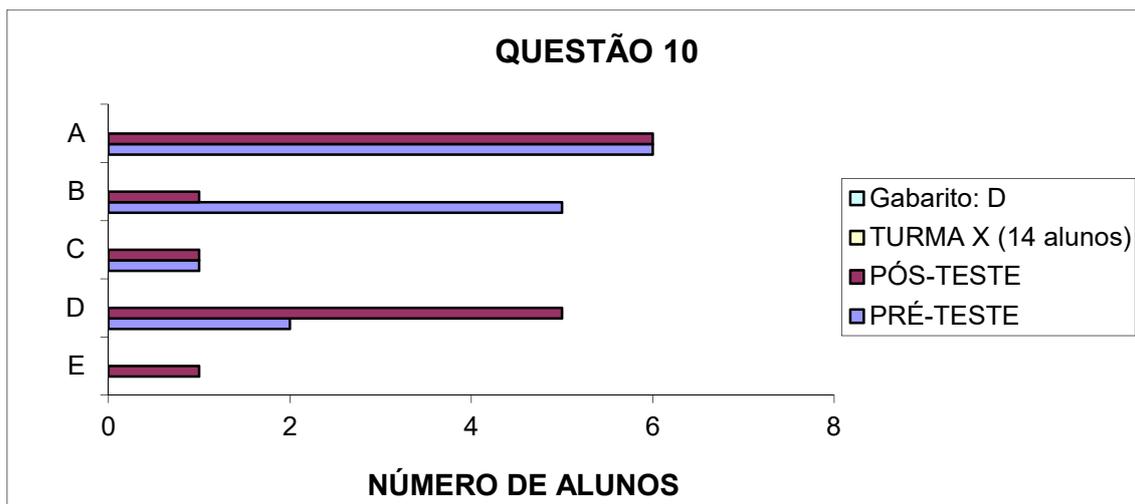


Gráfico 5.10. Gráfico que expressa o que os alunos responderam sobre o horário que vemos a Lua crescente no ponto mais alto de sua trajetória.

Alternativa “A”: não há, da parte do aluno, aquela preocupação em identificar a fase da Lua que está sendo vista, muito menos, os horários desses acontecimentos. Se o aluno acha que independente da fase, a Lua nasce ao pôr do Sol e se põe ao nascer do Sol, talvez, ele tenha escolhido essa alternativa porque seguindo esse raciocínio, a Lua deveria atingir o seu ponto mais alto na metade desse período de tempo, que será em torno de meia-noite. Tornando a letra (**A**), a opção mais escolhida, tanto no pré-teste com no pós-teste.

Alternativa “B”. Ao escolher essa alternativa, o aluno, pode ter confundido a fase da Lua chamada de Lua quarto-minguante com a fase da Lua chamada de Lua quarto-crescente que é representada pela figura que está na questão. Porque é na fase de Lua quarto-minguante que ela nasce por volta de meia-noite e se põe por volta do meio dia, como já havíamos falado no capítulo dois desta dissertação. Talvez, por isso, essa tenha sido a segunda opção mais escolhida no pré-teste.

Alternativa “C”: nesta fase da Lua, ela nasce ao meio-dia e se põe à meia-noite. Portanto, é impossível vê-la às nove horas da manhã.

Alternativa “D”: como a Lua, nesta fase da figura, nasce ao meio-dia e se põe à meia-noite, o ponto mais alto de sua trajetória ocorrerá às seis horas da tarde.

Alternativa “E”: como já foi dito nas alternativas anteriores, se a Lua nasce ao meio-dia, não vai apresentar uma aparência como mostrada na figura da questão.

Vamos analisar as respostas dos alunos às questões do questionário através do gráfico da figura 5.11.

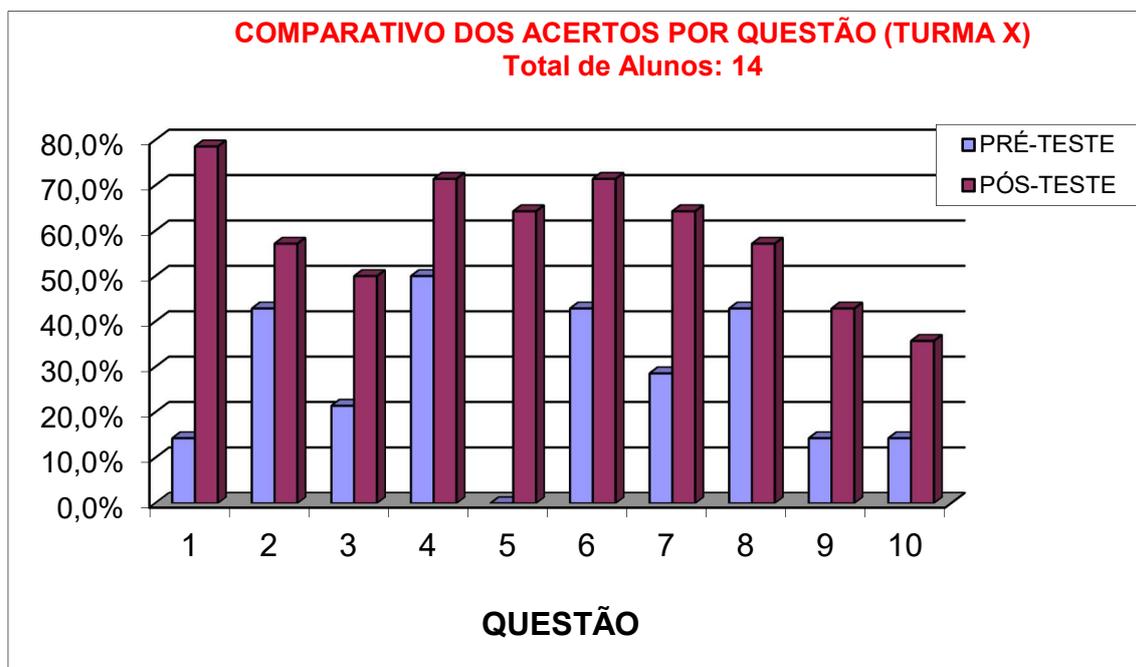


Gráfico 5.11. O gráfico mostra uma comparação percentual dos acertos de todas as questões aplicadas no pré-teste e no pós-teste na Turma X.

Percebemos que as questões com maiores discrepâncias quando analisados o pré-teste e o pós-teste foram as questões 01 e 05. As demais questões também serão analisadas.

A questão 01 pedia para ordenar os astros Terra, Sol e Lua em ordem crescente e no pré-teste o percentual de acerto foi muito baixo. Entretanto, depois que os alunos estudaram esses astros após terem manipulado o modelo didático e terem percebido as suas dimensões, o percentual de acerto no pós-teste subiu de forma significativa.

Na questão 05, não tivemos nenhum acerto no pré-teste. Esta questão pergunta em qual fase da Lua pode ocorrer o eclipse solar. O gráfico da figura 5.11, mostra que, no pré-teste, nenhum aluno assinalou a alternativa certa, que é a fase nova da Lua. No entanto, no pós-teste, o número de acertos superou os

60%, mostrando que, com as discussões em grupo sobre as fases da Lua, a maioria dos alunos assinalou a resposta correta.

Agora, vamos fazer uma análise dos gráficos das figuras 5.12 e 5.13, que mostram o número de alunos que assinalaram a alternativa correta e o número de alunos que assinalaram a alternativa errada mais escolhida. Ao analisarmos esses gráficos, há possibilidades de identificarmos concepções alternativas presentes nas respostas dadas pelos alunos no pré-teste.

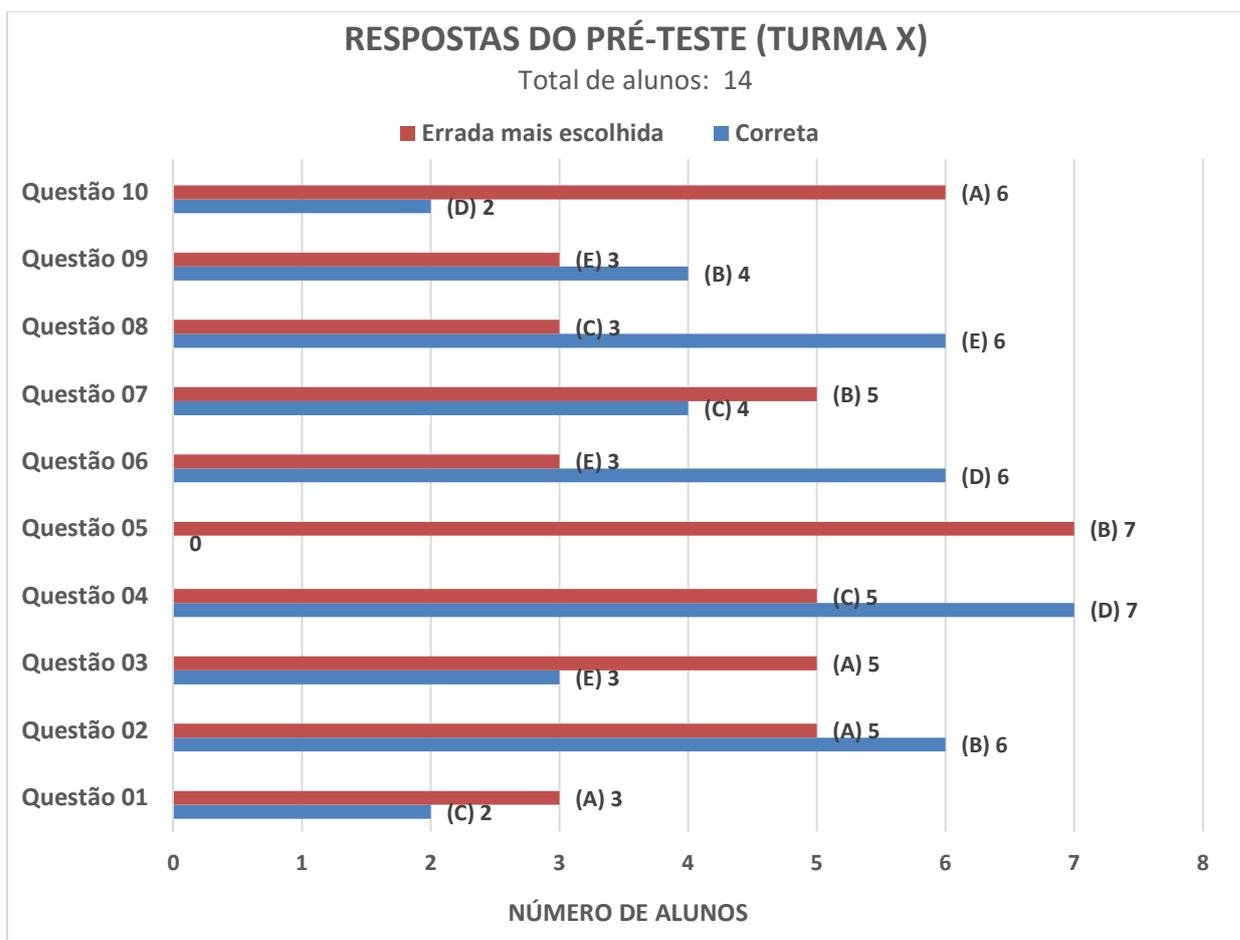


Gráfico 5.12. Respostas do pré-teste da turma X. Comparativo entre a alternativa correta e a alternativa errada mais escolhida.

No pré-teste, figura 5.12, notamos uma quantidade razoável de respostas erradas em algumas questões. Na questão 05, por exemplo, a alternativa errada mais escolhida foi assinalada por sete estudantes. No pós-teste, figura 5.13, essa quantidade diminuiu de maneira significativa.

Na questão 01, que no pré-teste, houve uma diferença insignificante do número de alunos que optou pela resposta correta comparada com o número

que optou pela resposta errada mais escolhida. No pós-teste, tivemos um aumento estrondoso na quantidade de alunos que optou pela resposta correta. Esta questão explorou uma situação de que o aluno deveria ter noção das dimensões entre Terra, Sol e Lua.

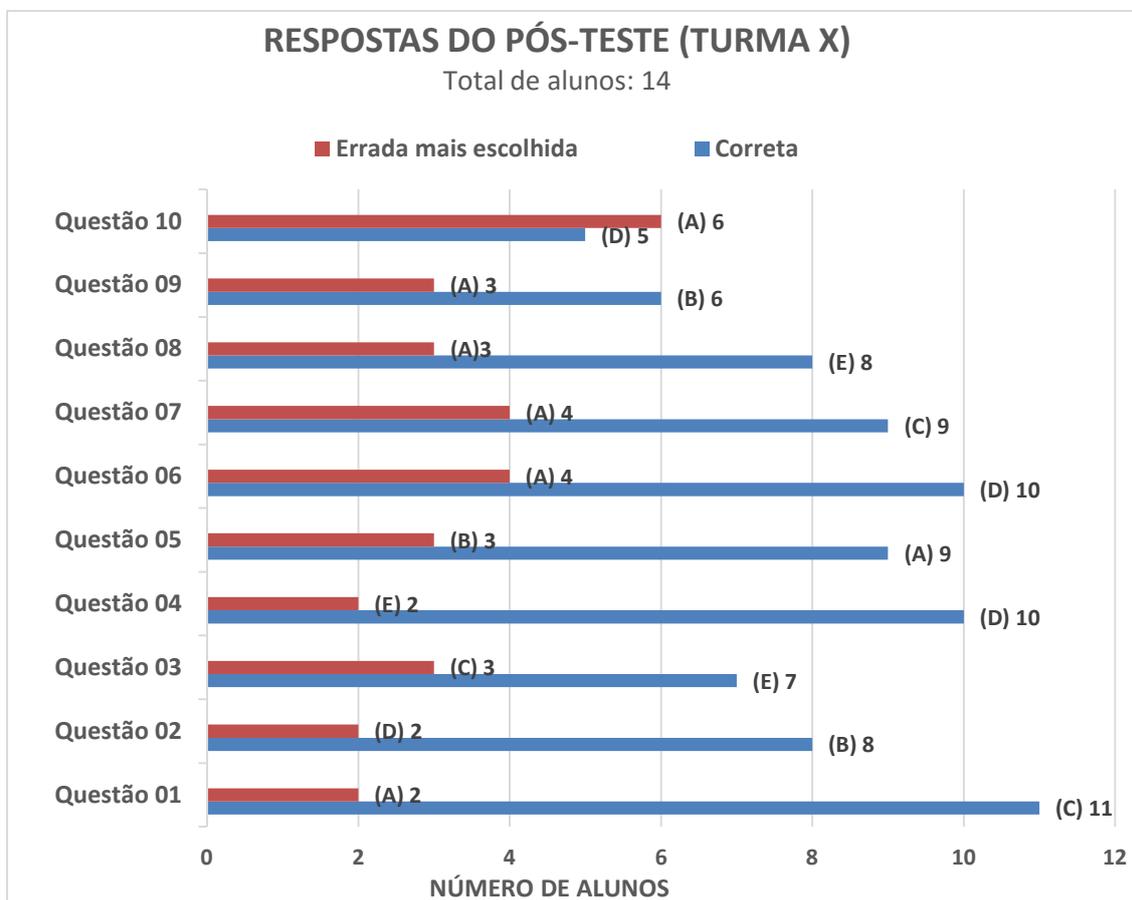


Gráfico 5.13. Respostas do pós-teste da turma X. Comparativo entre a alternativa correta e a alternativa errada mais escolhida.

A questão 02 apresentou uma quantidade de acertos razoável no pré-teste. As discussões a respeito das fases da Lua fizeram com que, no pós-teste, o número de respostas corretas aumentasse bastante quando comparado com o número de respostas das erradas mais escolhidas.

Na questão 03, ocorreu uma diminuição no número de respostas que envolviam o “eclipse terrestre”, eclipse com esse nome não existe. O que sugere que o produto educacional pode ter contribuído para um conflito cognitivo no aluno.

Na questão 04, a alternativa C foi bastante escolhida no pré-teste. Essa alternativa afirmava que a Lua é uma estrela. Após a aplicação do produto, a diferença entre o número de alunos que assinalou a errada mais escolhida e o número de alunos que marcou a correta foi grande.

A particularidade da questão 05 é o grande número de erros no pré-teste, fazendo com que nenhum aluno assinalasse a resposta que coincidissem com o gabarito. No entanto, no pós-teste, o número de alunos que acertou a questão foi grande. Apesar dessa melhora, ainda existem alunos que acham que a fase da Lua em que pode ocorrer o eclipse solar é a fase cheia.

Na questão 06, a “errada mais escolhida” no pré-teste foi a alternativa “E”. Ela afirma que o eclipse lunar pode ocorrer em qualquer fase, o que não pode é classificá-la como uma concepção alternativa. Pois, para a ocorrência de eclipses, existem fases específicas da Lua. Já no pós-teste, a “errada mais escolhida” é a alternativa “A”, que afirma que é na fase de Lua nova que ocorre o eclipse lunar. Portanto, nesta questão 06, ainda persistem dúvidas acerca da fase correta em que ocorre o eclipse lunar, uma vez que a quantidade do número de respostas na “alternativa errada mais escolhida” ainda é alta tanto no pré-teste como no pós-teste.

Na questão 07, no pré-teste, diferença entre o número de alunos que marcaram a correta e o número de alunos que marcaram a “errada mais escolhida” é insignificante. No pós-teste, o número de alunos que assinalou a resposta correta aumentou e a “errada mais escolhida” foi a alternativa “A”. Portanto, nesta questão, o aluno tinha uma noção de que as posições relativas do Sol, da Terra e da Lua eram aproximadamente alinhadas. No entanto, eles tinham dúvidas na ordem correta das posições desses astros na fase de Lua nova. Depois que o assunto foi trabalhado em sala de aula, esse número de acertos aumentou como já havíamos falado. Entretanto, só houve uma permuta da alternativa “errada mais escolhida” no pré-teste em relação ao pós-teste.

Na questão 08, tanto no pré-teste como no pós-teste, a quantidade de alunos que assinalaram a alternativa correta foi maior do que aqueles que marcaram a “errada mais escolhida”. Porém, podem ter ficado dúvidas acerca das órbitas da Terra e da Lua, que não estão no mesmo plano. Afirmamos

isto, porque houve uma permuta da alternativa “errada mais escolhida”, no pré-teste, que foi a alternativa “C”, pela alternativa “A” no pós-teste.

Na questão 09, no pré-teste, a diferença foi muito pequena entre o número de alunos que marcaram a resposta correta e o número de alunos que marcaram a “errada mais escolhida”. Aumentou o número de acertos no pós-teste. Porém, o aluno novamente fez uma permuta da alternativa “errada mais escolhida” no pré-teste, que foi a alternativa “E”, pela alternativa “A” no pós-teste. Esta questão trata do porquê de a Lua apontar a mesma face para a Terra. As discussões e explicações acerca dos movimentos da Lua fizeram com que o número de acertos aumentasse no pós-teste.

Na questão 10, talvez, tenha havido uma confusão com as fases da Lua quarto-minguante com a fase da Lua quarto-crescente. Porque na fase da Lua quarto-minguante o ponto mais alto da sua trajetória ocorre por volta das três horas da madrugada. E isso pode ter feito com que, no pré-teste, um número razoável de alunos marcasse a alternativa “A”. Essa alternativa tornou-se “errada mais escolhida” e superou o número de alunos que escolheu a alternativa correta. No pós-teste, o número de alunos que escolheu a alternativa correta aumentou, mas não superou o número de alunos que marcou a alternativa “errada mais escolhida”. Ressaltamos que durante a aplicação do produto não foi dada ênfase ao horário do “nascer” e do se “pôr” da fase crescente da Lua.

Por fim, voltamos a comentar as questões 01 e 05, nas quais observamos uma diferença muito grande entre os percentuais das respostas corretas no pré-teste e no pós-teste (figura 5.11). Quando as analisamos nos gráficos das figuras 5.12 e 5.13, observamos uma mudança significativa na diminuição do número de respostas erradas e um aumento no número de respostas corretas. Esses dados podem ser indícios da presença de concepções alternativas no pré-teste e de que a aplicação do produto educacional contribuiu para gerar conflitos cognitivos nos alunos e ajudá-los a construir os conceitos científicos.

Capítulo 6

Considerações Finais

A ação pedagógica de diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos antes de ensiná-los, ou seja, antes de repassar as explicações científicas sobre o fenômeno da formação das fases da Lua e sobre o fenômeno dos eclipses tem fundamento na teoria interacionista do desenvolvimento cognitivo da inteligência de Jean Piaget e a transposição didática do sociólogo Michel Verret.

Ao analisarmos a aplicação do produto educacional e os resultados obtidos através dos questionários (pré-teste e pós-teste), chegamos à conclusão que o nosso produto descrito nesta dissertação contribuiu significativamente com o processo de ensino e aprendizagem dos fenômenos das fases da Lua e dos eclipses. Apesar de se tratar de temas que são pouco explorados em sala de aula, o nosso produto educacional proporcionou momentos de empolgação, motivação e de entusiasmo nos nossos alunos com a Astronomia.

Ficou notoriamente demonstrado que o nosso produto educacional é muito mais eficiente que as ilustrações, gravuras ou figuras apresentadas de maneira comum em livros didáticos para a explicação das fases da Lua e dos eclipses.

Vamos listar alguns pontos importantes que merecem destaques para que, futuramente, o produto educacional possa ser utilizado ou podendo até ser aperfeiçoado:

- ✓ A estratégia do uso do nosso modelo didático mostrou-se eficiente e contribuiu com a participação e o envolvimento do aluno na aula;
- ✓ Melhora considerável no entendimento dos fenômenos das fases da Lua e dos eclipses. Isto está provado no comparativo dos acertos por questão (figura 5.11);

- ✓ O nosso instrumento de pesquisa, pré-teste, confirmou a presença de algumas concepções alternativas detectadas e estudadas em pesquisas anteriores e citadas na nossa revisão da literatura;
- ✓ O nosso modelo didático é passível de mudanças no sentido de ser expandido para a explicação de outros fenômenos como: rotação da Terra e estações do ano;
- ✓ Acreditamos que o nosso produto educacional abriu as portas para o desenvolvimento cognitivo de grande parte dos alunos. Tal fato ficou claro no aumento significativo do interesse dos nossos alunos pelos fenômenos das fases da Lua e dos eclipses.

Sobre o nosso modelo didático, ele está aberto a mudanças ou adaptações para que possam ser estudados outros fenômenos astronômicos.

Por fim, o ensino de física deve ser dinâmico. Portanto, necessita de mudanças constantes para que possa tornar o conhecimento científico cada vez mais interessante e motivador para o aluno. É essencial deixar o aluno com autonomia para que ele possa participar das aulas perguntando ou intervindo. O aluno deve ser um agente ativo no processo de ensino-aprendizagem. Além da aquisição dos saberes previstos na grade curricular, esse aluno deve se desenvolver, num sentido mais amplo, adquirindo as habilidades e as competências, que são ferramentas necessárias, para serem usadas na solução de situações-problema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, C. E.; BARONI, D.; FARINA, C. “A órbita da Lua vista do Sol”. Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 31, n. 4, 4301, 2009.

BIZZO, N. et al. Graves erros de conceito em livros didáticos de ciência. Ciência hoje, v. 121 n. 21, p. 26-35, jun. 1996.

BRASIL. Lei de diretrizes e bases da educação nacional. Lei nº 9394, 20 de dezembro de 1996.

CALLISON, P. L., & WRIGHT, E. L. The effect of teaching strategies using models on preservice elementary teacher's conceptions about relationships. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching annual meeting, Atlanta, GA. (ERIC Document Reproduction Services) Ed 360-171. 1993.

CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. Enseñanza de las Ciencias, v. 13, n. 1, p. 81-96, 1995.

CANALLE, J. B. G. “O Sistema Solar numa representação teatral”. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 11, n. 1, pp. 27-32, 1994.

CARRASCOSA, Jaime. El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Analisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, Cádiz, v. 2, n. 2, p. 183-208, 2005.

CHEVALLARD, Y. La Transposition Didactique. Grenoble: La Pensée sauvage, 1991.

COSTA, J. R. V. Fases da Lua. Astronomia no Zênite, dez. 2000.

Disponível em: <http://www.zenite.nu/fases-da-lua/>. Acesso em: 23. Out. 2015

COSTA, J. R. V. Fases da Lua. Astronomia no Zênite, jul. 1999. Acesso em: 23. Out. 2015. Disponível em: <http://www.zenite.nu/eclipses-do-sol-e-da-lua/>. Acesso em: 23 out. 2015.

DA SILVA, J.L.A. Eclipses e Fases da Lua. Disponível em:

http://www.if.ufrgs.br/~fatima/fis2004/trabalhos_082/Jorge/eclipses_e_fases_da_lua.htm. Acesso em: 30. Out. 2015.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A. P. Metodologia do ensino de ciências. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1992.

FILHO, K. S. O., SARAIVA, M. F. O. *Astronomia & Astrofísica*, 2ª Edição, São Paulo: Editora Livraria da Física, 2004.

GALAGOVSKY, L.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Modelos y analogías en la enseñanza de las Ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, Barcelona, v. 19, n. 2, p.231-242, 2001.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. “Astronomia na sala de aula: por quê?”. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n.9, pp. 7-15, 2010.

HORVATH, J.E. *O ABCD da Astronomia e Astrofísica* – São Paulo: Editora livraria da Física, 2008.

LANGHI, R. E MARTINS, B.A. Uma proposta de atividade para a aprendizagem significativa sobre as fases da Lua. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, n. 14, p. 27-36, 2012.

LANGHI, R. E NARDI, R. Ensino de Astronomia: os erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 24, n. 1: p. 87-111, abr. 2007.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. *Cad. Bras. Ens. Fís.*, v. 28, n. 2: p. 373-399, ago. 2011.

LIMA, F. P.; ROCHA, J. F. V. “Eclipses solares e lunares”. *A Física na Escola*, v. 5, n. 1, 2004.

KAWAMURA, M.R.D.; HOSOUME, Y. “A contribuição da física para um novo ensino médio”. *A Física na Escola*, v. 4, n. 2, 2003.

KEMPER, E. A inserção de tópicos de astronomia como motivação para o estudo da mecânica em uma abordagem epistemológica para o ensino médio. *Dissertação de mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física)*. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2008.

KEPLER, S.O. e SARAIVA, M. F. *Astronomia e Astrofísica*. Editora: Livraria da Física, 2013.

KRINER, A. Las fases de la Luna, ¿Cómo y Cuándo Enseñarlas, *Ciência & Educação*, v.10, n.1, pp.111-120, 2004.

LIMA, M.G. e NÚÑEZ, I.B. as concepções alternativas dos estudantes. Instrumentação para o Ensino de Química II, p.2-9, 2007. <http://www.agracadaquimica.com.br/quimica/arealegal/outros/192.pdf>. Acesso em: 3. Jan. 2016.

MACIEL, W.J., (editor), *Astronomia e Astrofísica*, IAG-USP, 1991.

MATTHIES G.D., *Saros, que Saros?* ,2004

http://www.portaldoastronomo.org/tema_pag.php?id=8&pag=4. Acesso em: 19. Out. 2015.

MEES, A.A., *Astronomia: Motivação para o Ensino de Física na 8ª série. Dissertação de mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física)*. Instituto de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2004.

MILONE, A. *Astronomia: notas de aulas dadas no Colégio São Vicente de Paulo*. Rio de Janeiro, 1997.

Ministério da Educação e do Desporto. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio. Resolução CEB/CNE nº 3, de 26 de junho de 1998.

Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais do ensino médio. Brasília: SEMTEC/MEC, 2000.

Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais - física. Brasília: SEMTEC/MEC, 2002.

Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. BRASIL/Ministério da Educação. Guia de Livros didáticos. PNLD 2004. Vol. 1. Brasília: MEC, 2003.

Ministério da Educação Orientações curriculares para o ensino médio. Brasília: SEB/MEC, 2006.

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. – 2.ed. ampl. – [Reimpr.]. - São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 2014.

MOURÃO, R.R.F., *Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica*, Ed. Nova Fronteira, 1987.

NASCIMENTO, B. G. Análise da astronomia kepleriana no ensino médio: a história da ciência a favor da aprendizagem. Dissertação de mestrado (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática). CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2007.

OLIVEIRA, R.S. Os Eclipses, 2002.

Disponível em: (http://www.asterdomus.com.br/Artigo_os_eclipses.htm). Acesso em: 22 set. 2015

PAULA, A. S. P.; OLIVEIRA, H. J. Q. Análises e propostas para o ensino de Astronomia. Disponível em: <http://cdcc-gwy.cdcc.sc.usp.br/cda/erros-no-brasil/index.html>. Acesso em: 10 ago. 2015.

PEÑA, B., M.; QUÍLEZ, M., F. The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, v. 23, n. 11, p. 1125-1135, 2001.

PEREIRA et al. "Desbravando o Sistema Solar: um jogo educativo para o ensino e divulgação da astronomia". In: *Anais do XVIII SNEF*, 2009.

PIRES, M. A. Tecnologias de informação e comunicação como meio de ampliar e estimular o aprendizado de física. Dissertação de mestrado (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física). Instituto de Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2005.

PUZZO, Deolinda. Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de ciências de 5ª série do ensino fundamental sobre fases da lua e eclipses. 2005. Dissertação (Mestrado) – UEL, Londrina, 2005.

RIBEIRO, A. S. et al. "Ciência, tecnologia e sociedade no ensino noturno: é possível essa abordagem?" In: *Atas do XVII SNEF*, São Paulo: SBF, 2007.

RICARDO, E. C.; ZYLBERSZTAJN, A. "O ensino das ciências no nível médio: um estudo sobre as dificuldades da implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais". *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, pp. 351-370, dez. 2002.

RODRIGUES, A. S. Teorias da aprendizagem. Curitiba: IESDE, 2005.

SALVADOR, C. C. et al. A Teoria da Aprendizagem Verbal Significativa. In: *Psicologia do ensino*. Editora Artes Médicas Sul, pp. 231-240, 2000.

Webgrafia

<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap2/cap2-1.html>. Movimento da Terra durante o ano. Acesso em: 22. Dez. 2015.

<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. PCN+- Ensino Médio. Acesso em: 22. Set. 2015.

<http://www.katembe.com.pt/luas.htm>. Acesso em: 15. Set. 2015

http://www.cce.ufes.br/jair/ieff/CadBrasEnsFis314_Astronomia_B%C3%A1sica_Isopor.pdf. Acesso em: 20. Set. 2015.

http://www.moonconnection.com/moon_phases_calendar.phtml. Acesso em: 11. Nov. 2015.

http://www.das.inpe.br/ciaa/cd/HTML/dia_a_dia/1_6_2.htm. Acesso em: 03. Ago. 2015.

http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=esc&cod=_oqueecoroasolar. Acesso em: 27 set. 2015.

<http://licenciandobio.blogspot.com.br/2013/12/mapas-conceituais.html>. Acesso em: 27 set. 2015.

<https://www.youtube.com/watch?v=fsXhC45g3qY>. Acesso em: 21 set. 2015.

http://www.observatorio-phoenix.org/k_ensaios/24_k01.htmj Acesso em: 27 set. 2015..

<http://vestibular.uol.com.br/cursinho/questoes/questao-111-fisica.htm>. Acesso em: 27 set. 2015.

<http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/969240/DLFE-209207.pdf/1.0> Acesso em: 17 set. 2015.

<http://www.pt.slideshare.net/ifuspescola/mov-aplua>. Acesso em: 25 mar. 2016.

http://www.mimosa.pntic.mec.es/jgomez53/docencia/sistema_solar-luna.htm. Acesso em: 25 mar. 2016.

<http://www.astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>. Acesso em: 25 mar. 2016.

<https://www.picofisicos.wikispaces.com>. Acesso em: 26 mar. 2016.

Apêndice A

Unidade Didática

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL – CENTRAL
PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA**

UNIDADE DIDÁTICA

Os fenômenos de Formação das fases da Lua e dos eclipses

Jaelson Barbosa

Natal/RN, outubro de 2015

Apresentação

Quando se fala de Astronomia, seja em sala de aula ou em conversas informais, os assuntos referentes a esse tema sempre chamam a atenção e aguçam a curiosidade das pessoas independentemente da idade. Assuntos como as fases da Lua e eclipses, dentre outros, fazem parte da matriz curricular dos PCN tanto do ensino fundamental com do ensino médio. Porém, uma quantidade enorme de alunos sai da educação básica sem conhecimento de assuntos relativos a Astronomia que são importantes para a sua formação acadêmica.

“Diversos trabalhos foram elaborados com ênfase nesse tema, entre eles destacam-se: as falhas encontradas em livros didáticos (BOCZKO, 2003), concepções errôneas de professores de Ciências (LEITE, 2002), falta de recursos didáticos para elaboração de experimentos em sala de aula (BUCCIARELLI, 2001) e, além disso, o desinteresse pela carreira de professor auxilia a elevar a distorção existente entre o que se ensina ao aluno e o que é proposto pelos PCN”.

Os fenômenos de formação das fases da Lua e dos eclipses são assuntos que promovem questionamentos, discussões e conflitos cognitivos, além de serem intrínsecos aos conhecimentos prévios dos alunos, cuja responsabilidade é da escola e do professor fazerem com que aconteça a aprendizagem científica e crítica desses fenômenos.

“[...], é responsabilidade da escola e do professor promoverem o questionamento, o debate, a investigação, visando o entendimento da ciência como construção histórica e como saber prático, superando as limitações do ensino passivo, fundado na memorização de definições e de classificações sem qualquer sentido para o aluno”. (BRASIL, 1998, p.64).

Destacamos o uso de um modelo didático para que a explicação dos fenômenos supracitados. Assim, acreditamos que a aprendizagem aconteça de maneira mais simples. Espera-se que os novos conhecimentos encontrem base em alguns conhecimentos prévios de modo a produzir uma aprendizagem sólida,

na qual o aluno seja capaz de ter uma visão crítica dos conteúdos estudados e não apenas uma aprendizagem alicerçada em memorizações.

Desse modo, desenvolvemos uma unidade didática, composta de 5 aulas, na qual trataremos dos assuntos relacionados a Astronomia. Para um melhor entendimento desses fenômenos, já citados anteriormente, faremos uso de um modelo didático experimental do Sol, da Terra e da Lua.

Objetivos

- Reconhecer as fases da Lua;
- Saber as condições para ocorrer os eclipses;
- Conhecer os astros envolvidos nos fenômenos das fases da Lua e nos eclipses;
- Utilizar o modelo como ferramenta didática.

Conteúdos

- Introdução à óptica geométrica.
- Princípio da propagação retilínea da luz.
- As aplicações do princípio da propagação retilínea da luz.
- As fases da Lua.
- Os eclipses.
- Atividades 1 e 2.
- Marés.

Cronograma

5 aulas de 50 minutos

- 1ª Aula - Introdução à óptica geométrica.
- 2ª Aula – O princípio da propagação retilínea da luz e suas aplicações e aplicação do pré-teste.
- 3ª Aula – Utilização do modelo didático para a explicação dos fenômenos de formação das fases da Lua e dos eclipses e Atividades 1 e 2.
- 4ª Aula – Utilização do modelo didático para a explicação dos fenômenos de formação das fases da Lua e dos eclipses, Atividades 1 e 2 e aplicação do pós-teste.

- 5ª Aula – Retomada dos fenômenos das fases da Lua e os eclipses.
As marés.

Metodologia:

- Aulas expositivas
- Discussão em grupo sobre os fenômenos da formação das fases da Lua e dos eclipses.
- Utilização do modelo didático para a explicação dos fenômenos.
- Avaliação: A avaliação da unidade didática acontecerá de forma contínua, onde o professor acompanhará o envolvimento, participação e o desempenho dos alunos durante a realização das atividades propostas.

Recursos Didáticos

- Quadro branco e pincel;
- Projetor multimídia (Data show);
- Modelo didático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL: **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)**, 1996.
Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 12/10/2015.

Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**/Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BOCZKO, Roberto. Erros comumente encontrados nos livros didáticos do ensino fundamental. **Revista Ciênciaonline**, Rio de Janeiro, ano II, n.6, 2003.
Disponível em:
http://www.cienciaonline.org/revistas02_06/astronomia/index.html. Acesso em: 01 out. 2015.

LEITE, Cristina. Os professores de ciências e suas formas de pensar Astronomia. São Paulo, 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado em Educação, Instituto de Física e Faculdade de Educação) -Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

BUCCIARELLI, Pablo. Recursos didáticos de Astronomia para o ensino médio e fundamental. São Paulo, 2001. 57 f. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

Unidade Didática

Os fenômenos de formação das fases da Lua e dos eclipses

Plano de Aula 1

Dados de Identificação:

Escola:

Professor: **Jaelson Barbosa**

Disciplina: Física

Série:

Turma:

Período:

Tema:

- Óptica Geométrica

Objetivos:

Objetivo geral: Aprender os conceitos fundamentais da óptica geométrica

Objetivos específicos:

- Estabelecer a diferença entre fontes de luz primária e secundária.
- Caracterizar as fontes de luz de acordo com as suas dimensões relativas.
- Definir ano-luz.
- Conceituar raio de luz e feixe de luz.
- Estabelecer a diferença entre meios opacos, transparentes e translúcidos.

Conteúdo:

- Introdução à óptica geométrica.
- Fontes luminosas.
- Raios de luz e feixe de luz.
- Ano-luz.
- Meios opacos, transparentes e translúcidos.

Cronograma:

Data:

Hora:

Nº de aulas: 01 aula

Metodologia:

Aula expositiva com discussão do tema na turma.

Recursos didáticos:

- Quadro branco e pincel;
- Projetor multimídia (data show);

Avaliação:

- Envolvimento do aluno nas discussões levantadas na aula;
- Respostas às indagações feitas pelo professor;

Bibliografia:

FERRARO, NICOLAU GILBERTO, Física, volume único/ Nicolau Gilberto Ferraro, Carlos Magno A, Torre, Paulo César M. Penteado. 1ª Ed. São Paulo: Moderna, 2012, (Vereda digital)

MAXIMO, Antônio, ALVARENGA, Beatriz. *Física Volume Único*. 2ª Ed. São Paulo: Scipione, 2008.

NOVA ESCOLA: Planos de aula - O que você quer ensinar? Editora Abril.
Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/> Acesso em 08/10/2015.

Unidade Didática

Os fenômenos de formação das fases da Lua e dos eclipses

Plano de Aula 2

Dados de Identificação:

Escola:

Professor: **Jaelson Barbosa**

Disciplina: Física

Série:

Turma:

Período:

Tema:

- Princípio da propagação retilínea da luz e suas aplicações.

Objetivos:

Objetivo geral: Compreender o princípio da propagação retilínea da luz.

Objetivos específicos:

- Apresentar o princípio da propagação retilínea da luz.
- Identificar o que sombra e penumbra.
- Conhecer que fonte luminosa produz sombra e penumbra.

Conteúdo:

- Princípio da propagação retilínea da luz.
- As aplicações do princípio da propagação retilínea da luz e aplicação do pré-teste.

Cronograma:

Data:

Hora:

Nº de aulas: 01 aula

Metodologia:

Aula expositiva com discussão do tema na turma.

Recursos didáticos:

- Quadro branco e pincel;

- Projetor multimídia (data show);

Avaliação:

- Envolvimento do aluno nas discussões e nas questões levantadas pela turma;
- Respostas às indagações feitas pelo professor;

Bibliografia:

FERRARO, NICOLAU GILBERTO, Física, volume único/ Nicolau Gilberto Ferraro, Carlos Magno A, Torre, Paulo César M. Penteado. 1ª Ed. São Paulo: Moderna, 2012, (Vereda digital)

MAXIMO, Antônio, ALVARENGA, Beatriz. *Física Volume Único*. 2ª Ed. São Paulo: Scipione, 2008.

NOVA ESCOLA: Planos de aula - O que você quer ensinar? Editora Abril.
Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/> Acesso em 18/10/2015.

Unidade Didática

Os fenômenos de Formação das fases da Lua e dos eclipses

Plano de Aula 3

Dados de Identificação:

Escola:

Professor: **Jaelson Barbosa**

Disciplina: Física

Série:

Turma:

Período:

Tema:

- Utilização do modelo didático para a explicação dos fenômenos de formação das fases da Lua e os eclipses.

Objetivos:

Objetivo geral: Aprender as fases da Lua e os eclipses a partir da utilização do modelo didático.

Objetivos específicos:

- Visualizar as fases da Lua.
- Observar os eclipses total do Sol e da Lua.

Conteúdo:

- Sombra e eclipses.
- Eclipses total do Sol e da Lua.
- As fases da Lua.

Cronograma:

Data:

Hora:

Nº de aulas: 01 aula

Metodologia:

Aula com a utilização, pelo aluno, do modelo didático.

Debate com toda a turma, mediado pelo professor, para esclarecer as dúvidas surgidas durante a manipulação do modelo didático.

Recursos didáticos:

- Modelo didático.
- Projetor multimídia (data show).

Avaliação:

- Responder às Atividades 1 e 2.

Bibliografia:

FERRARO, NICOLAU GILBERTO, Física, volume único/ Nicolau Gilberto Ferraro, Carlos Magno A, Torre, Paulo César M. Penteado. 1ª Ed. São Paulo: Moderna, 2012, (Vereda digital)

MAXIMO, Antônio, ALVARENGA, Beatriz. *Física Volume Único*. 2ª Ed. São Paulo: Scipione, 2008.

NOVA ESCOLA: Planos de aula - O que você quer ensinar? Editora Abril.
Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/> Acesso em 18/10/2015.

Unidade Didática

Os fenômenos de formação das fases da Lua e dos eclipses

Plano de Aula 4

Dados de Identificação:

Escola:

Professor: **Jaelson Barbosa**

Disciplina: Física

Série:

Turma:

Período:

Tema:

- Utilização do modelo didático para a explicação dos fenômenos de formação das fases da Lua e os eclipses
- Aplicação do pós-teste.

Objetivos:

Objetivo geral: Aprender as fases da Lua e os eclipses total solar e lunar a partir da utilização do modelo didático.

Objetivos específicos:

- Visualizar as fases da Lua.
- Observar os eclipses total do Sol e da Lua.

Conteúdo:

- Sombra e eclipses
- Eclipses total do Sol e da Lua.
- As fases da Lua.

Cronograma:

Data:

Hora:

Nº de aulas: 01 aula

Metodologia:

- Aula com a utilização, pelo aluno, do modelo didático.

- Debate com toda a turma, mediado pelo professor, para esclarecer as dúvidas surgidas durante a manipulação do modelo didático.

- Aplicação do pós-teste.

Recursos didáticos:

- Modelo didático
- Projetor multimídia (data show).

Avaliação:

- Responder às Atividades 1 e 2.

Bibliografia:

FERRARO, NICOLAU GILBERTO, física, volume único/ Nicolau Gilberto Ferraro, Carlos Magno A, Torre, Paulo César M. Penteado. 1ª Ed. São Paulo: Moderna, 2012, (Vereda digital)

MAXIMO, Antônio, ALVARENGA, Beatriz. *Física Volume Único*. 2ª Ed. São Paulo: Scipione, 2008.

NOVA ESCOLA: Planos de aula - O que você quer ensinar? Editora Abril.
Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/> Acesso em 18/10/2015.

Unidade Didática

Os fenômenos de formação das fases da Lua e dos eclipses

Plano de Aula 5

Dados de Identificação:

Escola:

Professor: **Jaelson Barbosa**

Disciplina: Física

Série:

Turma:

Período:

Tema:

- Retomada dos fenômenos de formação das fases da Lua e dos eclipses e as marés.

Objetivos:

Objetivo geral: Compreender que a Lua e o Sol influenciam nas marés na Terra.

Objetivos específicos:

- Entender que as fases da Lua influenciam nas marés.
- Saber que existem maré alta e maré baixa.

Conteúdo:

- As marés.

Cronograma:

Data:

Hora:

Nº de aulas: 01 aula

Metodologia:

- Debate com toda a turma, mediado pelo professor, para esclarecer as dúvidas sobre a formação das marés.

Recursos didáticos:

- Projetor multimídia (data show).

Bibliografia:

FERRARO, NICOLAU GILBERTO, física, volume único/ Nicolau Gilberto Ferraro, Carlos Magno A, Torre, Paulo César M. Penteado. 1ª Ed. São Paulo: Moderna, 2012, (Vereda digital)

MAXIMO, Antônio, ALVARENGA, Beatriz. *Física Volume Único*. 2ª Ed. São Paulo: Scipione, 2008.

NOVA ESCOLA: Planos de aula - O que você quer ensinar? Editora Abril.
Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/> Acesso em 18/10/2015.

ATIVIDADES

Atividade 1: Por que ocorrem as fases da Lua?

O modelo atual do sistema Sol-Terra-Lua, proposto por Copérnico, coloca o Sol no centro do sistema solar e os planetas orbitam em torno dele (Sol). Portanto, temos a seguinte configuração para este sistema. (A figura1 está fora de escala).

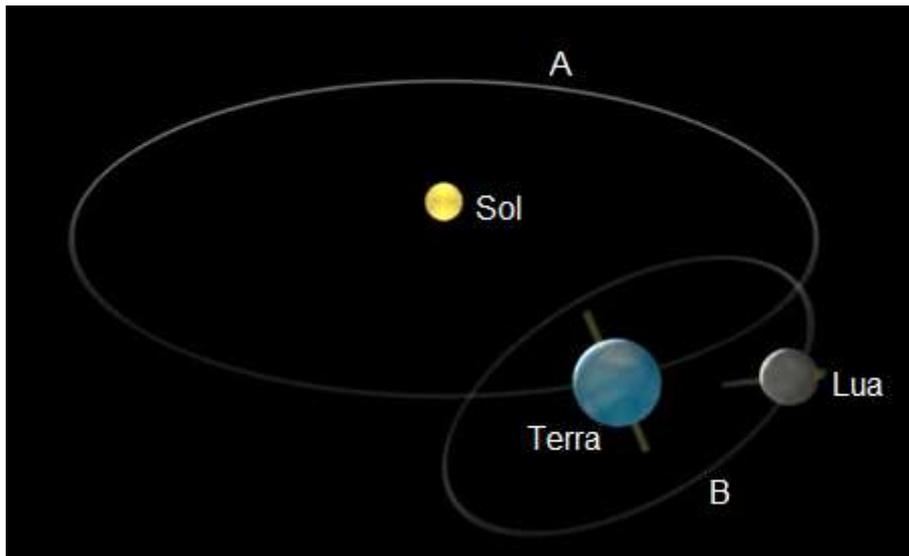


Figura A1. Esta figura, é uma representação, fora de escala, do sistema Sol-Terra-Lua. A elipse A representa a órbita da Terra em torno do Sol e a elipse B representa a órbita da Lua em torno da Terra.

Disponível em: <http://geoprecisa.blogspot.com.br/2014/02/astronomia-resumo-da-aula-terra-e-seus.html>. Acesso em: 11 out. 2015.

Concepções prévias

1.1). Por que ocorrem as fases da Lua?

1.2). Quais as influências das fases da Lua na vida das pessoas?

As fases da Lua

Nas questões que se seguem, com o uso do modelo didático, ajustar o botão do dimmer na posição da indicada pela seta para que a luminosidade da lâmpada, que representa o Sol, fique adequada. O objeto que representa a Terra e objeto que representa o Sol vão estar parados, o aluno deverá segurar no mancal da

órbita da Lua e girá-lo, lentamente, para que a Lua orbite à Terra e se observe as fases da Lua.



Figura A2. A Lua e seus diferentes formatos de aparência.
Disponível em: <http://geografiaparatodos.com.br>. Acesso em: 11 out. 2015.

1.3). Como podemos enxergar a Lua à noite se ela não emite luz própria?

1.4). Metade da superfície da Lua está sempre iluminada pelo Sol, enquanto a outra metade está sempre escura. Então por que a Lua assume diferentes formatos em sua aparência ao longo do mês? (Dissertação de mestrado de ROBERTA LIMA MORETTI. 2012).

1.5). Depois de ter visualizado as fases da Lua no modelo didático, indique, baseado na figura 3, indique o nome de cada uma das quatro principais fases da Lua enumeradas de 1 a 4.



Figura A3. As fases da Lua vistas por um observador na Terra. Disponível em:
<http://www.triplex.com.pt/sala-de-estudo>. Acesso em 17 out. 2015.

Atividade 2: Por que ocorrem os eclipses?

As figuras 4 e 5 são fotografias feitas durante um eclipse total da Lua (figura 4) e durante um eclipse total do Sol (figura 5).



Figura A4. Eclipse lunar. Disponível em: <http://hypescience.com/>. Acesso em: 18 out. 2015.



Figura A5. Eclipse solar. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/eclipse-solar>. Acesso em: 18 out. 2015

Concepções prévias

2.1). Você faz ideia de por que os eclipses acontecem?

2.2). Que objeto celeste projeta a sua sombra na Lua quando ocorre o eclipse total da Lua?

2.3). Que objeto celeste projeta a sua sombra na Terra quando ocorre o eclipse do Sol?

Nas questões que se seguem os alunos deverão manipular o modelo didático para respondê-las.

Eclipse Lunar

2.4). Tente fazer a Lua passar pela sombra da Terra (eclipse lunar). As pessoas presentes no lado escuro da Terra poderão ver o eclipse lunar? Explique.

2.5). Em qual das fases da Lua é possível a ocorrência do eclipse da Lua? Explique.

Eclipse Solar

Alinhe a Lua em direção ao Sol de modo que a Lua projete a sua sombra na Terra.

2.6). Em que posição a Lua deve estar para que isso ocorra?

2.7). De quais regiões da Terra o eclipse solar será visto?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERRARO, NICOLAU GILBERTO, Física, volume único/ Nicolau Gilberto Ferraro, Carlos Magno A, Torre, Paulo César M. Penteado. 1ª Ed. São Paulo: Moderna, 2012, (Vereda digital)

MAXIMO, Antônio, ALVARENGA, Beatriz. *Física Volume Único*. 2ª Ed. São Paulo: Scipione, 2008.

NOVA ESCOLA: Planos de aula - O que você quer ensinar? Editora Abril. Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/> Acesso em 18/12/2010.

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE ROBERTA LIMA MORETTI (UFRGS, 2012)

<http://geografiaparatodos.com.br>. Acesso em: 11 out. 2015.

<http://www.triplex.com.pt/sala-de-estudo>. Acesso em: 17 out. 2015.

<http://hypescience.com/>. Acesso em: 18 out. 2015.

<http://oglobo.globo.com/sociedade/ciencia/eclipse-solar>. Acesso em: 18 out. 2015.

<http://geoprecisa.blogspot.com.br/2014/02/astronomia-resumo-da-aula-terra-e-seus.html>. Acesso em: 11 out. 2015.

APÊNDICE B

1. Introdução à óptica geométrica

A óptica é o ramo da física que estuda os fenômenos luminosos, bem como suas propriedades. Os fenômenos estudados em óptica geométrica podem ser descritos com a simples noção de raio de luz e alguns conhecimentos de geometria. Assim, para representar graficamente a luz em propagação, como por exemplo, a emitida pela chama de uma vela, utilizamos a noção de raio de luz.

2. Fontes de luz

Fontes primárias: são os corpos que emitem luz produzida por eles mesmos (corpos luminosos). O Sol e a chama de uma vela (figura B1).

Fontes secundárias: são os corpos que reenviam para o espaço a luz que recebem de outros corpos (corpos iluminados). A Lua, as paredes das casas (figura B2).



YVONNE BAUR/FLICKR/GETTY IMAGES



ROMAN SIGAEV/SHUTTERSTOCK

Figura B1. O Sol e a chama de uma vela são fontes de luz primárias.

Disponível em: <https://www.moderna.com.br>. Coleção vereda digital. Acesso em 27 mar 2016.



HELLEM/SHUTTERSTOCK



THIAGO POMPEU/FOLHAPRESS

Figura B2. A Lua e as paredes das casas são fontes secundárias.

Disponível em: <https://www.moderna.com.br>. Coleção vereda digital. Acesso em 27 mar 2016.

3. Raios de luz e feixe de luz

Raios de luz: linhas orientadas que representam graficamente a direção e o sentido de propagação da luz.

Feixe de luz: é o conjunto de raios de luz. Pode ser cilíndrico, convergente ou divergente (figura B.3).

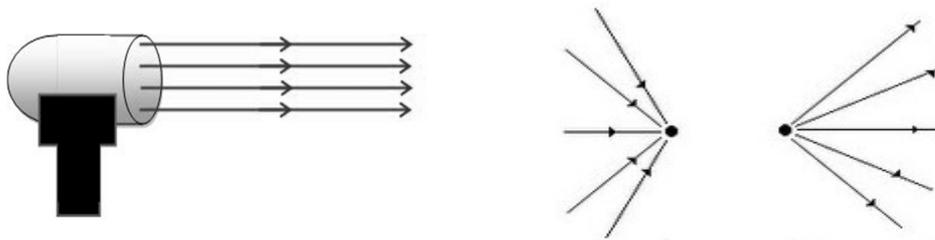


Figura B.3. Feixe de luz cilíndrico, convergente e divergente.

Disponível em: <http://www.emeraldadiasassuncao.webnode.com.br>. Acesso em 28 mar 2016.

4. Ano-luz

distância que a luz percorre, no vácuo, em um ano terrestre.

$c = 3,0 \cdot 10^5 \text{ km/s}$ (velocidade da luz no vácuo).

$$d = c \Delta t = 3,0 \cdot 10^5 \text{ km/s} \cdot 365,2 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s}$$

$$1 \text{ ano-luz} \approx 9,5 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

1 ano-luz $\approx 9.500.000.000.000 \text{ km}$ (nove trilhões e quinhentos bilhões de quilômetros)

5. Meios opacos, transparentes e translúcidos

Opacos: não permitem a passagem de luz. Ex: madeira e concreto.

Transparentes: Permitem a passagem de luz. Os objetos são vistos com nitidez. Ex: vidro comum, água em pequenas camadas e o ar.

Translúcidos: permitem a passagem parcial da luz, ocasionando a formação de uma imagem sem nitidez. Ex: vidro fosco, papel de seda e papel vegetal, etc. Na figura B4 destacamos esses três meios.



Figura B4. Meios opacos, transparentes e translúcidos.

Disponível em: <https://www.moderna.com.br>. Coleção vereda digital. Acesso em 27 mar 2016.

6. Princípio da propagação retilínea da luz

Nos meios homogêneos e transparentes, a luz se propaga em linha reta.

A propagação retilínea da luz é facilmente observável quando a luz do Sol penetra entre as árvores de uma floresta (figura B5)

Ao passar de um meio para outro, do ar para a água, por exemplo, a luz pode sofrer mudança em sua direção de propagação, como também, mudança no valor de sua velocidade de propagação. Portanto, a luz não se propaga sempre na mesma linha reta. Embora o ar e a água sejam meios transparentes, eles não formam um sistema homogêneo.



Figura B5. A propagação retilínea da luz pode ser observada quando a luz do Sol passa entre as árvores de uma floresta.

Disponível em: <https://www.moderna.com.br>. Coleção vereda digital. Acesso em 29 mar 2016.

7. Sombras e eclipses

7.1. Sombras

Uma das consequências ou aplicações desse comportamento da luz de se propagar de forma retilínea é a formação de sombra, penumbra e eclipses, que se dá quando a luz encontra em seu caminho um objeto opaco (todo objeto que não permite a propagação da luz através de si).

A luz emitida pela fonte luminosa se propaga em todas as direções; os raios que tangenciam um objeto opaco situado entre a fonte e um anteparo (figura B6). A região do anteparo não iluminada pela fonte constitui a sombra projetada do objeto.

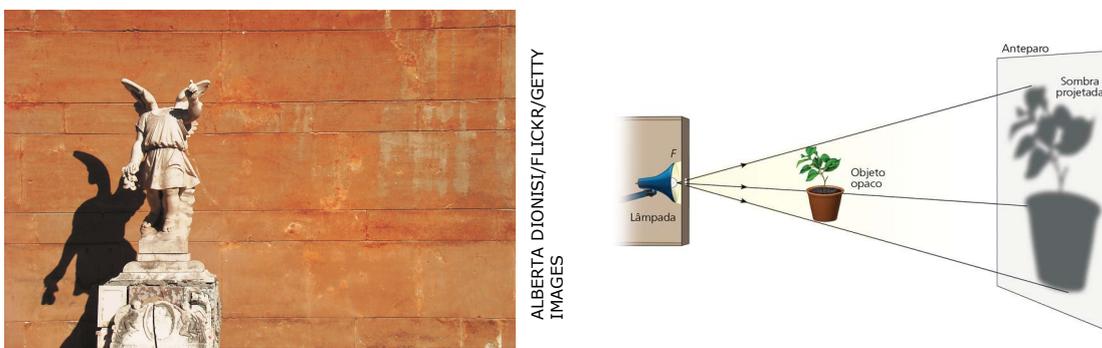


Figura B6. Sombra projetada num anteparo por um objeto opaco. Disponível em: <http://www.moderna.com.br>. Coleção vereda digital. Acesso em 27 mar 2016.

7.2. Eclipses totais do Sol e da Lua

Os eclipses ocorrem quando o Sol, a Terra e a Lua estão alinhados. São raros porque a Lua normalmente passa acima ou abaixo da linha imaginária que liga a Terra e o Sol (figura B7). Num eclipse solar a Lua passa diretamente em frente do Sol. Isto apenas pode ocorrer quando a Lua está na fase de "nova". Ocorre porque, para os observadores na Terra, o lado afastado da Lua está iluminado pelo Sol e o lado próximo da Lua está às escuras. A Lua, tal como qualquer esfera, projeta uma sombra. Um eclipse solar ocorre quando a sombra é projetada na Terra. O cone preto é denominado de sombra. Um observador em qualquer ponto desta região está completamente na sombra. Nenhuma parte do Sol está visível desse ponto.

Num eclipse lunar a Lua move-se para a sombra da Terra (figura B7). Apenas podem ocorrer quando a Lua está em fase "cheia". Os observadores no lado que é noite na Terra vêem a Lua mudar para uma tonalidade avermelhada enquanto se move para a sombra da Terra. Se todo o disco da Lua cair na sombra, é um eclipse lunar total. Se cair apenas uma parte, é um eclipse lunar parcial. Eclipses lunares de penumbra são muito difíceis de detectar porque a luz da Lua apenas diminui ligeiramente enquanto se move por essa região. Eclipses lunares são mais comuns do que eclipses solares. Eclipses totais do Sol e da Lua são parciais antes e depois da totalidade.

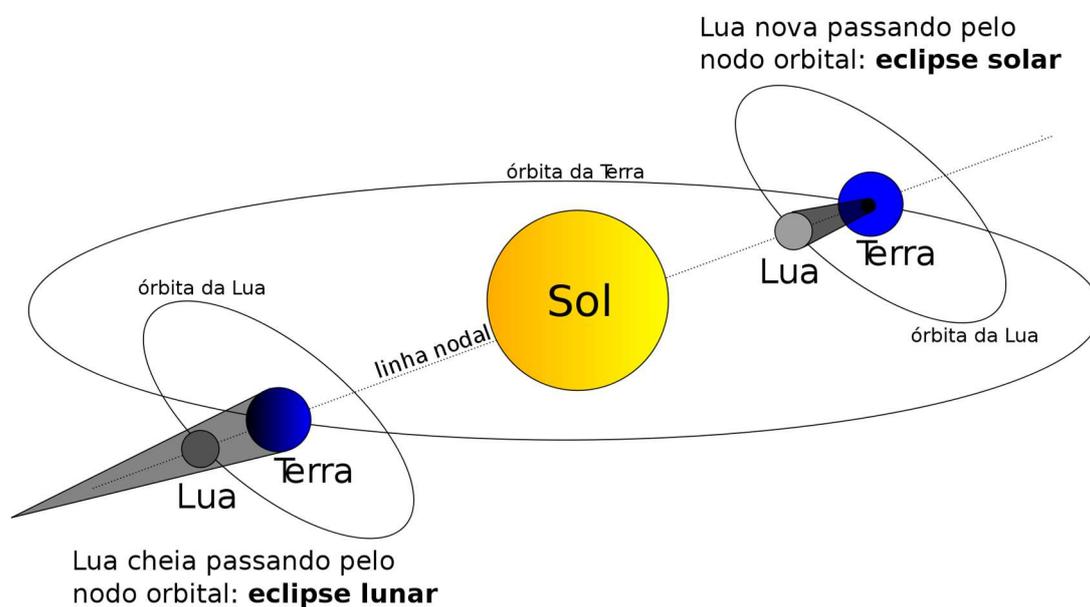


Figura B7. Eclipses do Sol e da Lua.
Disponível em: <http://www.pt.wikipedia.org> e <http://solarviews.com/portug/edu/eclipses.htm> .
Acesso em: 28 mar. 2016.

7.3. As fases da Lua

Fases da Lua são aspectos que observamos na superfície de nosso satélite natural e que dependem das posições relativas do Sol, da Terra e da própria Lua (figura B8). Tudo isso nada mais é do que um jogo de luz e sombra que ocorre entre ela, o Sol e a Terra. Esse ciclo dura cerca de 29,5 dias. Na verdade, a Lua tem muito mais do que quatro fases, mas as conhecidas e são a nova, crescente, cheia e minguante. As fases da Lua podem também ser reconhecidas por sua relação com o Pôr do Sol. Algumas fases, como a nova, é

visível perto do Pôr do Sol. A Lua cheia nasce quase no Pôr do Sol e pode ser vista no céu durante todo o dia.

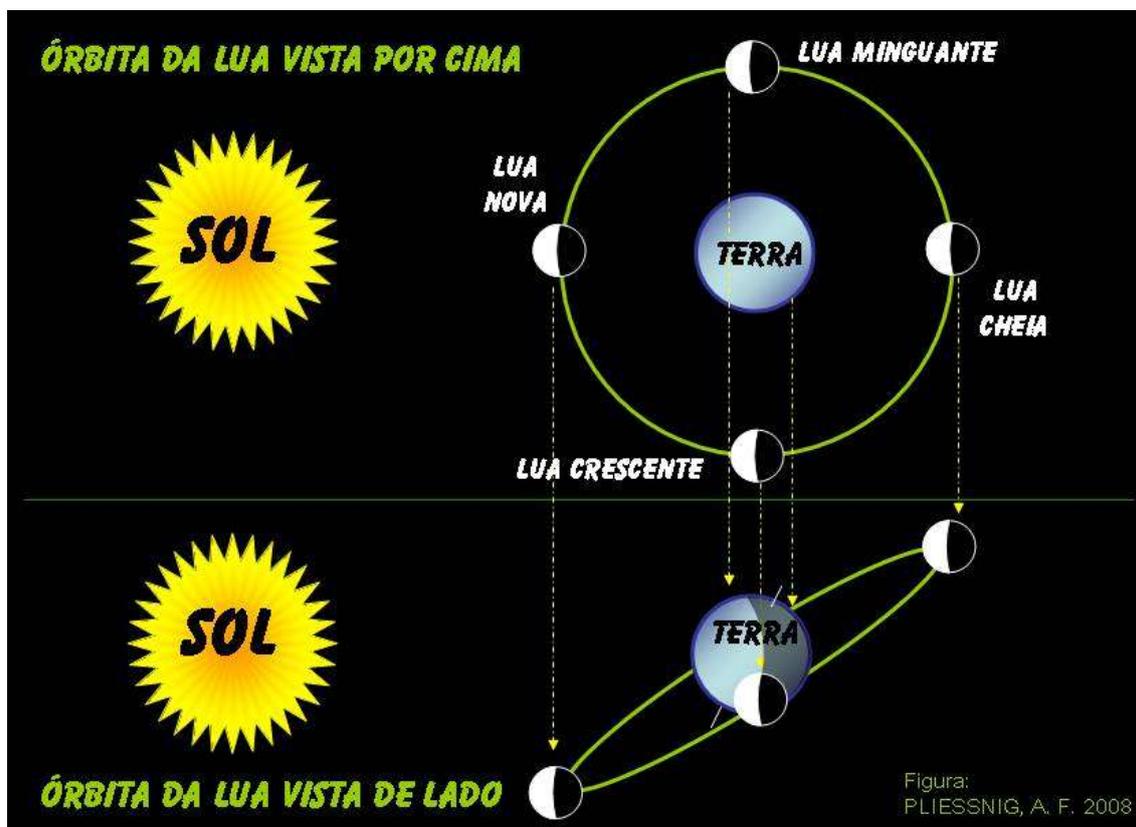


Figura B8. As fases da Lua.

Disponível em: <http://www.terravista.pt>. Acesso em: 25 mar. 2016.

8. As marés

As marés consistem do aumento periódico do nível dos oceanos. São causadas pelas forças gravitacionais do Sol e, principalmente, da Lua (figura B9). O Sol tem muito mais massa que a Lua, mas em compensação está muito mais distante; daí sua influência sobre a maré ser $1/3$ da influência da Lua.

De modo simplificado, a maré ocorre porque o nível dos oceanos se eleva um pouco na "direção" voltada para a Lua. A parte "oposta" também sofre uma elevação por estar mais afastada da Lua. Com a soma dos movimentos de rotação da Terra e a revolução da Lua em torno da Terra, em 24h e 50min podemos ter duas marés altas e duas baixas. A altura das marés depende de vários fatores, sendo o principal a fase da Lua. As fases nova e cheia são mais intensas porque as forças gravitacionais do Sol e da Lua se somam por estarem estes dois corpos praticamente alinhados. As marés são então chamadas de

vivas. Já nas fases crescente e minguante ocorrem as marés mortas, por serem as diferenças entre a alta e a baixa pequenas e às vezes inexistentes.

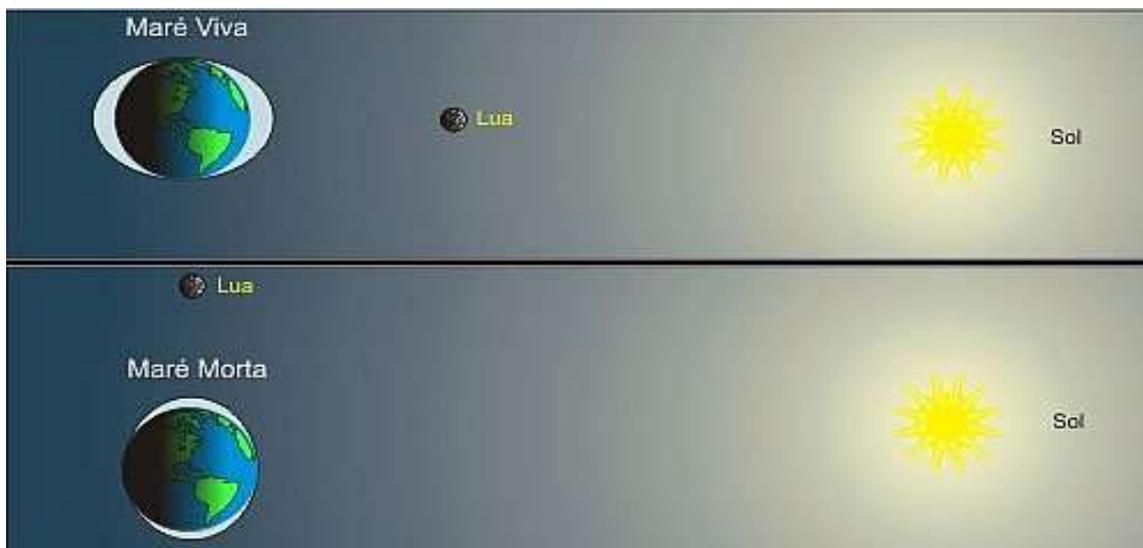


Figura B9. A Lua e o Sol influenciando nas marés na Terra.

Disponível em: <http://www.planetariodorio.com.br/index.php/astronomia/artigos-astronomicos/itemlist/user/>. Acesso em: 25 mar. 2016.

WEBGRAFIA

<http://www.tvescola.mec.gov.br/tve/video/abc-da-astronomia-fases-da-lua>. Acesso em: 25 mar. 2016.

<http://www.planetariodorio.com.br/index.php/astronomia/artigos-astronomicos/itemlist/user/>. Acesso em: 25 mar. 2016.

<http://www.pt.wikipedia.org>. Acesso em: 28 mar. 2016.

<http://www.terravista.pt>. Acesso em: 25 mar. 2016.

<http://solarviews.com/portug/edu/eclipses.htm>. Acesso em: 28 mar. 2016.

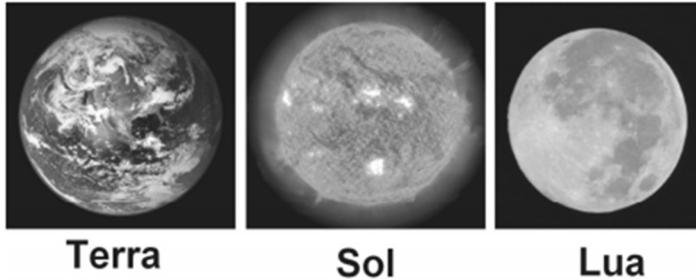
<http://www.moderna.com.br>. Coleção vereda digital. Acesso em 27 mar 2016.

<http://www.emeraldadiasassuncao.webnode.com.br>. Acesso em 28 mar 2016.

APÊNDICE C

Questionário - (pré-teste) e pós-teste

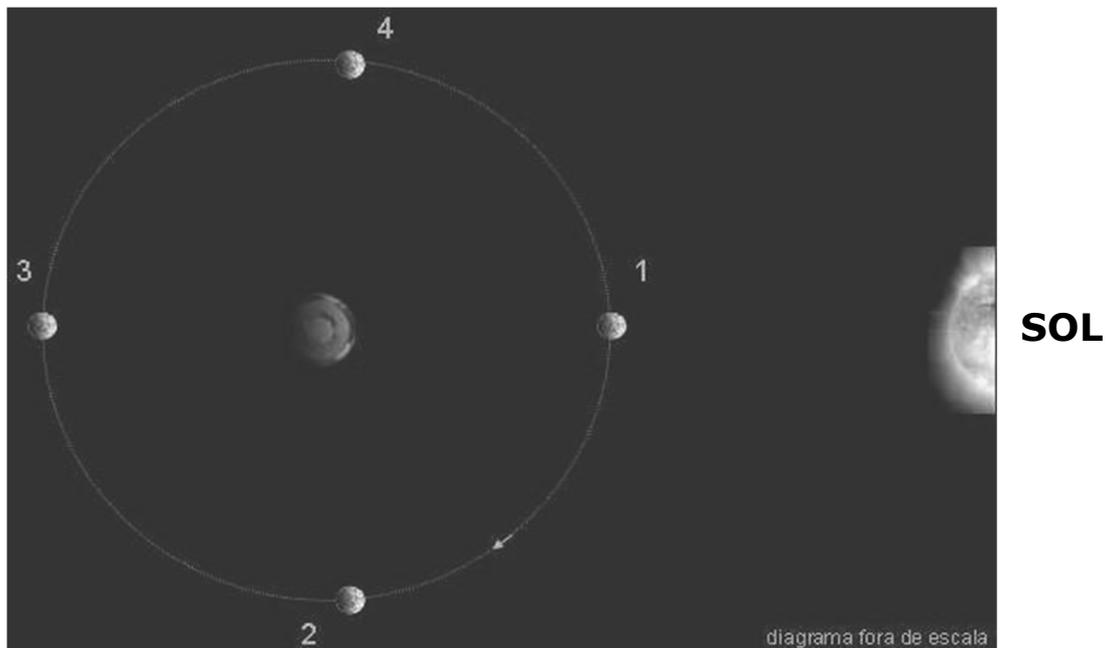
01. Se você ordenar do menor para o maior os astros das fotos a seguir, que sequência irá obter? (O tamanho dos astros está fora de escala).



Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/969240/DLFE-209207.pdf/1.0>

- A) Sol, Lua e Terra.
- B) Terra, Sol e Lua.
- C) Lua, Terra e Sol.
- D) Sol, Terra e Lua.
- E) Terra, Lua e Sol.

02. A figura representa a Lua em diferentes posições de sua órbita ao redor da Terra.

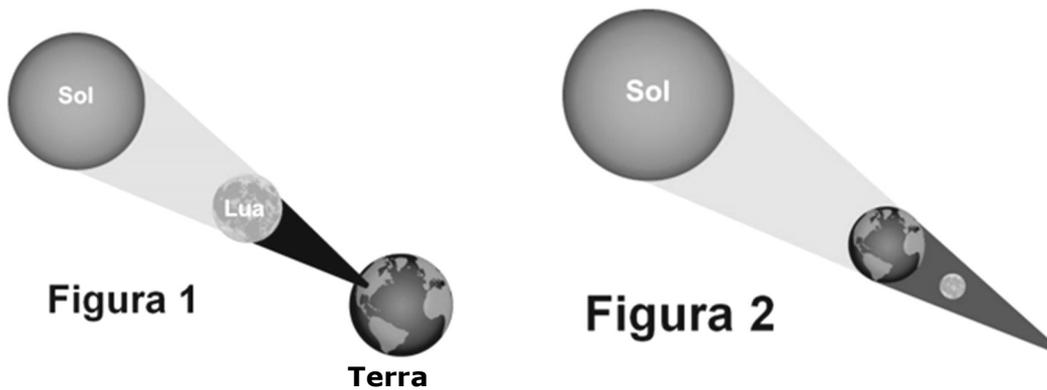


Disponível em: www.ceuaustral.pro.br

As fases da Lua ocorrem em que ordem?

- A) 1. Nova, 2. Minguante, 3. Cheia e 4. Crescente.
- B) 1. Nova, 2. Crescente, 3. Cheia e 4. Minguante.
- C) 1. Cheia, 2. Nova, 3. Crescente e 4. Minguante.
- D) 1. Cheia, 2. Crescente, 3. Minguante e 4. Nova.
- E) 1. Cheia, 2. Minguante, 3. Nova e 4. Crescente.

03. As figuras 1 e 2 representam dois eclipses.



Disponível em: <http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/969240/DLFE-209207.pdf/1.0>

A Figura 1 e a Figura 2 representam, nessa ordem,

- A) eclipse terrestre e eclipse lunar;
- B) eclipse lunar e eclipse terrestre;
- C) eclipse lunar e eclipse solar;
- D) eclipse solar e eclipse terrestre.
- E) eclipse solar e eclipse lunar.

04. O que é a Lua?

- A) é um satélite artificial.
- B) é um cometa.
- C) é uma estrela.
- D) é o satélite natural da Terra.
- E) é um asteroide.

05. Qual a fase da Lua na qual pode ocorrer o eclipse solar?

- A) Nova.
- B) Cheia.
- C) Quarto crescente.
- D) Quarto minguante.
- E) em qualquer fase.

06. Qual a fase da Lua na qual pode ocorrer o eclipse lunar?

- A) Nova.
- B) Quarto crescente.
- C) Quarto minguante.
- D) Cheia.
- E) em qualquer fase.

07. Considere que o primeiro dia do ciclo de fases é a Lua nova, quando a face da Lua voltada para a Terra está totalmente escura, e, portanto, não podemos vê-la. Como você descreve as posições relativas do Sol, da Terra e da Lua nessa situação (Lua nova)?

- A) estão aproximadamente alinhados nesta ordem: Sol, Terra e Lua;
- B) estão aproximadamente alinhados nesta ordem: Terra, Sol e Lua;
- C) estão aproximadamente alinhados nesta ordem: Sol, Lua e Terra;
- D) não estão alinhados, mas sim formando um triângulo retângulo.
- E) não estão alinhados, mas sim formando um triângulo equilátero.

08. Por que não ocorrem eclipses todos os meses?

- A) porque a inclinação da órbita da Lua em relação à da Terra permite que os alinhamentos SOL-TERRA-LUA ocorram com maior frequência.
- B) porque a cada mês ocorrem duas luas cheias.
- C) porque a cada mês ocorre um alinhamento SOL-TERRA-LUA.
- D) porque a órbita da Lua e a órbita da Terra estão no mesmo plano.
- E) porque o plano da órbita da Lua ao redor da Terra é inclinado em relação ao plano de órbita da Terra ao redor do Sol.

09. Por que a Lua aponta a mesma face para a Terra?

- A) porque o seu período de rotação é diferente do seu período de translação em torno da Terra.
- B) porque o seu período de rotação é igual ao seu período de translação em torno da Terra.
- C) porque a Lua só tem movimento de rotação.
- D) porque a Lua só tem movimento de translação em torno da Terra.
- E) porque a Lua não tem movimento de rotação nem de translação em torno da Terra.

10. No Brasil, verifica-se que a Lua, quando está na fase cheia, nasce por volta das 18 horas e se põe por volta das 6 horas. Ou seja, nasce quando o Sol se põe e se põe quando o Sol nasce. Na fase nova, ocorre o inverso: a Lua nasce às 6 horas e se põe às 18 horas, aproximadamente. Ou seja, nasce e se põe juntamente com o Sol. Nas fases crescente e minguante, ela nasce e se põe em horários intermediários. Sendo assim, a Lua na fase ilustrada na figura abaixo poderá ser observada no ponto mais alto de sua trajetória no céu por volta de

- A) meia-noite.
- B) três horas da madrugada.
- C) nove horas da manhã.
- D) seis horas da tarde.
- E) meio-dia.



Disponível em: <http://vestibular.uol.com.br/cursinho/questoes/questao-111-fisica.htm>

